

# 1. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины предполагает наличие кабинета математических дисциплин; полигона вычислительной техники.

### Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект плакатов по учебной дисциплине;
- комплект учебно-методической документации;
- макеты и наглядные пособия по учебной дисциплине

### Оборудование лабораторий:

- рабочие места с персональным компьютером по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;

### Технические средства обучения:

- лицензионное программное обеспечение;
- выход в глобальную сеть Internet на каждом ПК;
- точки электропитания;
- сетевое оборудование, обеспечивающее работу локальной сети;
- мультимедийное оборудование;
- источники бесперебойного питания;
- интерактивная доска

## 1.2. Информационное обеспечение обучения

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

### Основная литература:

1. Агальцов В.П., Володайская И.В. Математические методы в программировании: Учебник. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2006. – 224 с.
2. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования: Учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Логос, 2006. – 288 с.
3. Рудикова Л.В. Microsoft Excel для студента. -СПб.: БХВ-Петербург, 2007.-368с
4. Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. Математические методы и модели для менеджмента. 3-е изд., стер.-СПб.: Издательство «Лань», 2007.-528с.

### Дополнительная литература:

1. Общий курс высшей математики для экономистов: Учебник/Под общ.ред. В.И. Ермакова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 656 с
2. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике, Учебное пособие для вузов - М, ЮНИТИ, 2004, 407 с.

### Интернет - ресурсы:

1. Электронный учебник "Экономико-математические методы"  
<http://www.math.mrsu.ru/text/method/index.htm>
2. Математические методы в экономике | Учебник МГУ/<http://institutiones.com/strategies/1039-matematicheskie-metodi-v-ekonomike.html>
3. Экономико-математические методы: электронный учебник  
<http://www.math.mrsu.ru/text/courses/e-learn/index.htm>
4. [Алесинская Т.В.](#) Учебное пособие по решению задач по курсу "Экономико-математические методы и модели", Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002, 153 с./ <http://www.aup.ru/books/m84/>
5. [Алесинская Т.В.](#), [Сербин В.Д.](#), [Катаев А.В.](#) Учебно-методическое пособие по курсу "Экономико-математические методы и модели. Линейное программирование" о Таганрог. Изд-во ТРТУ, 2001. 79 с./ <http://www.aup.ru/books/m85/>
6. Бурков В.Н., Джавахадзе Г.С., Динова Н.И., Щепкин Д.А. Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов, М.: ИПУ РАН, 2003.- 51 с./ <http://www.aup.ru/books/m125/>
7. Одияко Н.Н., Математические методы в экономике/<http://matematika-i-modelirovanie.ru/read/49/> по

Владелец: Кандаурова Наталья  
Владимировна, директор  
0298d2a100a6b37d85433743564d5a7918  
matematika-i-modelirovanie.ru/read/49/ по  
01.03.2027 12:49:11

## 2. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

<i>Результаты обучения (усвоенные знания, освоенные умения)</i>	<i>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</i>
В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>уметь</b> :	
составлять простейшие математические модели задач, возникающих в практической деятельности людей	Оценка продукта учебной деятельности продукта (математической модели) сравнением с эталоном на дифференцированном зачете.
выбирать и обосновывать наиболее рациональный метод и алгоритм решения задачи, а также оценивать сложность выбранного алгоритма;	Оценка продукта учебной деятельности (выбранный метод решения) по критериям на практической работе
решать различные задачи с применением математических методов.	Оценка продукта учебной деятельности (алгоритма решения выданной задачи) по критериям(соответствует эталону) на дифференцированном зачете.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>знать</b> :	
основные понятия моделирования;	Оценка результатов стандартизованного тестирования сопоставлением с эталоном (ключом) на дифференцированном зачёте
основные методологические подходы к решению математических задач, возникающих в ходе практической деятельности людей;	

## ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Результаты обучения (усвоенные знания, освоенные умения)</i>	<i>Основные показатели оценки результата</i>	<i>Формы и методы контроля и оценки результатов обу- чения</i>
В результате освоения учебной дисциплины студент должен <b>уметь</b>		
составлять простейшие математические модели задач, возникающих в практической деятельности людей	Математическая модель задачи соответствует выданному заданию	Оценка продукта учебной деятельности продукта (математической модели) сравнением с эталоном на дифференцированном зачете.
выбирать и обосновывать наиболее рациональный метод и алгоритм решения задачи, а также оценивать сложность выбранного алгоритма;	Выбранный алгоритм решения задачи соответствует эталону	Оценка продукта учебной деятельности (выбранный метод решения) по критериям на практической работе
разрабатывать алгоритмы для решения различных задач с применением математических методов.	Алгоритм, разработанный к выданной задаче соответствует эталону	Оценка продукта учебной деятельности (алгоритма решения выданной задачи) по критериям(соответствует эталону) на дифференцированном зачете.
В результате освоения учебной дисциплины студент должен <b>знать</b>		
основные понятия моделирования;	Формулировка основных понятий соответствует эталону	Оценка результатов стандартизованного тестирования сопоставлением с эталоном (ключом) на дифференцированном зачёте
основные методологические подходы к решению математических задач, возникающих в ходе практической деятельности людей;	Метод, выбранный для решения выданной задачи, является наиболее рациональным	Оценка результатов стандартизованного тестирования сопоставлением с эталоном (ключом) на дифференцированном зачёте

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

В настоящих методических указаниях рассмотрены основные типы задач линейного программирования, даны рекомендации по построению их математических моделей и поиску оптимальных решений средствами табличного редактора Microsoft Excel.

В целях более эффективного усвоения учебного материала пособие построено по принципу лабораторных работ, разбитых по типам задач линейного программирования.

В рамках лабораторной работы №1 представлены:

– подробные методики и конкретные примеры решения одноиндексных и двухиндексных задач линейного программирования с различными видами ограничений;

– возможные ошибки при вводе условий задач линейного программирования в MS Excel.

Каждая лабораторная работа включает в себя 12 вариантов учебных задач определенного типа, а также список примерных вопросов для защиты работы, охватывающих как теоретические положения, так и конкретные варианты заданий.

Выбранный способ изложения учебного материала позволяет использовать данные указания как в учебных целях, так и для решения практических задач с использованием Microsoft Excel.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

ЛП – линейное программирование.

ЦФ – целевая функция.

РЗ – распределительная задача.

ТЗ – транспортная задача.

\* – вопрос повышенной сложности.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Акоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. М.: Мир, 1971.
2. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 1986.
3. Зайченко Ю.П. Исследование операций. Киев: Вища школа, 1979.
4. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. и др. Сборник задач и упражнений по высшей математике. Математическое программирование. Минск: Вышэйшая школа, 1995.
5. Б.Курицкий. Решение оптимизационных задач средствами Excel. М.: ВНУ, 1997.

6. Таха Х. Введение в исследование операций. М.: Мир, 1985.
7. Эддоус М., Стенсфилд Р. Методы принятия решений. М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997.

# Лабораторная работа №1 «Решение задач линейного программирования с использованием Microsoft Excel»

## 1.1. Цель работы

Приобретение навыков решения задач линейного программирования (ЛП) в табличном редакторе Microsoft Excel.

## 1.2. Порядок выполнения работы

Для модели ЛП, соответствующей номеру Вашего варианта, найдите оптимальное решение в табличном редакторе Microsoft Excel и продемонстрируйте его преподавателю.

## 1.3. Инструкция по использованию Microsoft Excel для решения задач ЛП [5]

Для того чтобы решить задачу ЛП в табличном редакторе Microsoft Excel, необходимо выполнить следующие действия.

### 1. Ввести условие задачи:

#### а) создать экранную форму для ввода условия задачи:

- переменных,
- целевой функции (ЦФ),
- ограничений,
- граничных условий;

#### б) ввести исходные данные в экранную форму:

- коэффициенты ЦФ,
- коэффициенты при переменных в ограничениях,
- правые части ограничений;

#### в) ввести зависимости из математической модели в экранную форму:

- формулу для расчета ЦФ,
- формулы для расчета значений левых частей ограничений;

#### г) задать ЦФ (в окне "Поиск решения"):

- целевую ячейку,
- направление оптимизации ЦФ;

#### д) ввести ограничения и граничные условия (в окне "Поиск решения"):

- ячейки со значениями переменных,
- граничные условия для допустимых значений переменных,
- соотношения между правыми и левыми частями ограничений.

### 2. Решить задачу:

#### а) установить параметры решения задачи (в окне "Поиск решения");

#### б) запустить задачу на решение (в окне "Поиск решения");

#### в) выбрать форма вывода решения (в окне "Результаты поиска решения").

### 1.3.1. Одноиндексные задачи ЛП

Рассмотрим пример нахождения решения для следующей одноиндексной задачи ЛП:

$$\begin{aligned} LX &= 130,5x_1 + 20x_2 + 56x_3 + 87,8x_4 \rightarrow \max; \\ \begin{cases} 1,8x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 = 756, \\ 6x_1 + 2x_2 + 4x_3 + x_4 \leq 450, \\ 4x_1 + 1,5x_2 + 10,4x_3 + 13x_4 \leq 89, \\ x_j \geq 0; j = 1,4. \end{cases} \end{aligned} \quad (1.1)$$

#### 1.3.1.1. Ввод исходных данных

Создание экранной формы и ввод в нее условия задачи

Экранная форма для ввода условий задачи (1.1) вместе с введенными в нее исходными данными представлена на рис.1.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1						ПЕРЕМЕННЫЕ		
2	Имя	X1	X2	X3	X4			
3	Значение							
4	Нижн. гр.		0	0	0	0		
5						ЦФ		
6	Козф. ЦФ	130,5	20	56	87,8	Значение	Направл.	
7							max	
8						ОГРАНИЧЕНИЯ		
9	Вид					Лев. часть	Знак	Прав. часть
10	Огран.1	-1,8	2	1	-4	=		756
11	Огран.2	-6	2	4	-1	>=		450
12	Огран.3	4	-1,5	10,4	13	<=		89

Рис.1.1. Экранная форма задачи (1.1) (курсор в ячейке F6)

В экранной форме на рис.1.1 каждой переменной и каждому коэффициенту задачи поставлена в соответствие конкретная ячейка в Excel. Имя ячейки состоит из буквы, обозначающей столбец, и цифры, обозначающей строку, на пересечении которых находится объект задачи ЛП. Так, например, переменным задачи (1.1) соответствуют ячейки **B3** ( $X_1$ ), **C3** ( $X_2$ ), **D3** ( $X_3$ ), **E3** ( $X_4$ ), коэффициентам ЦФ соответствуют ячейки **B6** ( $c_1 \bullet 130,5$ ), **C6** ( $c_2 \bullet 20$ ), **D6** ( $c_3 \bullet 56$ ), **E6** ( $c_4 \bullet 87,8$ ), правым частям ограничений соответствуют ячейки **H10** ( $b_1 \bullet 756$ ), **H11** ( $b_2 \bullet 450$ ), **H12** ( $b_3 \bullet 89$ ) и т.д.

### Ввод зависимостей из математической модели в экранную форму

#### Зависимость для ЦФ

В ячейку **F6**, в которой будет отображаться значение ЦФ, необходимо ввести **формулу**, по которой это значение будет рассчитано. Согласно (1.1) значение ЦФ определяется выражением

$$130,5x_1 + 20x_2 + 56x_3 + 87,8x_4 \quad (1.2)$$

Используя обозначения соответствующих ячеек в Excel (см. рис.1.1), формулу для расчета ЦФ (1.2) можно записать как **сумму произведений** каждой из ячеек, отведенных для значений переменных задачи (**B3, C3, D3, E3**), на соответствующую ячейку, отведенную для коэффициентов ЦФ (**B6, C6, D6, E6**), то есть

$$B6 \cdot B3 + C6 \cdot C3 + D6 \cdot D3 + E6 \cdot E3 \quad (1.3)$$

Чтобы задать формулу (1.3) необходимо в ячейку **F6** ввести следующее выражение и нажать клавишу **"Enter"**

$$=СУММПРОИЗВ(B\$3:E\$3;B6:E6), \quad (1.4)$$

где символ \$ перед номером строки 3 означает, что при копировании этой формулы в другие места листа Excel номер строки 3 не изменится;

символ : означает, что в формуле будут использованы **все** ячейки, расположенные между ячейками, указанными слева и справа от двоеточия (например, запись **B6:E6** указывает на ячейки **B6, C6, D6** и **E6**). После этого в целевой ячейке появится 0 (нулевое значение) (рис.1.2).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1						ПЕРЕМЕННЫЕ		
2	Имя	X1	X2	X3	X4			
3	Значение							
4	Нижн. гр.		0	0	0	0		
5						ЦФ		
6	Козф. ЦФ	130,5	20	56	87,8	Значение	Направл.	
7							max	
8						ОГРАНИЧЕНИЯ		
9	Вид					Лев. часть	Знак	Прав. часть
10	Огран.1	-1,8	2	1	-4	0	=	756
11	Огран.2	-6	2	4	-1	0	>=	450
12	Огран.3	4	-1,5	10,4	13	0	<=	89

Рис.1.2. Экранная форма задачи (1.1) после ввода всех необходимых формул (курсор в ячейке F6)

**Примечание 1.1.** Существует другой способ задания функций в Excel с помощью режима "Вставка функций", который можно вызвать из меню "Вставка" или при нажатии кнопки " $f_x$ " на стандартной панели инструментов. Так, например, формулу (1.4) можно задать следующим образом:

- курсор в поле **F6**;
- нажав кнопку " $f_x$ ", вызовите окно "Мастер функций – шаг 1 из 2";
- выберите в окне "Категория" категорию "Математические";
- в окне "Функция" выберите функцию СУММПРОИЗВ;
- в появившемся окне "СУММПРОИЗВ" в строку "Массив 1" введите выражение **B\$3:E\$3**, а в строку "Массив 2" – выражение **B6:E6** (рис.1.3);
- после ввода ячеек в строки "Массив 1" и "Массив 2" в окне "СУММПРОИЗВ" появятся числовые значения введенных массивов (см. рис.1.3), а в экранной форме в ячейке **F6** появится текущее значение, вычисленное по введенной формуле, то есть 0 (так как в момент ввода формулы значения переменных задачи нулевые).

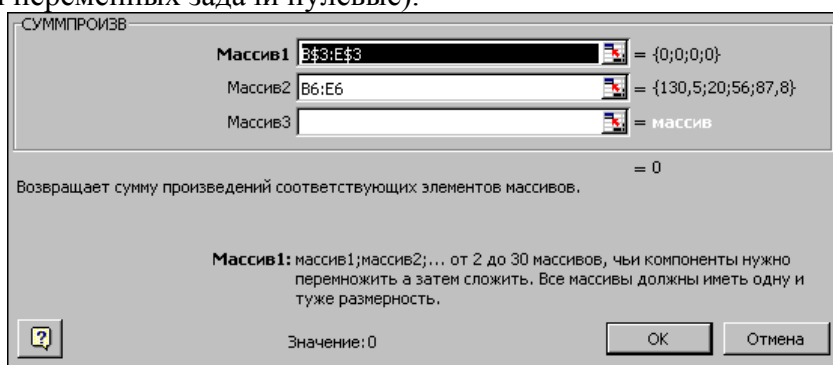


Рис.1.3. Ввод формулы для расчета ЦФ в окно "Мастер функций"

### *Зависимости для левых частей ограничений*

Левые части ограничений задачи (1.1) представляют собой *сумму произведений* каждой из ячеек, отведенных для значений переменных задачи (**B3, C3, D3, E3**), на соответствующую ячейку, отведенную для коэффициентов конкретного ограничения (**B10, C10, D10, E10** – 1-е ограничение; **B11, C11, D11, E11** – 2-е ограничение и **B12, C12, D12, E12** – 3-е ограничение). Формулы, соответствующие левым частям ограничений, представлены в табл.1.1.

Таблица 1.1

### **Формулы, описывающие ограничения модели (1.1)**

Левая часть ограничения	Формула Excel
$\sim 1,8x_1 \quad 2x_2 \quad x_3 \quad 4x_4$ или <b>B10</b> $\wedge$ <b>B3</b> <b>C10</b> $\wedge$ <b>C3</b> <b>D10</b> $\wedge$ <b>D3</b> <b>E10</b> $\wedge$ <b>E3</b>	<b>=СУММПРОИЗВ(B\$3:E\$3;B10:E10)</b>
$\sim 6x_1 \quad 2x_2 \quad 4x_3 \quad x_4$ или <b>B11</b> $\wedge$ <b>B3</b> <b>C11</b> $\wedge$ <b>C3</b> <b>D11</b> $\wedge$ <b>D3</b> <b>E11</b> $\wedge$ <b>E3</b>	<b>=СУММПРОИЗВ(B\$3:E\$3;B11:E11)</b>
$4x_1 \quad 1,5x_2 \quad 10,4x_3 \quad 13x_4$ или <b>B12</b> $\wedge$ <b>B3</b> <b>C12</b> $\wedge$ <b>C3</b> <b>D12</b> $\wedge$ <b>D3</b> <b>E12</b> $\wedge$ <b>E3</b>	<b>=СУММПРОИЗВ(B\$3:E\$3;B12:E12)</b>

Как видно из табл.1.1, формулы, задающие левые части ограничений задачи (1.1), отличаются друг от друга и от формулы (1.4) в целевой ячейке **F6** только номером строки во втором массиве. Этот номер определяется той строкой, в которой ограничение записано в экранной форме. Поэтому для задания зависимостей для левых частей ограничений достаточно скопировать формулу из целевой ячейки в ячейки левых частей ограничений. Для этого необходимо:

- 1) поместить курсор в поле целевой ячейки **F6** и скопировать в буфер содержимое ячейки **F6** (клавишами "Ctrl-Insert");

2) помещать курсор поочередно в поля левой части каждого из ограничений, то есть в **F10**, **F11** и **F12**, и вставлять в эти поля содержимое буфера (клавишами **"Shift-Insert"**) (при этом номер ячеек во втором массиве формулы будет меняться на номер той строки, в которую была произведена вставка из буфера);

3) на экране в полях **F10**, **F11** и **F12** появится 0 (нулевое значение) (см. рис.1.2).

### Проверка правильности введения формул

Для проверки правильности введенных формул производите поочередно двойное нажатие левой клавиши мыши на ячейки с формулами. При этом на экране рамкой будут выделяться ячейки, используемые в формуле (рис.1.4 и 1.5).

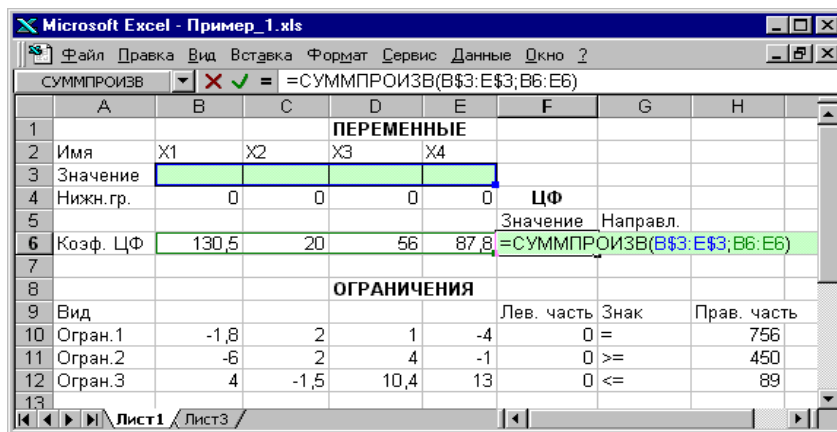


Рис.1.4. Проверка правильности введения формулы в целевую ячейку F6

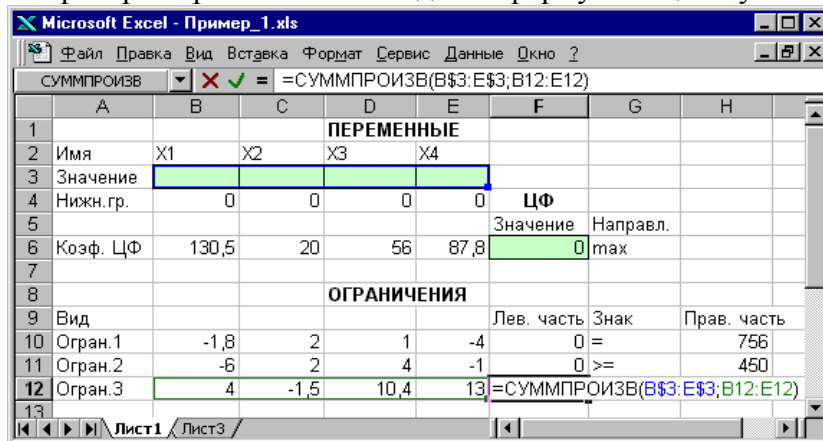


Рис.1.5. Проверка правильности введения формулы в ячейку F12 для левой части ограничения 3

### Задание ЦФ

Дальнейшие действия производятся в окне **"Поиск решения"**, которое вызывается из меню **"Сервис"** (рис.1.6):

- поставьте курсор в поле **"Установить целевую ячейку"**;
- введите адрес целевой ячейки **\$F\$6** или сделайте одно нажатие левой клавиши мыши на целевую ячейку в экранной форме  это будет равносильно вводу адреса с клавиатуры;
- введите направление оптимизации ЦФ, щелкнув один раз левой клавишей мыши по селекторной кнопке **"максимальному значению"**.

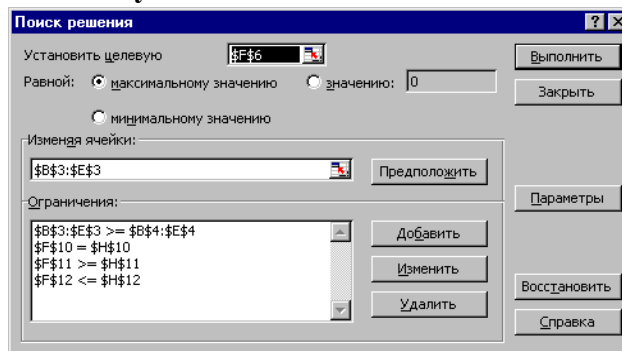


Рис.1.6. Окно "Поиск решения" задачи (1.1)

## Ввод ограничений и граничных условий

### Задание ячеек переменных

В окно "Поиск решения" в поле "Изменяя ячейки" впишите адреса  $\$B\$3:\$E\$3$ . Необходимые адреса можно вносить в поле "Изменяя ячейки" и автоматически путем выделения мышью соответствующих ячеек переменных непосредственно в экранной форме.

### Задание граничных условий для допустимых значений переменных

В нашем случае на значения переменных накладывается только граничное условие неотрицательности, то есть их нижняя граница должна быть равна нулю (см. рис.1.1).

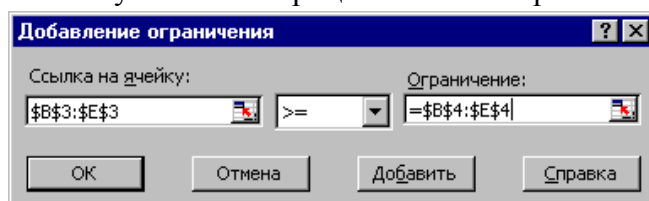
8. Нажмите кнопку "Добавить", после чего появится окно "Добавление ограничения" (рис.1.7).

9. В поле "Ссылка на ячейку" введите адреса ячеек переменных  $\$B\$3:\$E\$3$ . Это можно сделать как с клавиатуры, так и путем выделения мышью всех ячеек переменных непосредственно в экранной форме.

10. В поле знака откройте список предлагаемых знаков и выберите  $\geq$ .

11. В поле "Ограничение" введите адреса ячеек нижней границы значений переменных, то есть  $\$B\$4:\$E\$4$ . Их также можно ввести путем выделения мышью непосредственно в экранной форме.

Рис.1.7. Добавление условия неотрицательности переменных задачи (1.1)



### Задание знаков ограничений $\geq$ , $\leq$ , =

5. Нажмите кнопку "Добавить" в окне "Добавление ограничения".

6. В поле "Ссылка на ячейку" введите адрес ячейки левой части конкретного ограничения, например  $\$F\$10$ . Это можно сделать как с клавиатуры, так и путем выделения мышью нужной ячейки непосредственно в экранной форме.

7. В соответствии с условием задачи (1.1) выбрать в поле знака необходимый знак, например  $=$ .

8. В поле "Ограничение" введите адрес ячейки правой части рассматриваемого ограничения, например  $\$H\$10$ .

9. Аналогично введите ограничения:  $\$F\$11 \geq \$H\$11$ ,  $\$F\$12 \leq \$H\$12$ .

10. Подтвердите ввод всех перечисленных выше условий нажатием кнопки **ОК**.

Окно "Поиск решения" после ввода всех необходимых данных задачи (1.1) представлено на рис.1.6.

Если при вводе условия задачи возникает необходимость в изменении или удалении внесенных ограничений или граничных условий, то это делают, нажав кнопки "Изменить" или "Удалить" (см. рис.1.6).

### 1.3.1.2. Решение задачи

#### Установка параметров решения задачи

Задача запускается на решение в окне "Поиск решения". Но предварительно для установления конкретных параметров решения задач оптимизации определенного класса необходимо нажать кнопку "Параметры" и заполнить некоторые поля окна "Параметры поиска решения" (рис.1.8).

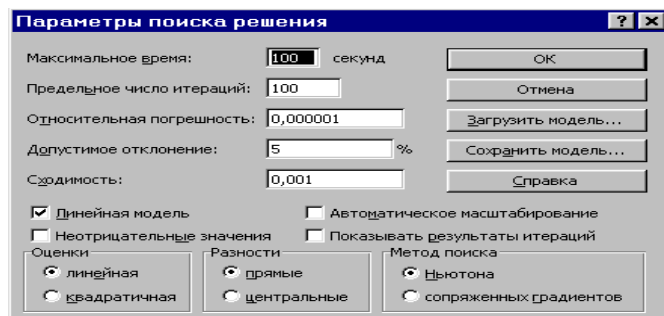


Рис.1.8. Параметры поиска решения, подходящие для большинства задач ЛП

Параметр "**Максимальное время**" служит для назначения времени (в секундах), выделяемого на решение задачи. В поле можно ввести время, не превышающее 32 767 секунд (более 9 часов).

Параметр "**Предельное число итераций**" служит для управления временем решения задачи путем ограничения числа промежуточных вычислений. В поле можно ввести количество итераций, не превышающее 32 767.

Параметр "**Относительная погрешность**" служит для задания точности, с которой определяется соответствие ячейки целевому значению или приближение к указанным границам. Поле должно содержать число из интервала от 0 до 1. Чем *меньше* количество десятичных знаков во введенном числе, тем *ниже* точность. Высокая точность увеличит время, которое требуется для того, чтобы сошелся процесс оптимизации.

Параметр "**Допустимое отклонение**" служит для задания допуска на отклонение от оптимального решения в целочисленных задачах. При указании большего допуска поиск решения заканчивается быстрее.

Параметр "**Сходимость**" применяется только при решении нелинейных задач.

Установка флажка "**Линейная модель**" обеспечивает ускорение поиска решения линейной задачи за счет применения симплекс-метода.

Подтвердите установленные параметры нажатием кнопки "**ОК**".

#### **Запуск задачи на решение**

Запуск задачи на решение производится из окна "**Поиск решения**" путем нажатия кнопки "**Выполнить**".

После запуска на решение задачи ЛП на экране появляется окно "**Результаты поиска решения**" с одним из сообщений, представленных на рис.1.9, 1.10 и 1.11.

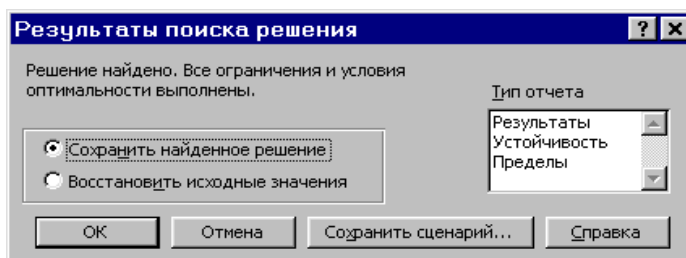


Рис.1.9. Сообщение об успешном решении задачи

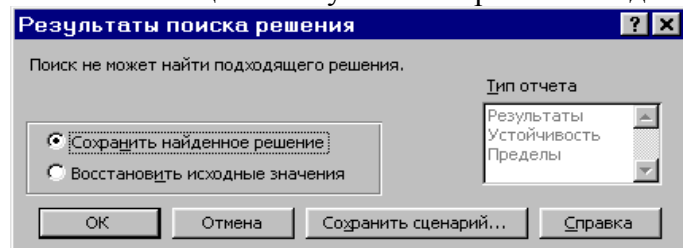


Рис.1.10. Сообщение при несовместной системе ограничений задачи

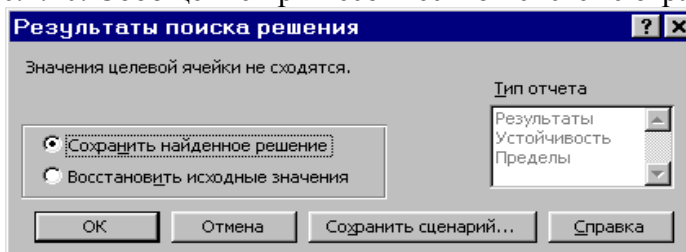


Рис.1.11. Сообщение при неограниченности ЦФ в требуемом направлении

Иногда сообщения, представленные на рис.1.10 и 1.11, свидетельствуют не о характере оптимального решения задачи, а о том, что при вводе условий задачи в Excel были допущены **ошибки**, не позволяющие Excel найти оптимальное решение, которое в действительности существует (см. ниже подразд.1.3.5).

Если при заполнении полей окна "**Поиск решения**" были допущены ошибки, не позволяющие Excel применить симплекс-метод для решения задачи или довести ее решение до конца, то после запуска задачи на решение на экран будет выдано соответствующее сообщение с указа-

нием причины, по которой решение не найдено. Иногда слишком малое значение параметра "Относительная погрешность" не позволяет найти оптимальное решение. Для исправления этой ситуации увеличивайте погрешность поразрядно, например от 0,000001 до 0,00001 и т.д.

В окне "Результаты поиска решения" представлены названия трех типов отчетов: "Результаты", "Устойчивость", "Пределы". Они необходимы при анализе полученного решения на чувствительность (см. ниже подразд.3.3). Для получения же ответа (значений переменных, ЦФ и левых частей ограничений) прямо в экранной форме просто нажмите кнопку "ОК". После этого в экранной форме появляется оптимальное решение задачи (рис.1.12).

Microsoft Excel - Пример_1.xls							
Ф6 = =СУММПРОИЗВ(В\$3:Е\$3;В6:Е6)							
	A	B	C	D	E	F	G
1				ПЕРЕМЕННЫЕ			
2	Имя	X1	X2	X3	X4		
3	Значение	100,661	546,444	0	38,925		
4	Нижн.гр.	0	0	0	0		
5						ЦФ	
6	Коеф. ЦФ	130,5	20	56	87,8	27482,714	Направл. max
7							
8				ОГРАНИЧЕНИЯ			
9	Вид					Лев. часть	Знак Прав. часть
10	Огран.1	-1,8	2	1	-4	756	= 756
11	Огран.2	-6	2	4	-1	450	>= 450
12	Огран.3	4	-1,5	10,4	13	89	<= 89

Рис.1.12. Экранная форма задачи (1.1) после получения решения

### 1.3.2. Целочисленное программирование

Допустим, что к условию задачи (1.1) добавилось требование целочисленности значений всех переменных. В этом случае описанный выше процесс ввода условия задачи необходимо дополнить следующими шагами.

- В экранной форме укажите, на какие переменные накладывается требование целочисленности (этот шаг делается для наглядности восприятия условия задачи) (рис.1.13).
- В окне "Поиск решения" (меню "Сервис" □ "Поиск решения"), нажмите кнопку "Добавить" и в появившемся окне "Добавление ограничений" введите ограничения следующим образом (рис.1.14):

- в поле "Ссылка на ячейку" введите адреса ячеек переменных задачи, то есть \$B\$3:\$E\$3;
- в поле ввода знака ограничения установите "целое";
- подтвердите ввод ограничения нажатием кнопки "ОК".

Microsoft Excel - Пример_1(целочисл).xls							
Ф6 = =СУММПРОИЗВ(В\$3:Е\$3;В6:Е6)							
	A	B	C	D	E	F	G
1				ПЕРЕМЕННЫЕ			
2	Имя	X1	X2	X3	X4		
3	Значение	100	546	0	39		
4	Нижн.гр.	0	0	0	0		
5	Целочисл.	целое	целое	целое	целое	Значение	Направл.
6	Коеф. ЦФ	130,5	20	56	87,8	27394,2	max
7							
8				ОГРАНИЧЕНИЯ			
9	Вид					Лев. часть	Знак Прав. часть
10	Огран.1	-1,8	2	1	-4	756	= 756
11	Огран.2	-6	2	4	-1	453	>= 450
12	Огран.3	4	-1,5	10,4	13	88	<= 89

Рис.1.13. Решение задачи (1.1) при условии целочисленности ее переменных

Рис.1.14. Ввод условия целочисленности переменных задачи (1.1)

На рис.1.13 представлено решение задачи (1.1), к ограничениям которой добавлено условие целочисленности значений ее переменных.

## Лабораторная работа №2. (часть I) Решение двухиндексных задач ЛП средствами электронных таблиц

**2.1. Цель работы** Приобретение навыков построения математических моделей задач и решения их в Microsoft Excel.

**2.2. Порядок выполнения работы**

1. Согласно номеру своего варианта выберите условие задачи и постройте ее модель.
2. Найдите оптимальное решение задачи в Excel и продемонстрируйте его преподавателю.

Двухиндексные задачи ЛП вводятся и решаются в Excel аналогично одноиндексным задачам. Специфика ввода условия двухиндексной задачи ЛП состоит лишь в удобстве матричного задания переменных задачи и коэффициентов ЦФ.

Рассмотрим решение двухиндексной задачи, суть которой заключается в оптимальной организации транспортных перевозок штучного товара со складов в магазины (табл.1.2).

Таблица 1.2 *Исходные данные транспортной задачи*

Тарифы, руб./шт.	1-й магазин	2-й магазин	3-й магазин	Запасы, шт.
1-й склад	2	9	7	25
2-й склад	1	0	5	50
3-й склад	5	4	100	35
4-й склад	2	3	6	75
Потребности, шт.	45	90	50	

Целевая функция и ограничения данной задачи имеют вид

$$LX = 2x_{11} + 9x_{12} + 7x_{13} + x_{21} + 5x_{23} + 5x_{31} + 4x_{32} + 100x_{33} + 2x_{41} + 3x_{42} + 6x_{43} \rightarrow \min;$$

$$\begin{aligned} & x_{11}, x_{12}, x_{13} \bullet 25, \\ & x_{21}, x_{22}, x_{23} \bullet 50, \\ & x_{31}, x_{32}, x_{33} \bullet 35, \\ & x_{41}, x_{42}, x_{43} \bullet 75, \\ & x_{11}, x_{12}, x_{13} \bullet 45, \\ & x_{21}, x_{22}, x_{23} \bullet 90, \\ & x_{31}, x_{32}, x_{33} \bullet 50, \\ & x_{ij} \geq 0, x_{ij} \text{ целые } i \bullet 1,4; j \bullet 1,3. \end{aligned}$$

(1.5)

Экранные формы, задание переменных, целевой функции, ограничений и граничных условий двухиндексной задачи (1.5) и ее решение представлены на рис.1.15, 1.16, 1.17 и в табл.1.3.

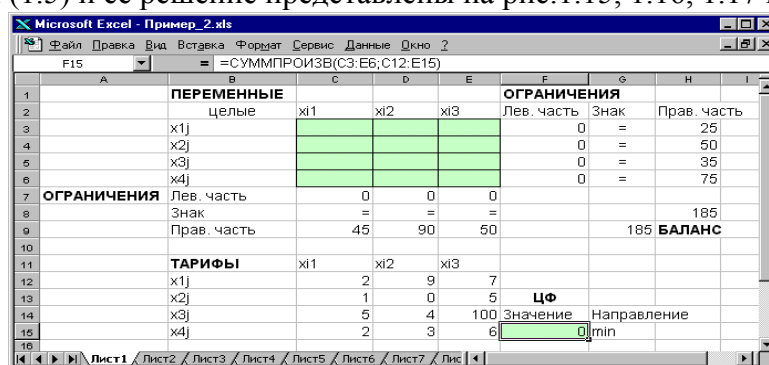


Рис.1.15. Экранная форма двухиндексной задачи (1.5) (курсор в целевой ячейке F15)

Объект математической модели	Формулы экранной формы задачи (Excel)
Переменные задачи	C3:E6
Формула в целевой ячейке F15	=СУММПРОИЗВ(C3:E6;C12:E15)
Ограничения по строкам в ячейках F3, F4, F5, F6	=СУММ(C3:E3) =СУММ(C4:E4) =СУММ(C5:E5) =СУММ(C6:E6)

Ограничения по столбцам в ячейках C7, D7, E7	=СУММ(C3:C6) =СУММ(D3:D6) =СУММ(E3:E6)
Суммарные запасы и потребности в ячейках H8, G9	=СУММ(H3:H6) =СУММ(C9:E9)

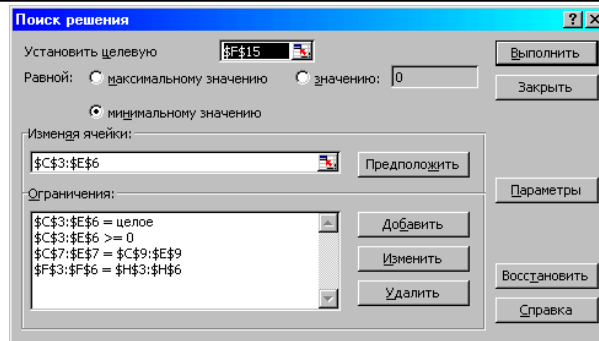


Рис.1.16. Ограничения и граничные условия задачи (1.5)

	В	С	Д	Е	Г	Н
1	ЦЕЛЫЕ	x1	x2	x3	Лев. часть	Прав. часть
2						
3	x1)	25	0	0	25	= 25
4	x2)	0	50	0	50	= 50
5	x3)	0	35	0	35	= 35
6	x4)	20	5	50	75	= 75
7	ОГРАНИЧЕНИЯ	Лев. часть	45	90	50	
8		Знак	=	=	=	185
9		Прав. часть	45	90	50	185 БАЛАНС
10						
11	ТАРИФЫ	x1	x2	x3		
12	x1)	2	9	7		
13	x2)	1	0	5	ЦФ	
14	x3)	5	4	100	Значение	Направление
15	x4)	2	3	6	545	min

Рис.1.17. Экранная форма после получения решения задачи (1.5) (курсор в целевой ячейке F15)

### 1.3.4. Задачи с булевыми переменными

Частным случаем задач с целочисленными переменными являются задачи, в результате решения которых искомые переменные  $x_j$  могут принимать только одно из двух значений: 0 или 1. Такие переменные в честь предложившего их английского математика Джорджа Буля называют булевыми. На рис.1.18 представлена экранная форма с решением некоторой двухиндексной задачи с булевыми переменными.

	В	С	Д	Е	Г	Н
1	ЦЕЛЫЕ, БУЛЕВЫЕ	x1	x2	x3	Лев. часть	Прав. часть
2						
3	x1)	1	0	0	1	= 1
4	x2)	0	0	1	1	= 1
5	x3)	0	1	0	1	= 1
6	ОГРАНИЧЕНИЯ	Лев. часть	1	1	1	
7		Знак	=	=	=	3
8		Прав. часть	1	1	1	3 БАЛАНС
9						
10	ТАРИФЫ	x1	x2	x3		
11	x1)	2	9	7	ЦФ	
12	x2)	1	0	5	Значение	Направление
13	x3)	5	4	100	11	min

Рис.1.18. Решение двухиндексной задачи с булевыми переменными

Помимо задания требования целочисленности (см. подразд.1.3.2) при вводе условия задач с булевыми переменными необходимо:

3. для наглядности восприятия ввести в экранную форму слово "булевы" в качестве характеристики переменных (см. рис.1.18);

4. в окне "Поиск решения" добавить граничные условия, имеющие смысл ограничения значений переменных по их единичной верхней границе (рис.1.19).

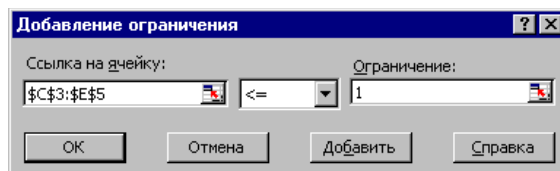


Рис.1.19. Добавление условия единичной верхней границы значений переменных двухиндексной задачи с булевыми переменными

Вид окна "Поиск решения" для задачи с булевыми переменными, представленной на рис.1.18, приведен на рис.1.20.

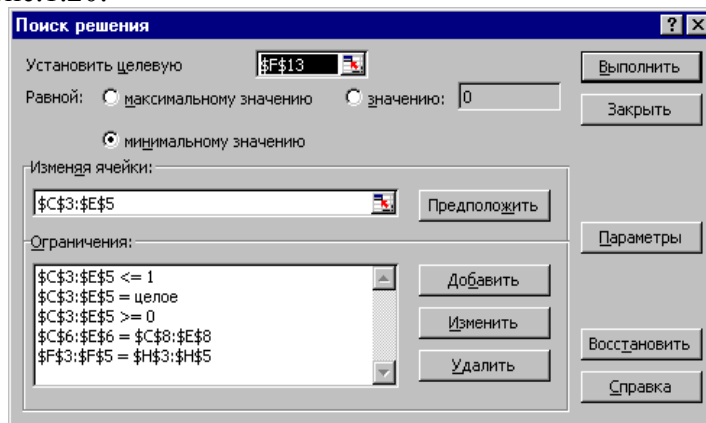


Рис.1.20. Окно "Поиск решения" для задачи с булевыми переменными, представленной на рис.1.18

### 1.3.5. Возможные ошибки при вводе условий задач ЛП

Если при решении задачи ЛП выдается сообщение о невозможности нахождения решения, то возможно, что причина заключается в ошибках ввода условия задачи в Excel. Поэтому, прежде чем делать вывод о принципиальной невозможности нахождения оптимального решения задачи, ответьте на вопросы из табл.1.4.

### 1.4. Варианты

Используя MS Excel, найти решение для модели ЛП, соответствующей заданному варианту (табл.1.5).

Таблица 1.5 *Варианты задач к лабораторной работе №1*

	Математическая модель		Математическая модель
1	$L(X) \bullet 5x_1 \tilde{7}x_2 \tilde{6}x_3 \tilde{9}x_4 \tilde{8}x_5 \bullet \max;$ $\begin{cases} \leq 0,7x_1 + 0,9x_2 + 1,5x_3 + 2,3x_4 + 1,8x_5 \leq 50000, \\ \leq 0,4x_1 + 1,1x_2 + 0,5x_3 + 1,3x_4 + 2,8x_5 \leq 32000, \\ \leq 0,5x_1 + 1,8x_2 + 0,7x_4 + 2x_5 \leq 40000, \\ \leq 2,2x_1 + 1,4x_2 + 0,8x_3 + 0,9x_4 \leq 15000, \\ \leq 0 \leq x_j \leq 1,5. \end{cases}$	2	$L(X) \bullet x_1 \tilde{4}x_3 \tilde{8}x_4 \tilde{12}x_5 \bullet \min;$ $\begin{cases} \leq x_1 - 9x_2 + 2x_3 - 4x_4 \leq 250, \\ \leq 0,4x_1 - x_2 - 5x_3 + 3x_4 + 8x_5 \leq 460, \\ \leq 0,5x_1 + 10x_2 - 8x_3 + 6x_4 + 2x_5 \leq 190, \\ \leq 11x_1 + 8,5x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 5x_5 \leq 210, \\ \leq 0 \leq x_j \leq 1,5. \end{cases}$
3	$L(X) \bullet 8 \tilde{45}x_1 \tilde{65}x_2 \tilde{2}x_4 \tilde{3}x_5 \bullet \max;$ $\begin{cases} \leq 15x_1 + 18x_2 + 34x_4 + 22x_5 \leq 56, \\ \leq 2x_1 + 7x_2 + 4x_4 + 3x_5 \leq 91, \\ \leq 0,2x_1 + 0,8x_2 + 1,5x_3 + 0,9x_4 + 4x_5 \leq 26, \\ \leq 1,8x_1 + 42x_2 + 6,4x_3 + 3x_4 + 5x_5 \leq 15, \\ \leq 0 \leq x_j \leq 1,5. \end{cases}$	4	$L(X) \bullet 14x_1 \tilde{9}x_2 \tilde{x}_4 \tilde{6,4}x_5 \bullet \min;$ $\begin{cases} \leq 0,9x_1 + 10x_2 + 28x_4 + 5x_5 \leq 245, \\ \leq 0,8x_1 + 1,7x_2 + 0,2x_3 + 0,5x_4 \leq 9, \\ \leq 6x_1 + 4x_3 + 7x_4 + 6,3x_5 \leq 54, \\ \leq 8x_1 + 6,2x_2 + 4,8x_3 + 2,9x_4 + 5x_5 \leq 17, \\ \leq 0 \leq x_j \leq 1,5. \end{cases}$

5	$L(X) \bullet 46x_1, 2,3x_2, 9,4x_3, 4x_5 \text{ max};$ $\text{max} \{3x_1, 7,8x_3, 12x_4, 9x_5\} \leq 49,$ $\text{max} \{2,3x_2, 5x_3, 5,6x_4, x_5\} \leq 86,$ $\text{max} \{16x_1, 40x_4, 29x_5\} \leq 50,$ $\text{max} \{190x_1, 98x_2, 4x_4, 150x_5\} \leq 300,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$	6	$L(X) \bullet 0,5x_1, 1,8x_3, 9,2x_4, 14x_5 \text{ min};$ $\text{max} \{9,6x_1, 15,7x_3, 24x_4, 8x_5\} \leq 74,$ $\text{max} \{0,8x_1, 11,1x_2, 4,5x_3, 1,5x_4, 6,3x_5\} \leq 22,$ $\text{max} \{14x_1, 45x_2, 38x_4, 26x_5\} \leq 46,$ $\text{max} \{220x_1, 148x_2, 7x_3, 95x_5\} \leq 150,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$
7	$L(X) \bullet 12x_2, 89x_3, 5x_5 \text{ max};$ $\text{max} \{2x_1, 9,6x_2, 15,7x_3, 22x_4, 8x_5\} \leq 73,$ $\text{max} \{0,9x_1, 11,1x_2, 4,3x_3, 1,5x_4, 6,4x_5\} \leq 19,$ $\text{max} \{14x_1, 45x_2, 38x_4, 26x_5\} \leq 49,$ $\text{max} \{220x_1, 150x_2, 3x_3, 95x_5\} \leq 133,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$	8	$L(X) \bullet 4x_1, 6x_2, 14x_3, 49x_5 \text{ min};$ $\text{max} \{21x_1, 9x_2, 2x_3, 12x_4\} \leq 58,$ $\text{max} \{110x_2, 60x_3, 80x_4, 45x_5\} \leq 290,$ $\text{max} \{5x_2, 27x_3, 14x_4, x_5\} \leq 72,$ $\text{max} \{87x_1, 6,4x_2, 130x_4\} \leq 140,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$
9	$L(X) \bullet 38x_1, 60x_2, x_3, 4x_4, 8x_5 \text{ max};$ $\text{max} \{18x_1, 4x_2, 2x_3, 12x_4\} \leq 86,$ $\text{max} \{2x_1, 19x_3, 7x_4, 10x_5\} \leq 130,$ $\text{max} \{0,4x_1, 3x_2, 4,2x_3, 2x_4, 5x_5\} \leq 34,$ $\text{max} \{2,1x_1, 13x_2, 20x_3, 6x_4\} \leq 18,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$	10	$L(X) \bullet 10x_1, 40x_3, 13x_4, 56x_5 \text{ min};$ $\text{max} \{7x_1, 16x_2, 5x_3, 25x_4\} \leq 600,$ $\text{max} \{8x_1, 1,7x_2, 0,5x_4, 4,7x_5\} \leq 890,$ $\text{max} \{6x_1, 4x_3, 7x_4, 6,3x_5\} \leq 270,$ $\text{max} \{84x_1, 62x_2, 80x_3, 14x_4\} \leq 2300,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$
11	$L(X) \bullet 84x_1, 5,7x_2, 10x_4, 3x_5 \text{ max};$ $\text{max} \{4x_1, 8,5x_2, 16x_3, 10x_5\} \leq 50,$ $\text{max} \{10,4x_1, 6x_3, 2x_4, 4x_5\} \leq 120,$ $\text{max} \{19x_1, 18x_2, 20x_4, 30x_5\} \leq 600,$ $\text{max} \{200x_1, 45x_2, 8x_3, 3,4x_4\} \leq 210,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$	12	$L(X) \bullet 0,84x_2, 4x_3, 3,8x_4, 12x_5 \text{ min};$ $\text{max} \{15x_1, 9,6x_2, 34x_4, 8x_5\} \leq 180,$ $\text{max} \{0,6x_1, 11,1x_2, 2,6x_3, 1,5x_4, 6,3x_5\} \leq 68,$ $\text{max} \{14x_1, 64x_3, 38x_4, 12x_5\} \leq 81,$ $\text{max} \{190x_1, 148x_2, 7x_3, 84x_5\} \leq 230,$ $x_j \geq 0, j = \overline{1,5}.$

### 5. Примерные вопросы на защите работы

- Каковы основные этапы решения задач ЛП в MS Excel?
- Каков вид и способы задания формул для целевой ячейки и ячеек левых частей ограничений?
- В чем смысл использования символа \$ в формулах MS Excel?
- В чем различие использования в формулах MS Excel символов ; и :?
- Почему при вводе формул в ячейки ЦФ и левых частей ограничений в них отображаются нулевые значения?
- Каким образом в MS Excel задается направление оптимизации ЦФ?
- Какие ячейки экранной формы выполняют иллюстративную функцию, а какие необходимы для решения задачи?
- Как наглядно отобразить в экранной форме ячейки, используемые в конкретной формуле, с целью проверки ее правильности?
- Поясните общий порядок работы с окном "Поиск решения".
- Каким образом можно изменять, добавлять, удалять ограничения в окне "Поиск решения"?
- Какие сообщения выдаются в MS Excel в случаях: успешного решения задачи ЛП; несовместности системы ограничений задачи; неограниченности ЦФ?
- Объясните смысл параметров, задаваемых в окне "Параметры поиска решения".
- Каковы особенности решения в MS Excel целочисленных задач ЛП?
- Каковы особенности решения в MS Excel двухиндексных задач ЛП?
- Каковы особенности решения в MS Excel задач ЛП с булевыми переменными?

#### Список вопросов, позволяющих выявить ошибки ввода условия задачи в Excel

- Правильно ли Вы ввели численные значения и знаки (+, —) коэффициентов целевой функции и ограничений, правых частей ограничений?
- Сбалансирована ли двухиндексная задача?
- Правильны ли формулы в целевой ячейке и в ячейках левых частей ограничений? Для наглядности проверки поставьте курсор на ячейку с формулой и сделайте двойной щелчок левой клавишей мыши. Рамкой в экранной форме будут выделены ячейки, участвующие в данной формуле (см. рис.1.4, 1.5).
- Правильно ли указан адрес целевой ячейки?

5. Правильно ли указано направление оптимизации ЦФ?
6. Правильно ли указаны адреса ячеек переменных?
7. Правильно ли введены знаки ограничений ( $\leq$ ,  $\geq$ ,  $=$ ) ?
8. Правильно ли указаны адреса ячеек левых и правых частей ограничений?
9. Не забыли ли Вы задать требование неотрицательности переменных?
10. Не забыли ли Вы задать требования по единичному значению верхней границы переменных (для задач с булевыми переменными)
11. Не забыли ли Вы задать условие целочисленности переменных (согласно условию задачи)?
12. Проверьте правильность установки параметров (см. подразд.1.3.1.2)

## Лабораторная работа №2 (часть II) “Анализ чувствительности задач линейного программирования”

**Цель работы** Приобретение навыков анализа чувствительности задач ЛП на основе различных типов отчетов, выдаваемых Microsoft Excel, о результат поиска решения.

### 3.2. Порядок выполнения работы

- Для задачи, решенной в лабораторной работе №2 (часть I), получите в Excel все типы отчетов по результатам поиска решения, необходимые для анализа чувствительности.
- Проанализируйте задачу на чувствительность к изменениям параметров исходной модели.
- Результаты анализа задачи на чувствительность внесите в общий отчет по лабораторной работе №2.

### 3.3. Анализ оптимального решения на чувствительность в Excel

Проведем анализ чувствительности задачи о мебельном комбинате из лабораторной работы №2 (часть I) для Варианта 0. Для этого необходимо после запуска в Excel задачи на решение в окне "Результаты поиска решения" выделить с помощью мыши два типа отчетов: "Результаты" и "Устойчивость" (рис.3.1).

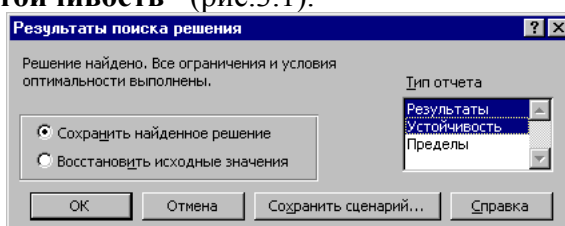


Рис.3.1. Выделение типов отчетов требуемых для анализа чувствительности

#### 3.3.1. Отчет по результатам

Отчет по результатам состоит из трех таблиц (рис.3.1):

- 1) таблица 1 содержит информацию о ЦФ;
- 2) таблица 2 содержит информацию о значениях переменных, полученных в результате решения задачи;
- 3) таблица 3 показывает результаты оптимального решения для ограничений и для граничных условий.

Целевая ячейка (Максимум)	Имя	Исходно	Результат
\$F\$6	Козф. ЦФ Значение	0	106200

Изменяемые ячейки	Имя	Исходно	Результат
\$B\$3	Значение XA	0	1100
\$C\$3	Значение XB1	0	0
\$D\$3	Значение XB2	0	120

Ограничения	Имя	Значение	формула	Статус	Разница
\$F\$21	Заказ на полки В2 Лев. часть	120	\$F\$21 >= \$H\$21	не связан.	70
\$F\$22	Доля продаж Лев. часть	488	\$F\$22 >= \$H\$22	не связан.	468
\$F\$10	ФВ по столярн. раб. Лев. часть	4400	\$F\$10 <= \$H\$10	не связан.	2640
\$F\$11	ФВ по упаковке Лев. часть	93,33333333	\$F\$11 <= \$H\$11	не связан.	2370,666667
\$F\$12	ФВ по покрыт. лаком Лев. часть	110	\$F\$12 <= \$H\$12	не связан.	44
\$F\$13	ФВ по раскрою стекла Лев. часть	12,2	\$F\$13 <= \$H\$13	не связан.	152,8
\$F\$14	ФВ по произв. компл. В Лев. часть	40	\$F\$14 <= \$H\$14	не связан.	122,8
\$F\$15	По компл. раскрою ДСП (Y) Лев. часть	120	\$F\$15 <= \$H\$15	не связан.	3267
\$F\$16	Расход ДВП Лев. часть	120	\$F\$16 <= \$H\$16	не связан.	3100
\$F\$17	Расход стекла Лев. часть	2440	\$F\$17 <= \$H\$17	не связан.	160
\$F\$18	Емкость сушилки Лев. часть	1100	\$F\$18 <= \$H\$18	связанное	0
\$F\$19	Емкость склада Лев. часть	1220	\$F\$19 <= \$H\$19	связанное	0
\$F\$20	Емкость рынка Лев. часть	1220	\$F\$20 <= \$H\$20	не связан.	4080
\$B\$3	Значение XA	1100	\$B\$3 >= \$B\$4	не связан.	1100
\$C\$3	Значение XB1	0	\$C\$3 >= \$C\$4	связанное	0
\$D\$3	Значение XB2	120	\$D\$3 >= \$D\$4	не связан.	70

Рис.3.2. Лист отчета по результатам

Если ресурс используется полностью (то есть ресурс дефицитный), то в графе "Статус" ("Состояние") соответствующее ограничение указывается как "связанное"; при неполном использовании ресурса (то есть ресурс недефицитный) в этой графе указывается "не связан". В графе "Значение" приведены величины использованного ресурса.

Для граничных условий (строки 24, 25, 26 на рис. 3.2) в графе "Разница" показана разность между значением переменной в найденном оптимальном решении и заданным для нее граничным условием.

Таблица 3 отчета по результатам дает информацию для анализа возможного изменения запасов *недефицитных* ресурсов при сохранении полученного оптимального значения ЦФ. Так, если на ресурс наложено ограничение типа  $\odot$ , то в графе "Разница" дается количество ресурса, на которое была превышена минимально необходимая норма. Например, анализ строки 26 (см. рис. 3.2) отчета по результатам для задачи о мебельном комбинате показывает, что полок выпущено на 70 шт. больше, чем было заказано. То есть из 120 полок только 70 шт. пойдут в свободную продажу. Таким образом, можно дать следующий ответ на вопрос об изменении запаса недефицитного ресурса "Значение ХВ2": *обязательный заказ на производство полок В<sub>2</sub> можно **увеличить на 70 шт.**, то есть заказывать до 120 шт., и при этом оптимальное решение (2.20) задачи не изменится.*

Если на ресурс наложено ограничение типа  $\boxtimes$ , то в графе "Разница" дается количество ресурса, которое не используется при реализации оптимального решения. Так, анализ строки 13 (см. рис. 3.2) отчета по результатам для задачи о мебельном комбинате показывает, что время столярных работ составило 4440 ч. Неизрасходованным остается 2640 ч из общего фонда времени, отведенного на столярные работы. Из этого следует, что *запас недефицитного ресурса "Фонд времени по столярным работам" можно **уменьшить на 2640 ч** и это никак не повлияет на оптимальное решение (2.20).* Отсюда следует, что количество столяров можно уменьшить на 15 человек

$$\frac{2640 \text{ ч /мес.}}{8 \text{ ч / чел.} \cdot 1 \text{ см.} \cdot 1 \text{ см.} \cdot \text{дн.} \cdot 27 \text{ дн.}} \bullet 15 \text{ чел.}$$

или перевести их на выпуск другой продукции.

Анализ строки 23 показывает, что общее количество выпускаемых полок составляет 1220 шт., что меньше предполагаемой емкости рынка на 4080 шт. *То есть запас недефицитного ресурса "Емкость рынка" может быть **уменьшен до 1220 полок** и это никак не повлияет на оптимальное решение (2.20).* Другими словами, уменьшение спроса до 1220 полок в месяц никак не скажется на оптимальных объемах выпуска полок.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что существуют причины (ограничения), не позволяющие мебельному комбинату выпускать большее количество полок и получать большую прибыль. Проанализировать эти причины позволяет отчет по устойчивости.

### 3.3.2. Отчет по устойчивости

Отчет по устойчивости состоит из двух таблиц (рис.3.3).

Таблица 1 содержит информацию, относящуюся к переменным.

#### 1. Результат решения задачи.

**2. Нормированная стоимость**, которая показывает, на сколько изменится значение ЦФ в случае принудительного включения единицы этой продукции в оптимальное решение. Например, в отчете по устойчивости для рассматриваемой задачи (см. рис.3.3) нормированная стоимость для полок В<sub>1</sub> равна -20 руб./шт. (строка 5). Это означает, что если мы, несмотря на оптимальное решение (2.20), потребуем включить в план выпуска 1 полку В<sub>1</sub>, то новый план выпуска ( $x_A \bullet 1100$ ;  $x_{B_1} \bullet 1$ ;  $x_{B_2} \bullet 119$ ) принесет нам прибыль 106 180 руб./мес., что на 20 руб. меньше, чем в прежнем оптимальном решении.

#### 3. Коэффициенты ЦФ.

$c_j$ , при которых

#### 4. Предельные значения приращения целевых коэффициентов

сохраняется первоначальное оптимальное решение. Например, *допустимое увеличение цены на полки В<sub>1</sub> равно 20 руб./шт., а допустимое уменьшение – практически не ограничено* (строка 5 на рис.3.7). Это означает, что если цена на полки В<sub>1</sub> возрастет более чем на 20 руб./шт., например станет равной 61 руб./шт., то оптимальное решение изменится: станет целесообразным выпуск В<sub>1</sub> в количестве 70 шт. А если их цена будет снижаться вплоть до нуля, то оптимальное решение (2.20) останется прежним.

**Примечание 3.1.** При выходе за указанные в отчете по устойчивости пределы изменения цен оптимальное решение может меняться как по номенклатуре выпускаемой продукции, так и по объемам выпуска (без изменения номенклатуры).

Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$B\$3	Значение ХА	1100	0	90	1E+30	30
\$C\$3	Значение ХВ1	0	-20	40	20	1E+30
\$D\$3	Значение ХВ2	120	0	60	30	20

Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$F\$21	Заказ на полки В2 Лев. часть	120	0	50	70	1E+30
\$F\$22	Доля продаж Лев. часть	488	0	20	468	1E+30
\$F\$10	ФВ по столярн. раб. Лев. часть	4400	0	7040	1E+30	2640
\$F\$11	ФВ по упаковке Лев. часть	93,33333333	0	2464	1E+30	2370,666667
\$F\$12	ФВ по покрыт. лаком Лев. часть	110	0	154	1E+30	44
\$F\$13	ФВ по раскрою стекла Лев. часть	12,2	0	165	1E+30	152,8
\$F\$14	ФВ по произв. компл. В Лев. часть	40	0	162,8	1E+30	122,8
\$F\$15	По компл. раскроя ДСП (У) Лев. часть	120	0	3387	1E+30	3267
\$F\$16	Расход ДВП Лев. часть	120	0	3220	1E+30	3100
\$F\$17	Расход стекла Лев. часть	2440	0	2600	1E+30	160
\$F\$18	Емкость сушилки Лев. часть	1100	30	1100	70	368,4
\$F\$19	Емкость склада Лев. часть	1220	60	1220	80	70
\$F\$20	Емкость рынка Лев. часть	1220	0	5300	1E+30	4080

Рис.3.3. Отчет по устойчивости для задачи о мебельном комбинате

Таблица 2 (см. рис.3.3) содержит информацию, относящуюся к ограничениям.

**1. Величина использованных ресурсов** в колонке "Результ. значение".

**2. Предельные значения приращения ресурсов**  $b_i$ . В графе "Допустимое Уменьшение" показывают, на сколько можно уменьшить (устранить излишек) или увеличить (повысить минимально необходимое требование) ресурс, сохранив при этом оптимальное решение. Рассмотрим анализ *дефицитных* ресурсов, так как анализ *недефицитных* ресурсов был дан в подразд.3.3.1. Анализируя отчет по результатам, мы установили, что существуют причины (ограничения), не позволяющие мебельному комбинату выпускать большее, чем в оптимальном решении, количество полок и получать более высокую прибыль. В рассматриваемой задаче (вариант 0) такими ограничениями являются *дефицитные* ресурсы "Емкость сушилки" и "Емкость склада готовой продукции". Поскольку знак ограничений этих запасов имеет вид  $\square$ , то возникает вопрос, на сколько максимально должна возрасти емкость этих помещений, чтобы обеспечить увеличение выпуска продукции. Ответ на этот вопрос показан в графе "Допустимое Увеличение". Емкость сушилки имеет смысл увеличить самое большее на 70 полок, а емкость склада готовой продукции – на 80 полок. Это приведет к новым оптимальным решениям, увеличивающим прибыль по сравнению с  $\square$   $\bullet$  106 200 руб./мес.. Дальнейшее увеличение емкостей сушилки и склада сверх указанных пределов не будет больше улучшать решение, т.к. уже другие ресурсы станут связывающими.

**3. Ценность дополнительной единицы i-го ресурса** (теневая цена) рассчитывается только для *дефицитных* ресурсов. После того как мы установили, что увеличение емкостей сушилки и склада приведет к новым планам выпуска, обеспечивающим более высокую прибыль, возникает следующий вопрос. Что выгоднее в первую очередь расширять: сушилку или склад? Ответ на этот вопрос дает графа "Теневая цена". Для емкости сушилки она равна 30 руб./шт., а для склада – 60 руб./шт. (см. рис.3.3), то есть каждая полка, которую дополнительно можно будет поместить в сушилку, увеличит прибыль на 30 руб., а каждая полка, которую дополнительно можно будет поместить на склад, увеличит прибыль на 60 руб. Отсюда вывод: *в первую очередь выгодно увеличивать емкость склада готовой продукции.*

### 3.4. Примерные вопросы на защите работы

1. Что такое связывающие, несвязывающие, избыточные ограничения; дефицитные и недефицитные ресурсы?
2. Каковы предпосылки и основные задачи анализа оптимального решения на чувствительность?
3. Как графически проводится анализ изменения запаса дефицитных ресурсов?
- 4\*. Каким образом, опираясь на результаты графического анализа, можно численно рассчитать новый (улучшенный) запас дефицитного ресурса?
5. Как графически проводится анализ изменения запаса недефицитных ресурсов?
- 6\*. Каким образом, опираясь на результаты графического анализа, можно численно рассчитать новый запас недефицитного ресурса?
7. Что такое ценность дополнительной единицы i-го ресурса?
8. Как проводится графический анализ изменения коэффициентов ЦФ?

9\*. Как численно определить диапазон изменения коэффициентов ЦФ, не изменяющий оптимального решения?

10. Какую информацию о чувствительности оптимального решения задачи ЛП можно получить из отчета по результатам и отчета по устойчивости?

## Лабораторная работа №3 “Задачи линейного программирования. Стандартная транспортная задача”

**Цель работы** Приобретение навыков построения математических моделей стандартных транспортных задач ЛП и решения их в Microsoft Excel.

### Порядок выполнения работы

1. Согласно номеру своего варианта выберите условие задачи.
2. Постройте модель задачи, включая транспортную таблицу.
3. Найдите оптимальное решение задачи в Excel и продемонстрируйте его преподавателю.
4. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:
  - титульный лист (см. рис.2.1);
  - транспортную таблицу и модель задачи с указанием всех единиц измерения;
  - результаты решения задачи с указанием единиц измерения.

### Варианты

#### Постановка задачи

На складах хранится мука, которую необходимо завезти в хлебопекарни. Номера складов и номера хлебопекарен выбираются в соответствии с вариантами табл.4.4. Текущие тарифы перевозки муки [руб./т], ежемесячные запасы муки [т/мес.] на складах и потребности хлебопекарен в муке [т/мес.] указаны в табл.4.5.

При этом необходимо учитывать, что из-за ремонтных работ временно нет возможности перевозить муку с некоторых складов в некоторые хлебопекарни. В табл.4.4 это показано в графе "Запрет перевозки" в формате № склада x № хлебопекарни. Например, «2x3» обозначает, что нельзя перевозить муку со склада №2 в хлебопекарню №3.

Кроме того, необходимо учесть, что некоторые хлебопекарни имеют договоры на гарантированную поставку муки с определенных складов. В табл.4.4 это показано в графе "Гарантированная поставка" в формате № склада x № хлебопекарни = объем поставки. Например, «1x4=40» обозначает, что между складом №1 и магазином №4 заключен договор на обязательную поставку 40 т муки.

Необходимо организовать поставки наилучшим образом, учитывая, что мука хранится и транспортируется в мешках весом по 50 кг.

Таблица 3.1 *Номера складов, хлебопекарен, запрещенные и гарантированные поставки*

№ Варианта	№ Складов	№ Хлебопекарен	Запрет перевозки	Гарантированная
1	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	2x2, 3x4	3x3=50
2	2, 3, 4, 5	1, 2, 5	2x2, 3x5	3x2=40
3	1, 2, 4	1, 2, 3, 5	1x5, 2x3	4x3=45
4	1, 2, 3, 4	3, 4, 5	3x3, 4x5	3x5=40
5	1, 2, 5	2, 3, 4, 5	1x4, 5x3	1x5=60
6	1, 2, 3, 5	2, 3, 5	5x5, 2x2	3x5=30
7	2, 3, 4	2, 3, 4, 5	3x3, 2x5	4x3=45
8	1, 2, 3, 5	1, 2, 4	1x2, 5x4	3x2=20
9	2, 3, 5	1, 2, 3, 5	5x1, 3x5	5x2=30
10	2, 3, 4, 5	2, 3, 4	5x4, 3x2	4x3=35
11	3, 4, 5	1, 2, 3, 4	3x4, 5x1	4x1=40
12	1, 2, 3, 4	1, 2, 3	3x2, 4x1	2x2=50

Таблица 3.2 *Запасы, потребности и тарифы перевозок*

Склады	Хлебопекарни					Запас, т/мес.
	1	2	3	4	5	
1	400	600	800	200	200	80
2	300	100	500	600	500	70
3	500	200	100	600	300	60
4	300	700	200	400	900	55
5	200	500	800	200	400	65
Спрос, т/мес.	77,86	56,78	58,88	62,44	73,92	

#### 4.4. Примерные вопросы на защите работы

1. Что такое задача о размещении?
2. Какова постановка стандартной ТЗ?
3. Запишите математическую модель ТЗ.
4. Перечислите исходные и искомые параметры модели ТЗ.
5. Какова суть каждого из этапов построения модели ТЗ?
6. Раскройте понятие сбалансированности ТЗ.
7. Что такое фиктивные и запрещающие тарифы?
8. В каком соотношении должны находиться величины фиктивных и запрещающих тарифов при необходимости их одновременного использования в транспортной модели?
9. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:
  - титульный лист (рис.2.1);
  - исходные данные варианта;
  - построенную модель задачи с указанием всех единиц измерения;
  - результаты решения задачи.

ГАОУ СПО Стерлитамакский колледж строительства, экономики и права  Отчет по лабораторной работе №3 ”Решение задач линейного программирования с использованием Microsoft Excel”  Выполнил: <i>Ф.И.О.</i> Проверил: <i>Ф.И.О.</i>  Стерлитамак, 2013
---

Рис.2.1. Пример оформления титульного листа отчета по лабораторной работе

## Лабораторная работа №4 “Задачи линейного программирования. Задача о назначениях”

**Цель работы** Приобретение навыков построения математических моделей задач о назначении и решения этих задач в Microsoft Excel.

### Порядок выполнения работы

1. Согласно номеру своего варианта выберите условие задачи.
2. Постройте модель задачи, включая транспортную таблицу.
3. Найдите оптимальное решение задачи с помощью Excel и представьте его преподавателю.
4. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:
  - титульный лист (см. рис.2.1);
  - компьютерную модель задачи и модель задачи с указанием всех единиц измерения; результат решения задачи с указанием единиц измерения.

### Постановка задачи о назначениях

Отдел кадров предприятия устроил конкурсный набор специалистов на две вакантные должности. На эти новые места (НМ) претендуют 3 прежних сотрудника (ПС), уже работающие в других отделах, и 4 новых сотрудника (НС). Номера новых сотрудников, новых и прежних мест выбираются по вариантам из табл.5.1. Номера прежних мест являются номерами прежних сотрудников.

Отдел кадров оценил по десятибалльной шкале компетентность новых сотрудников (табл.5.2) и прежних сотрудников (табл.5.3) для работы и на новых местах, и на прежних местах (ПМ), то есть занимаемых прежними сотрудниками. Необходимо учесть, что руководство предприятия, во-первых, предпочитает, чтобы прежние сотрудники не претендовали на места друг друга, и, во-вторых, не намерено увольнять прежних сотрудников.

Необходимо распределить сотрудников по должностям наилучшим образом.

### Рекомендации к решению задач о назначениях

1. Процесс приведения задачи о назначениях к сбалансированному виду имеет свои особенности по сравнению с ТЗ. Если условие сбалансированности задачи не выполняется из-за нехватки работ или исполнителей в количестве  $k_{ab}$ , то для создания баланса надо ввести такое же количество  $k_{ab}$  фиктивных строк или столбцов.

2. Особенностью решения данной задачи является моделирование системы предпочтений, сложившейся у руководства предприятия по описанному в условии задачи кадровому вопросу.

3. В задаче о назначениях увольнение прежнего сотрудника или неприятие на работу нового сотрудника моделируется попаданием единицы в фиктивный столбец матрицы решений задачи, поэтому для запрещения или разрешения таких ситуации необходимо использовать соответствующие "тарифы".

4. Значения "тарифов"  $c_{ij}^3$  выбираются в зависимости от направления оптимизации ЦФ задачи о назначениях ( $\sum X_{ij} \rightarrow \max$  или  $\sum X_{ij} \rightarrow \min$ ). При этом руководствуются принципом "невыгодности" запрещенных назначений. Так, если  $\sum X_{ij}$  – это общая компетентность работников, то в качестве запрещающих надо выбирать нулевые компетентности  $c_{ij}^3$ . А если  $\sum X_{ij}$  – это общее время прохождения машинами транспортных маршрутов, то в качестве запрещающих надо выбирать значения  $c_{ij}^3$ , превосходящие по величине максимальные реальные значения  $c_{ij}$ .

5. При решении задач о назначении в Excel необходимо учитывать, что переменные  $X_{ij}$  являются булевыми.

## Варианты

Таблица 5.1

### *Номера сотрудников и мест их работы для конкретного варианта*

№ варианта	Новые сотрудники (НС)	Места работы прежних сотрудников (ПМ)	Новые места (НМ)
1	3, 4, 7, 8	1, 2, 3	1, 2
2	1, 2, 5, 6	2, 5, 6	2, 3
3	5, 6, 7, 8	1, 2, 5	3, 4
4	3, 4, 5, 6	4, 5, 6	1, 4
5	1, 2, 3, 4	2, 3, 4	2, 4
6	2, 4, 6, 8	3, 4, 6	1, 3
7	1, 3, 5, 7	2, 3, 6	1, 4
8	2, 3, 6, 7	3, 4, 5	2, 3
9	1, 4, 5, 8	2, 3, 5	3, 4
10	2, 3, 4, 5	1, 2, 6	1, 2
11	4, 5, 6, 7	1, 3, 5	2, 4
12	1, 2, 7, 8	2, 4, 6	1, 3

Таблица 5.2

### *Компетентность новых сотрудников*

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	ПМ1	ПМ2	ПМ3	ПМ4	ПМ5	ПМ6
НС1	6	5	7	6	5	6	7	6	7	5
НС2	5	5	8	8	7	6	4	5	8	8
НС3	6	7	5	6	4	5	4	5	6	6
НС4	7	8	7	6	5	7	6	8	5	5
НС5	7	6	6	5	5	4	5	5	4	6
НС6	8	8	9	7	6	7	8	7	9	8
НС7	9	8	9	9	8	7	8	9	8	7
НС8	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8

Таблица 5.3

### *Компетентность прежних сотрудников*

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	Занимаемое место
ПС1	7	6	6	7	7
ПС2	8	9	7	7	8
ПС3	6	5	6	6	6
ПС4	7	9	6	8	8
ПС5	8	7	8	8	7
ПС6	4	5	6	4	5

## 5.6. Примерные вопросы на защите работы

1. Какова постановка задачи о назначениях?
2. В чем отличие модели задачи о назначениях от модели ТЗ?
3. Каковы исходные и искомые параметры задачи о назначениях?
4. Запишите математическую модель задачи о назначениях.
5. Как записать модель задачи о назначениях, подразумевающую максимизацию ЦФ, в виде (5.1)?
6. Каким образом в модели задачи о назначениях можно запретить конкретное назначение?
7. В чем особенности процесса приведения задачи о назначениях к сбалансированному виду?
8. Поясните модель задачи о назначениях, построенную по заданному варианту.

## Лабораторная работа № 5 (часть 1) Модель неограниченного роста

**Цель работы:** Используя компьютерную модель неограниченного роста исследовать прирост массы живых организмов с течением времени.

### Предположения:

- прирост массы живых организмов за единицу времени пропорционален уже их имеющейся массе;
- регулятором прироста выступает окружающая среда;
- коэффициент размножения постоянен

### Параметры модели:

- начальная масса живых организмов  $M(0) = 1 \text{ т}$ ;
- коэффициент размножения  $k$ :

Природная зона	Тундра	Тайга	Степь	Пустыня
Коэффициент $k$	0,6	1,8	1,2	0,8

- время  $n$ .

Связь между параметрами модели задается соотношением:

$$M(n+1) = (1 + k) M(n)$$

### Задача:

- 1) Определить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит 100 т;
- 2) Определить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит 1000 т, 10000 т (т.е. произойдет ее "удесятерение") ;
- 3) Построить график зависимости массы растений от числа прошедших лет (для каждой природной зоны);
- 4) Определить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит массу Земли (5 976 000 000 000 000 000 000 т).

### Ход работы:

1. Загрузите электронную таблицу Excel и занесите в таблицу 2 исходные данные (они выделены цветом) и формулы.

	A	B	C	D	E	F
1	Природная зона	Год	Тундра	Тайга	Степь	Пустыня
2	Коэффициент размножения $k$		0,6	1,8	1,2	0,8
3	Начальная масса $M(0)$	0	1	1	1	1
4	Масса через 1 год	B3+1	C3*(1+C2)	D3*(1+D2)		
5	Масса через 2 года	B4+1	C4*(1+C2)	D4*(1+D2)		
6						

2. Измените формулы в блоке ячеек C4:D5 с учетом того, что номер строки в адресах некоторых ячеек должен быть абсолютным (неизменным при копировании в последующие строки).

3. Занесите формулы в ячейки E4 и F4.

*Подготовленную таблицу в режиме отображения формул приложите к отчету.*

4. Последовательно скопируйте блок ячеек B4:F4 в последующие строки. Копирование прекратить, как только во всех четырех столбцах C, D, E и F возникнут числа, большие 100.

*Для каждой природной зоны определите, через сколько лет масса растений превысит 100 т. Результаты запишите в отчет.*

5. С помощью электронной таблицы вычислить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит 1000 т и 10000 т.

*Результаты запишите в отчет. Для каждой природной зоны сделайте вывод о времени, необходимом для увеличения массы растений в 10 раз.*

6. С помощью электронной таблицы вычислить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит массу Земли, равную 5 976 000 000 000 000 000 000 т.

*Результаты запишите в отчет. Для каждой природной зоны сделайте вывод о времени, когда масса растений превысит массу Земли.*

7. С помощью электронной таблицы для каждой природной зоны построить график зависимости массы растений от числа прошедших лет.

Таблицу в режиме отображения значений и графики приложите к отчету.

## Лабораторная работа № 5(часть 2) Модель ограниченного роста

**Цель работы:** Используя компьютерную модель ограниченного роста исследовать прирост массы живых организмов с течением времени.

### Предположения:

- прирост массы живых организмов за единицу времени пропорционален уже имеющейся массе;
- существует некоторое предельное значение массы живых организмов;
- коэффициент прироста массы живых организмов за единицу времени пропорционален разности между максимально возможным значением массы и массой, имеющейся к данному моменту времени.

### Параметры модели:

- начальная масса живых организмов  $M(0) = 1 \text{ т}$ ;
- предельное значение массы живых организмов  $L = 11000 \text{ т}$ .
- коэффициент пропорциональности  $a$  в формуле для коэффициента прироста;
- время  $n$ .

Связь между параметрами модели задается соотношением:

$$M(n+1) = M(n) + a M(n) (L - M(n))$$

$$k(n) = a (L - M(n))$$

$$a = k(n) / (L - M(n)), \text{ т.е. при } n=0 \text{ } a = k(0) / (L - M(0))$$

Природная зона	Тундра	Тайга	Степь	Пустыня
Коэффициент $k$	0,6	1,8	1,2	0,8

### Задача:

- 1) Определить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит 100 т;
- 2) Определить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит 1000 т; 10 000 т (т.е. произойдет ее "удесятерение")
- 3) Построить график зависимости массы растений от числа прошедших лет (для каждой природной зоны);

### Ход работы:

1. Загрузите электронную таблицу Excel и занесите в таблицу исходные данные (они выделены цветом) и формулы:

	A	B	C	D	E	F
1	Природная зона	Год	Тундра	Тайга	Степь	Пустыня
2	Коэффициент размножения $k$		0,6	1,8	1,2	0,8
3	Предельное значение массы $L$		11000	11000	11000	11000
4	Коэффициент $a$					
5	Начальная масса $M(0)$	0	1	1	1	1
6	Масса через 1 год	B5+1	C5+C4*C5*(C3-C5)	D5+D4*D5*(D3-D5)		
	Масса через 2 года	B6+1				

2. Измените формулы в блоке ячеек C4:D5 с учетом того, что номер строки в адресах некоторых ячеек должен быть абсолютным (неизменным при копировании в последующие строки).  
*Подготовленную таблицу в режиме отображения формул приложите к отчету.*
3. Последовательно скопируйте блок ячеек B4:F4 в последующие строки. Копирование прекратить, как только во всех четырех столбцах C, D, E и F возникнут числа, большие 100.  
*Результаты занесите в отчет. Сравните с результатами предыдущей практической работы и сделайте выводы.*
4. С помощью электронной таблицы вычислить, через сколько лет масса растений в различных природных зонах превысит 1000 т и 10000.  
*Результаты занесите в отчет. Сравните с результатами предыдущей практической работы и сделайте выводы.*
5. С помощью электронной таблицы для каждой природной зоны построить график зависимости массы растений от числа прошедших лет.  
*Таблицу в режиме отображения значений и графики приложите к отчету.*

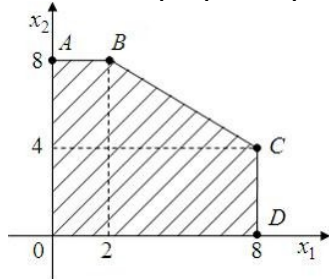
## РАЗДЕЛ 5 КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

### 5.1 Текущий контроль по темам.

#### 5.1.1 Текущий контроль по теме: «Линейное программирование: графическое задание области допустимых решений»

##### ЗАДАНИЕ N 1

Область допустимых решений OABCD задачи линейного программирования имеет вид:



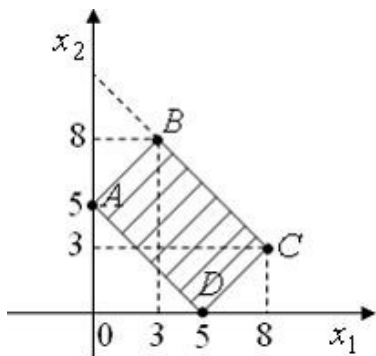
Тогда максимальное значение функции  $F(x) = 3x_1 - 2x_2$  достигается

в точке ...

- D
- B
- A
- C

##### ЗАДАНИЕ N 2

Область допустимых решений ABCD задачи линейного программирования имеет вид:

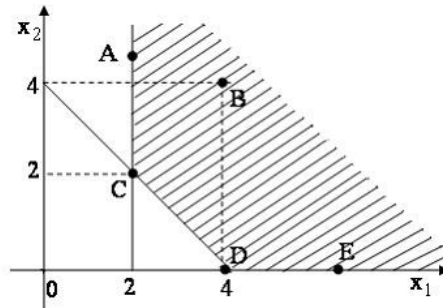


Тогда функция  $F(x) = -x_1 + x_2$  достигает максимального значения ...

- на отрезке AB
- на отрезке CD
- в точке D
- только в точке B

##### ЗАДАНИЕ N 3

Область допустимых решений ABCDE задачи линейного программирования имеет вид:



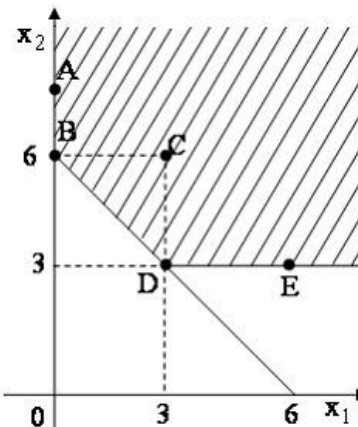
Тогда максимальное значение функции  $F(x) = -x_1 - 2x_2$  достигается

в точке ...

- D
- C
- B
- точки максимума не существует

##### ЗАДАНИЕ N 4

Область допустимых решений ABCDE задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда минимальное значение функции  $F(x) = 3x_1 + x_2$  достигается

в точке ...

- B
- O
- C
- D

**5.1.2. Текущий контроль по теме: Транспортная задача**

**1 вар** Транспортная задача, заданная распределительной таблицей, имеет вид

	10	12	7
5	4	3	2
14	5	2	3
10	1	4	6

Тогда первоначальное распределение поставок, осуществленное по методу «северо-западного угла» будет иметь вид ...

	10	12	7
5	4	5	3
14	5	2	9
10	1	4	3

	10	12	7
5	4	3	2
14	5	2	12
10	1	4	6

	10	12	7
5	4	5	3
14	5	2	10
10	1	5	4

	10	12	7
5	4	3	2
14	5	2	9
10	1	4	3

**2 вар.** Транспортная задача, заданная распределительной таблицей, имеет вид

	10	12	7
5	4	3	2
14	1	3	4
10	5	4	6

Тогда первоначальное распределение поставок, осуществленное по методу «учета наименьших затрат» будет иметь вид ...

	10	12	7
5	4	3	2
14	1	3	4
10	5	4	6

	10	12	7
5	4	3	2
14	1	3	4
10	5	4	6

	10	12	7
5	4	5	3
14	1	5	9
10	5	4	3

	10	12	7
5	4	3	2
14	1	3	9
10	5	4	3

Транспортная задача

	18	21	2	<b>b</b>
32	4	4	2	2
5	2	3	5	1
<b>a</b>	3	7	1	1

будет открытой, если ...

- $a = 7, b = 5$
- $a = 5, b = 1$
- $a = 8, b = 4$
- $a = 4, b = 0$

В транспортной задаче, решаемой методом потенциалов, распределение поставок задано таблицей:

	10	11	7	$u_i$
5	<sup>4</sup> 4	<sup>3</sup> 3	<sup>2</sup> 5	0
13	<sup>1</sup> 10	<sup>3</sup> 3	<sup>4</sup> 4	$u_2$
10	<sup>5</sup> 5	<sup>4</sup> 8	<sup>6</sup> 2	$u_3$
$v_j$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	

Тогда значение потенциала  $u_2$  будет равно ...

- 3
- 0
- 4
- 2

В транспортной задаче оптимальное распределение поставок имеет вид:

	10	15	8	$u_i$
4	<sup>4</sup> 4	<sup>3</sup> 3	<sup>2</sup> 4	0
14	<sup>6</sup> 6	<sup>3</sup> 10	<sup>4</sup> 4	2
15	<sup>c</sup> 10	<sup>2</sup> 5	<sup>6</sup> 6	1
$v_j$	4	1	2	

Тогда оптимальное значение целевой функции будет равно ...

- 114
- 74
- 94
- 104

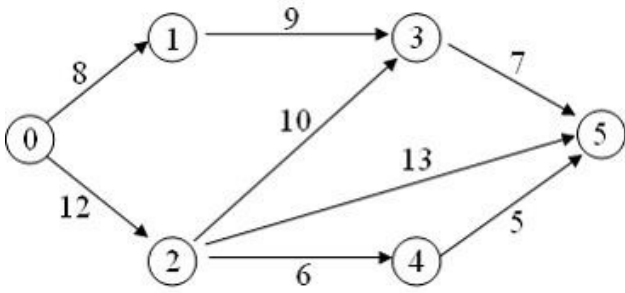
В транспортной задаче оптимальное распределение поставок, найденное по методу потенциалов, имеет вид ...

	10	12	8	$u_i$
14	<sup>4</sup> 10	<sup>3</sup> 4	<sup>1</sup> 1	0
6	<sup>4</sup> 4	<sup>4</sup> 4	<sup>2</sup> 6	2
10	<sup>1</sup> 1	<sup>2</sup> 8	<sup>3</sup> 2	-1
$v_j$	4	3	4	

	10	12	8	$u_i$
14	<sup>4</sup> 0	<sup>3</sup> 6	<sup>1</sup> 8	0
6	<sup>4</sup> 4	<sup>4</sup> 6	<sup>2</sup> 2	1
10	<sup>1</sup> 10	<sup>2</sup> 2	<sup>3</sup> 3	-3
$v_j$	4	3	1	

**5.1.3. Текущий контроль по теме: «Сетевое планирование»**

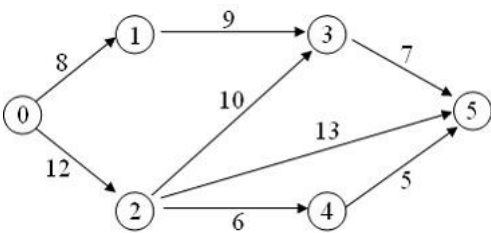
1. Сетевой график изображен на рисунке



Тогда, для изменения критического пути, продолжительность работы (4,5) можно увеличить на ...

- 7 дней
- 5 дней
- 3 дня
- 1 день

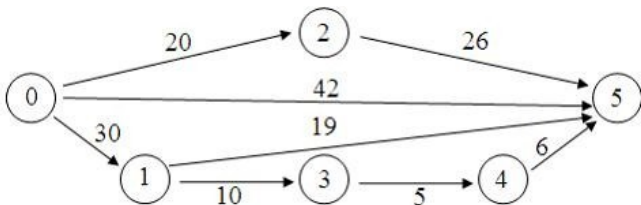
2. Сетевой график изображен на рисунке



Тогда, для изменения критического пути, продолжительность работы (4,5) можно увеличить на ...

- 7 дней
- 5 дней
- 3 дня
- 1 день

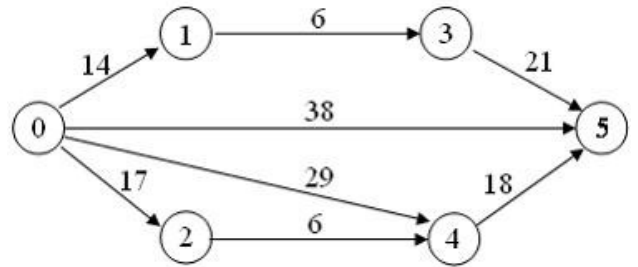
3. Сетевой график изображен на рисунке



Тогда полный резерв времени работы (1,5) равен ...

- 2
- 8
- 0
- 4

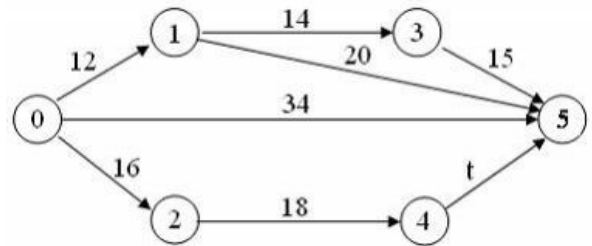
4. Для сетевого графика, изображенного на рисунке,



критической является работа ...

- (4,5)
- (0,5)
- (1,3)
- (2,5)

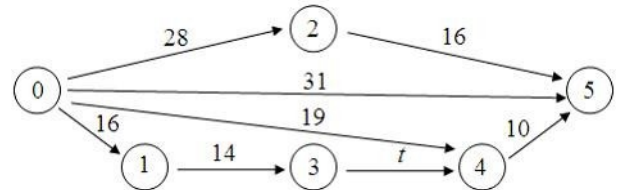
Для сетевого графика, изображенного на рисунке,



длина критического пути равна 42. Тогда значение параметра  $t$  равно ...

- 8
- 18
- 0
- 42

Для сетевого графика, изображенного на рисунке,



длина критического пути равна 49. Тогда значение параметра  $t$  равно ...

- 9
- 19
- 0
- 49

### 5.1.4. Текущий контроль по теме: «Теория игр».

#### 1 вариант

Матрица выигрышей в игре с природой имеет вид

	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$
$A_1$	1	3	7
$A_2$	2	4	6
$A_3$	4	3	3
$A_4$	9	5	1

Тогда оптимальной по критерию пессимизма-оптимизма Гурвица относительно выигрышей с показателем пессимизма  $\lambda = 0,3$  будет стратегия ...

- $A_4$
- $A_1$
- $A_2$
- $A_3$

#### 2 вариант

Матрица выигрышей в игре с природой имеет вид:

	$P(Q_1) = 0,45$	$P(Q_2) = p$
$A_1$	6	2
$A_2$	4	3
$A_3$	3	6
$A_4$	2	5

Тогда средний выигрыш игрока по критерию Байеса относительно выигрышей будет равен ...

- 4,65
- 3,8
- 5
- 3,65

## 5.2 Рубежный контроль

### 5.2.1 Контрольные задания по разделу «Линейное программирование»

#### Вариант 1.

**Задание 1.** Экономико-математическая модель задачи линейного программирования (ЗЛП) содержит:

- критерий оптимальности (целевая функция)
- условие экстремума целевой функции
- систему ограничений
- условие допустимости (неотрицательности) переменных
- все ответы верны.**

**Задание 2.** Решить ЗЛП графическим методом

$$F(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

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

Значение целевой функции, доставляемое найденным оптимальным планом производства, равно:

- 12
- 2
- 8
- 4
- нет правильного ответа

**Задание 3.** При расчете разрешающего элемента выяснилось, что в разрешающем столбце нет положительных элементов. Какой вывод можно сделать?

- ЗЛП имеет единственное оптимальное решение
- ЗЛП имеет бесконечное число решений
- целевая функция не ограничена, решений нет**
- найденное решение не является допустимым
- нет правильного ответа

**Задание 4.** Наиболее оптимальным методом начального распределения поставок в транспортной задаче является

- метод «северо-западного угла»
- метод минимальных затрат**

3. метод потенциалов

4. все варианты верны

5. нет правильного ответа

**Задание 5.** При решении транспортной задачи методом потенциалов получили выполнение критерия оптимальности плана, но при этом имеется незанятая (пустая) клетка с нулевой оценкой. Какой можно сделать вывод?

1. найденное решение транспортной задачи не является единственным

2. найденное решение не является оптимальным

3. транспортная задача не имеет решений

4. это случай заикливания

5. нет верного ответа

**Вариант 2.**

**Задание 1.** Дана система ограничений ЗЛП по ресурсам производства. При приведении ЗЛП к каноническому виду и нахождении начального допустимого базисного решения число дополнительных и искусственных переменных соответственно равны:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ x_1 - 4x_2 = 2 \\ x_1 - x_2 \geq 5 \end{cases}$$

1. 3, 0

2. 2, 0

3. 2, 1

4. 2, 2

5. нет правильного ответа

**Задание 2.** Дана исходная таблица решения ЗЛП симплекс-методом

Б	C <sub>б</sub>	X <sub>0</sub>	16	20	18	0	0	0
			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
X <sub>4</sub>	0	24	2	4	2	1	0	0
X <sub>5</sub>	0	12	2	3	3	0	1	0
X <sub>6</sub>	0	18	4	2	1	0	0	1
F		0	-16	-20	-18	0	0	0

Определить разрешающий элемент

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

5. нет правильного ответа

**Задание 3.** Двойственные оценки позволяют выяснить:

1. увеличение объемов какого вида ресурсов наиболее выгодно

2. на сколько можно увеличить запас сырья для улучшения полученного оптимального значения целевой функции

3. каков диапазон изменения того или иного коэффициента целевой функции, при котором не происходит изменения оптимального решения

4. целесообразность включения в план новых изделий

5. все варианты верны

**Задание 4.** Имеются данные транспортной задачи: наличие груза в пунктах отправления A<sub>i</sub> (i=1,2,3); потребность в грузе пунктов назначения B<sub>j</sub> (j=1,2,3,4); матрица транспортных затрат на перевозку единицы продукции из пункта A<sub>i</sub> в пункт B<sub>j</sub>

$$A=(100, 150, 50), \quad B=(75, 80, 60, 85), \quad C = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \\ 8 & 10 & 20 & 1 \end{pmatrix}$$

Выполнить начальное распределение поставок по методу «северо-западного угла». При этом стоимость перевозок составит:

1. 1295 у.е

2. 1200 у.е

3. 1245 у.е

4. 1220 у.е

5. нет правильного ответа

ответа

**Задание 5.** Величина перераспределения поставок в клетку (2,2) равна:

300 <sup>4</sup>		1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>
100 <sup>3</sup>	250 <sup>4</sup>		2 <sup>2</sup>
1 <sup>1</sup>	150 <sup>3</sup>		1 <sup>1</sup>
1 <sup>1</sup>		4 <sup>4</sup>	200 <sup>3</sup>

1. 300

2. 250

3. 200

4. 100

5. нет правильного ответа

## 5.2.2 Контрольная работа по теме «Графический метод решения ЗЛП»

### Вариант 1

1. Решить геометрически

$$F = 2x_1 - 6x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 2

1. Решить геометрически

$$F = 2x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 3

1. Решить геометрически

$$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 - 4 \leq 0, \\ 3x_1 - x_2 \geq 0 \\ x_1 + x_2 - 4 \geq 0, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 4

1. Решить геометрически

$$F = 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4, \\ 2x_1 - x_2 \geq 2 \\ -x_1 - 2x_2 \geq -10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 5

1. Решить геометрически

$$F = x_1 - x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 - 2x_2 \leq -8 \\ x_1 + x_2 \leq 5, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 6

1. Решить геометрически

$$F = 3x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 8, \\ 2x_1 - x_2 \geq 1 \\ x_1 - 2x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 7

1. Решить геометрически

$$F = 2x_1 - 3x_2 + 1 \rightarrow \min$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4, \\ 2x_1 - x_2 \geq 4 \\ x_1 - 2x_2 \leq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### Вариант 8

1. Решить геометрически

$$F = 2x_1 - 6x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases},$$

2. Составить двойственную задачу и решить ее

### 5.2.3 Контрольная работа по разделу «Линейное программирование» по дисциплине «Математические методы»

#### Вариант 1

1. Решить транспортную задачу методом потенциалов:

<i>min</i>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>85</b>
<b>100</b>	6	7	3	5
<b>150</b>	1	2	5	6
<b>50</b>	8	10	20	1

2. Составить двойственную задачу к предложенной исходной задаче:

<i>Сырье</i>	<i>Затраты</i>		<i>Количество сырья</i>
	<i>П1</i>	<i>П2</i>	
<i>C1</i>	1	3	300
<i>C2</i>	1	1	150
<i>Прибыль</i>	2	3	

3. Решить двойственную задачу к предложенной исходной задаче (метод по выбору студента)

#### Вариант 2

1. Решить транспортную задачу методом потенциалов:

<i>min</i>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>200</b>
<b>300</b>	4	1	2
<b>350</b>	3	4	2
<b>150</b>	1	3	1
<b>200</b>	1	4	3

2. Составить двойственную задачу к предложенной исходной задаче:

<i>Сырье</i>	<i>Затраты</i>		<i>Количество сырья</i>
	<i>П1</i>	<i>П2</i>	
<i>Труд</i>	2	4	2000
<i>Оборудование</i>	4	1	1400
<i>Прибыль</i>	40	60	

3. Решить двойственную задачу к предложенной исходной задаче (метод по выбору студента)

### 5.2.4 Контрольная работа по теме «Транспортная задача.»

Вариант 1					
	7	7	7	7	2
4	16	30	17	10	16
6	30	27	26	9	3
10	13	4	22	3	1
10	3	1	5	4	24
Вариант 2					
	19	19	19	19	4
20	15	1	22	19	1
20	21	18	11	4	3
20	26	29	23	26	24
20	21	10	3	19	27
Вариант 3					
	11	11	11	11	16
15	17	20	29	26	25
15	3	4	5	15	24
15	19	2	22	4	13
15	20	27	1	17	19
Вариант 4					
	12	12	12	12	12
13	20	26	24	26	29
17	15	20	29	26	23
17	4	10	27	30	7
13	9	16	29	20	3
Вариант 5					
	8	8	8	8	28
18	21	22	2	13	7
12	27	10	4	24	9
17	3	16	25	5	4
13	28	11	17	10	29

Вариант 6					
	9	24	9	9	9
15	10	17	9	20	30
15	13	4	24	26	26
19	22	24	30	27	29
11	25	12	11	24	23
Вариант 7					
	15	15	15	15	20
21	30	24	11	12	25
19	26	4	29	20	24
15	27	14	14	10	18
25	6	14	28	8	2
Вариант 8					
	8	9	13	8	12
9	5	15	3	6	10
11	23	8	13	27	12
14	30	1	5	24	25
16	8	26	7	28	9
Вариант 9					
	7	7	7	7	42
22	9	17	29	28	8
13	13	21	27	16	29
17	20	30	24	7	26
18	11	19	30	6	2
Вариант 10					
	6	6	13	20	15
16	30	2	5	6	15
15	5	29	9	5	7
14	16	24	14	6	26
15	13	28	4	25	8

### 5.2.5 Домашняя контрольная работа по разделу «Линейное программирование»

Задание 1. Решить симплекс-методом следующие задачи линейного программирования.

Вариант		
1	$F(x) \bullet 3x_1 + 3x_2 + 2x_3 \rightarrow \max$ $3x_1 + x_2 + x_3 \leq 1800$ $2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 2400$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$	$F(x) \bullet 4x_1 + 6x_2 \rightarrow \min$ $3x_1 + x_2 \leq 9$ $x_1 + 2x_2 \leq 8$ $x_1 + 6x_2 \leq 12$ $x_1, x_2 \geq 0$
2	$F(x) \bullet 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$ $3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 15$ $x_1 + 3x_3 \leq 7$ $2x_1 + 8x_2 \leq 20$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$	$F(x) \bullet x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + 2x_2 \leq 7$ $2x_1 + x_2 \leq 2$ $4x_1 + 3x_2 \leq 12$ $x_1 + 3x_2 \leq 18$ $x_1, x_2 \geq 0$
	$F(x) \bullet 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $5x_1 + 4x_2 \leq 20$ $2x_1 + 3x_2 \leq 24$ $x_1 + 3x_2 \leq 3$ $x_2 \leq 6$ $x_1, x_2 \geq 0$	$F(x) \bullet 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$ $x_1 + x_2 \leq 4$ $2x_1 + x_2 \leq 1$ $x_1 + 2x_2 \leq 1$ $x_1, x_2 \geq 0$
4	$F(x) \bullet 10x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 4x_4 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 50000$ $x_1 \leq 20000$ $x_2 + x_3 \leq 25000$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$	$F(x) \bullet 10x_2 + x_3 \rightarrow \min$ $2x_1 + x_2 + x_3 \leq 1$ $x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 3$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
5	$F(x) \bullet 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + 3x_2 \leq 18$ $2x_1 + x_2 \leq 16$ $x_2 \leq 5$ $3x_1 \leq 21$ $x_1, x_2 \geq 0$	$F(x) \bullet 6x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 \rightarrow \max$ $3x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 \leq 0$ $2x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 \leq 1$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$
6	$F(x) \bullet 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 \leq 2$ $x_1 + 2x_2 \leq 7$ $4x_1 + 3x_2 \leq 6$ $x_1, x_2 \geq 0$	$F(x) \bullet 3x_2 + 2x_3 + x_4 \rightarrow \min$ $x_1 + x_3 + x_4 \leq 5$ $2x_1 + x_2 + 2x_3 + 2x_4 \leq 7$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$
7	$f(x) \bullet x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 + 2x_2 \leq 6$ $x_1 + 2x_2 \leq 4$ $3x_1 + 2x_2 \leq 12$ $x_1, x_2 \geq 0$	$F(x) \bullet x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 1$ $x_1 + x_2 \leq 2$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

<p><b>8</b></p> $f(x) \bullet x_1 + 3x_2 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 3 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 7 \\ & \rightarrow 3x_1 + x_2 \leq 15 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>8</b></p> $F(x) \bullet 7x_1 + x_3 + 4x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 6 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 + x_3 \leq 1 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>9</b></p> $F(x) \bullet 2x_1 + 6x_2 + 6x_3 + 6x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 1 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 \leq 1 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>9</b></p> $F(x) \bullet 7x_1 + 5x_2 \text{ min}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 \geq 3 \\ & \rightarrow x_1 + 5x_2 \geq 5 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 \geq 4 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>10</b></p> $F(x) \bullet 2x_1 + 3x_2 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow 3x_1 + 3x_2 \leq 15 \\ & \rightarrow x_1 + 3x_2 \leq 9 \\ & \rightarrow x_1 \leq 4 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>10</b></p> $F(x) \bullet x_1 + 2x_2 \text{ min}$ $\begin{aligned} & \rightarrow 2x_1 + 3x_2 \geq 0 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 3 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 \geq 4 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>11</b></p> $F(x) \bullet 6x_1 + 2x_2 + 4x_3 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>11</b></p> $F(x) \bullet x_1 + 4x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_2 + x_3 \leq 4 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 3 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 5 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>12</b></p> $F(x) \bullet x_1 + x_2 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 \geq 2 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 4 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>12</b></p> $F(x) \bullet 6x_1 + x_2 + 4x_3 + 5x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow 3x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 4 \\ & \rightarrow 5x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 4 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>13</b></p> $F(x) \bullet 3x_1 + 3x_2 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 8 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 \leq 16 \\ & \rightarrow x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>13</b></p> $F(x) \bullet x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 \geq 1 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 \geq 2 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>14</b></p> $F(x) \bullet 3x_1 + 4x_2 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow 3x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ & \rightarrow x_1 + 4x_2 \leq 10 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>14</b></p> $F(x) \bullet x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 \geq 5 \\ & \rightarrow 2x_1 + x_3 + x_4 \geq 1 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$
<p><b>15</b></p> $f(x) \bullet x_1 + 3x_2 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 3 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 \leq 7 \\ & \rightarrow 3x_1 + x_2 \leq 15 \\ & \rightarrow x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$		<p><b>15</b></p> $F(x) \bullet 2x_1 + x_2 + 3x_3 + x_4 \text{ max}$ $\begin{aligned} & \rightarrow x_1 + 2x_2 + 5x_3 + x_4 \geq 4 \\ & \rightarrow x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 \geq 1 \\ & \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$

## Задание 2

### Вариант 1

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	3	1	3	2	200
II	1	2	4	8	160
III	2	4	1	1	170
	6	6	3	6	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=56, X_2=12, X_3=0, X_4=10$

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I и II вида на 4 и 3 единицы соответственно и уменьшении на 3 единицы III вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 10 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

### Вариант 2

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	2	1	3	2	200
II	1	2	4	8	160
III	2	4	1	1	170
	5	7	3	6	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=80, X_2=0, X_3=0, X_4=10$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_2, X_3$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I и II вида на 8 и 10 единицы соответственно и уменьшении на 5 единицы III вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 10 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

### Вариант 3

Для изготовления трех видов продукции используют три вида сырья. Запасы сырья, нормы его расхода и прибыль от реализации каждого продукта приведены в таблице.

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	18	15	12	360
II	6	4	8	192
III	5	3	3	180
	9	10	16	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=0, X_2=8, X_3=20$ :

Требуется

- 1) Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_1$ ).
- 2) Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
- 3) Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
- 4) Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I вида на 40 и уменьшении на 9 единицы II вида.

5) Определить целесообразность включения в план изделия «Г» ценой 11ед., если нормы затрат 9 и 6кг.

**Вариант4**

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	2	1	0,5	4	2400
II	1	5	3	0	1200
III	3	0	6	1	3000
	7,5	3	6	12	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=0$   $X_2=0$   $X_3=400$   $X_4=550$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_1, X_2$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I вида на 100кг и уменьшении на 150 единиц III вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 10 ед., на изготовление которого расходуется по 2,4,4кг единицы сырья соответственно.

**Вариант5**

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	2	1	1	3	300
II	1	0	2	1	70
III	1	2	1	0	340
	8	3	2	1	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=70$ ,  $X_2=135$ ,  $X_3=0$ ,  $X_4=0$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3, X_4$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья III вида на 20 единиц.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 11 ед., на изготовление которого расходуется по 8, 2, 3 ед. соответственно.

**Вариант6**

Для изготовления трех видов продукции используют три вида сырья. Запасы сырья, нормы его расхода и прибыль от реализации каждого продукта приведены в таблице.

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	1	4	3	200
II	1	1	2	80
III	1	11	2	140
	40	60	80	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=40$ ,  $X_2=40$ ,  $X_3=0$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.

4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья на 15 ед..

5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 70 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

**Вариант 7.**

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	3	6	4	2000
II	20	15	20	15000
III	10	15	20	7400
vi	0	3	5	1500
	6	10	9	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=520$ ,  $X_2=0$ ,  $X_3=110$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_2$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I вида на 24
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 11 ед., на изготовление которого расходуется по 8, 4, 18, 7 единиц сырья соответственно..

**Вариант 8.**

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	1	0	2	1	180
II	0	1	3	2	210
III	4	2	0	4	800
	9	6	4	7	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=95$ ,  $X_2=210$ ,  $X_3=0$ ,  $X_4=0$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3$ ,  $X_4$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья II и III вида на 120 и 160 единицы соответственно и уменьшении на 50 единицы I вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 13 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

**Вариант 9.**

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	3	1	3	2	200
II	1	2	4	8	160
III	2	4	1	1	170
	6	6	3	6	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=56$ ,  $X_2=12$ ,  $X_3=0$ ,  $X_4=10$

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3$ ).

2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I и II вида на 4 и 3 единицы соответственно и уменьшении на 3 единицы III вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 10 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

#### **Вариант10**

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

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	2	1	3	2	200
II	1	2	4	8	160
III	2	4	1	1	170
	5	7	3	6	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=80, X_2=0, X_3=0, X_4=10$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_2, X_3$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I и II вида на 8 и 10 единицы соответственно и уменьшении на 5 единицы III вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 10 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

#### **Вариант11**

Для изготовления трех видов продукции используют три вида сырья. Запасы сырья, нормы его расхода и прибыль от реализации каждого продукта приведены в таблице.

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	18	15	12	360
II	6	4	8	192
III	5	3	3	180
	9	10	16	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=0, X_2=8, X_3=20$ :

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_1$ ).
2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
4. Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I вида на 40 и уменьшении на 9 единицы II вида.
5. Определить целесообразность включения в план изделия «Г» ценой 11 ед., если нормы затрат 9 и 6 кг..

#### **Вариант12**

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

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=0, X_2=0, X_3=400, X_4=550$ :

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	2	1	0,5	4	2400
II	1	5	3	0	1200
III	3	0	6	1	3000
	7,5	3	6	12	

Требуется

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_1, X_2$ ).

2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
3. Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.

- Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I вида на 100кг и уменьшении на 150 единиц III вида.
- Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 10 ед., на изготовление которого расходуется по 2,4,4кг единицы сырья соответственно.

**Вариант13**

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

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=70, X_2=135, X_3=0, X_4=0$ :

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
	2	1	1	3	300
II	1	0	2	1	70
III	1	2	1	0	340
	8	3	2	1	

Требуется

- Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3, X_4$ ).
- Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.
- Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
- Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья III вида на 20 единиц.
- Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 11 ед., на изготовление которого расходуется по 8, 2, 3 ед. соответственно.

**Вариант14**

Для изготовления трех видов продукции используют три вида сырья. Запасы сырья, нормы его расхода и прибыль от реализации каждого продукта приведены в таблице.

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=40, X_2=40, X_3=0$ : Требуется

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	1	4	3	200
II	1	1	2	80
III	1	11	2	140
	40	60	80	

- Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_3$ ).
- Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.

- Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
- Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья на 15 ед..
- Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 70 ед., на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

**Вариант15**

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

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции были получены следующие результаты  $X_1=520, X_2=0, X_3=110$ : Требуется

Тип сырья	Нормы сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	3	6	4	2000
II	20	15	20	15000
III	10	15	20	7400
vi	0	3	5	1500
	6	10	9	

- Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости, указать оптимальную производственную программу (пояснить нулевые значения  $X_2$ ).
- Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план.

- Проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.
- Определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I вида на 24
- Определить целесообразность включения в план изделия «Д» ценой 11 ед., на изготовление которого расходуется по 8, 4, 18, 7 единиц сырья соответственно.

## 5.3 Итоговый контроль

### 5.3.1 Тестовые задания для контроля теоретических знаний по дисциплине «Математические методы»

- 1) *Градиент – это:*
  - а) Вектор, направленный в сторону наискорейшего убывания функции и равный по величине производной в этом направлении
  - б) Вектор, направленный в сторону наискорейшего возрастания функции и равный по величине производной в этом направлении
  - в) Линия, сдвигаемая вдоль направления оптимизации
  - г) Линия, сдвигаемая против направления оптимизации
- 2) *При графическом решении задачи линейного программирования линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при поиске максимума целевой функции:*
  - а) сдвигается по направлению вектора до крайнего положения в области допустимых решений
  - б) сдвигается против направления вектора до крайнего положения в области допустимых решений
  - в) сдвигается по направлению вектора до пересечения с осью ординат
  - г) сдвигается по направлению вектора до пересечения с осью абсцисс
- 3) *При графическом решении задачи линейного программирования определить, что экстремума не существует, можно по следующим признакам:*
  - а) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, параллельна с одной из сторон области допустимых решений в направлении оптимизации целевой функции
  - б) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, в направлении оптимизации целевой функции касается области допустимых решений в единственной точке
  - в) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, в направлении оптимизации целевой функции не пересекает области допустимых решений
  - г) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, в направлении оптимизации целевой функции не покидает области допустимых решений
- 4) *При графическом решении задачи линейного программирования определить, что задача имеет множество решений, можно по следующим признакам:*
  - а) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации касается области допустимых решений в единственной точке
  - б) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, параллельна с одной из сторон области допустимых решений в направлении оптимизации целевой функции
  - в) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации не пересекает области допустимых решений
  - г) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации не покидает области допустимых решений
- 5) *При графическом решении задачи линейного программирования она имеет единственное оптимальное решение, если:*
  - а) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации касается области допустимых решений в единственной точке
  - б) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, параллельна с одной из сторон области допустимых решений в направлении оптимизации целевой функции
  - в) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации не пересекает области допустимых решений
  - г) линия уровня, перпендикулярная вектору – градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации не покидает области допустимых решений
- 6) *Симплексный метод решения задач линейного программирования – это:*
  - а) вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений – перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции больше.
  - б) вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений – перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции меньше.
  - в) вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений – перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции оптимальнее.

- г) вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений – перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции не меньше
- 7) *Укажите, в каком случае возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом (М-метода):*
- а) трудно привести задачу к каноническому виду
  - б) задача имеет множество решений
  - в) для решения задачи неприменим графический метод
  - г) трудно найти первоначальный опорный план исходной задачи линейного программирования, записанной в канонической форме
- 8) *Двойственная задача – это:*
- а) задача, обратная для задачи линейного программирования, причем функционалы оптимальных решений задач совпадают, но если в прямой задаче они отражают наиболее эффективную комбинацию ресурсов, которая дает максимум целевой функции, то в двойственной – наиболее эффективную комбинацию расчетных цен (оценок) ограниченных ресурсов
  - б) задача, обратная для задачи линейного программирования, причем функционалы оптимальных решений задач совпадают, но в двойственной коэффициенты при переменных обратно пропорциональны исходным коэффициентам
  - в) задача, обратная для задачи линейного программирования, причем функционалы оптимальных решений задач совпадают, но в двойственной коэффициенты при переменных противоположны исходным коэффициентам
  - г) задача, обратная для задачи линейного программирования, в которой коэффициенты при переменных противоположны коэффициентам прямой задачи, поэтому одна задача решается на нахождение минимума, а другая – на нахождение максимума
- 9) *Система ограничений в линейном программировании отражает:*
- а) Ограничение сроков выполнения работ
  - б) Имеющиеся резервы времени для выполнения работ
  - в) Математическую запись дефицитности имеющихся ресурсов
  - г) Критерий оптимальности решения
- 10) *Целевая функция в экстремальных задачах – это:*
- а) функция, задающая критерий оптимальности решения задачи, минимум или максимум которой нужно найти
  - б) функция, отражающая оптимальное решение экстремальной задачи
  - в) функция, определяющая дефицитность ресурсов
  - г) функция, для которой необходимо найти оба экстремума
- 11) *Линейное программирование – это:*
- а) раздел математического оптимального программирования, изучающий задачи на нахождение экстремума, в которых на искомые переменные накладывается условие целочисленности, а область допустимых решений дискретна.
  - б) раздел математического программирования, совокупность приемов, позволяющих находить оптимальные решения, основанные на вычислении последствий каждого решения и выработке оптимальной стратегии для последующих решений.
  - в) область математического программирования, решающая задачи на нахождение экстремума, характеризующиеся линейной зависимостью между переменными.
  - г) раздел математического программирования, изучающий методы решения таких экстремальных задач, в которых эффективность возрастает или убывает не пропорционально изменению масштабов использования ресурсов.
- 12) *Задача о коммивояжере – это:*
- а) задача линейного программирования, состоящая в определении такого рациона, который удовлетворял бы потребности организма в питательных веществах при минимальной общей стоимости используемых продуктов.
  - б) задача прогнозирования затрат, связанных с обновлением оборудования, и выработкой наиболее экономичной стратегии проведения этой работы.
  - в) вид задачи линейного программирования, состоящей в отыскании наилучшего маршрута с наименьшими путевыми затратами.

- г) вид задачи линейного программирования, с помощью которой решаются вопросы типа: как распределить рабочих, чтобы общая выработка была наибольшей или затраты на заработную плату наименьшими.

13) *Задача о назначениях – это:*

- а) задача линейного программирования, состоящая в определении такого рациона, который удовлетворял бы потребности организма в питательных веществах при минимальной общей стоимости используемых продуктов.
- б) задача прогнозирования затрат, связанных с обновлением оборудования, и выработкой наиболее экономичной стратегии проведения этой работы.
- в) вид задачи линейного программирования, состоящей в отыскании наилучшего маршрута с наименьшими путевыми затратами.
- г) вид задачи линейного программирования, с помощью которой решаются вопросы типа: как распределить рабочих, чтобы общая выработка была наибольшей или затраты на заработную плату наименьшими.

14) *К какому виду задач линейного программирования относится задача распределения рабочих по станкам, чтобы общая выработка была наибольшей?*

- а) задача о коммивояжере
- б) задача о назначениях
- в) задача о размещении оборудования
- г) транспортная задача

15) *К какому виду задач линейного программирования относится задача распределения рабочих по станкам, чтобы общий брак был наименьшим?*

- а) задача о коммивояжере
- б) задача о назначениях
- в) задача о размещении
- г) транспортная задача

16) *К какому виду задач линейного программирования относится задача распределения рабочих по станкам, чтобы затраты на выплату заработной платы были наименьшими?*

- а) задача о рационе
- б) задача о размещении
- в) задача о назначениях
- г) транспортная задача

17) *Методы, характеризующиеся частичным целенаправленным перебором возможных вариантов, называются:*

- а) методы потенциалов
- б) симплекс-методы
- в) методы ветвей и границ
- г) графические методы.

### 5.3.2 Комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине *Математические методы\**

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по специальности СПО 230115 Программирование в компьютерных системах  
базовой подготовки

#### I. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

##### 1.1. Область применения

Комплект контрольно-оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины «*Математические методы\**» (далее УД), относящейся к вариативной части основной профессиональной образовательной программы (далее ОПОП) по специальности СПО 230115 Программирование в компьютерных системах.

**Комплект контрольно-оценочных средств позволяет оценивать освоение умений и усвоение знаний:**

Освоенные умения, усвоенные знания	Показатели оценки результата	№№ заданий для проверки
1	2	3
<b><i>В результате освоения учебной дисциплины студент должен уметь</i></b>		
составлять простейшие математические модели задач, возникающих в практической деятельности людей	Математическая модель задачи соответствует выданному заданию	2.2, 2.3
выбирать и обосновывать наиболее рациональный метод и алгоритм решения задачи, а также оценивать сложность выбранного алгоритма;	Выбранный алгоритм решения задачи соответствует эталону	2.4, 2.5
<b><i>В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать</i></b>		
основные понятия моделирования;	Формулировка основных понятий соответствует эталону;	1.1-1.8
основные методологические подходы к решению математических задач, возникающих в ходе практической деятельности людей;	Метод, выбранный для решения выданной задачи, является наиболее рациональным	2.1

## **1.2. Система контроля и оценки освоения программы УД**

Система контроля и оценки освоения программы УД соответствует Положению об итоговой и промежуточной аттестации в ГАОУ СПО СКСЭиП.

### **1.2.1. Организация контроля и оценки освоения программы УД**

Контроль и оценка освоения программы УД осуществляется в форме:

- текущего контроля:

на занятиях в форме устных и письменных опросов, письменных проверочных работ;

- промежуточного контроля:

ежемесячная аттестация обучающихся осуществляется в рамках накопительной системы оценивания по текущим оценкам;

- итогового контроля:

итоговый контроль освоения дисциплины «*Математические методы\**» осуществляется при проведении дифференцированного зачета по УД. Условием допуска к дифференцированному зачету являются положительные результаты промежуточного контроля по курсу дисциплины.

Дифференцированный зачет проводится в виде выполнения тестовых заданий и заданий с развернутым ответом.

Оценка усвоенных знаний осуществляется с помощью тестовых заданий:

1) закрытого типа, с выбором одного правильного ответа из фиксированного набора вариантов;

2) открытого типа на дополнение с заданными ограничениями.

Оценка усвоенных умений осуществляется с помощью открытых тестовых заданий с развернутым ответом.

Условием положительной аттестации по дисциплине является положительная оценка освоения всех умений и знаний по всем контролируемым показателям.

**Итоговая оценка формируется согласно сумме набранных баллов.**

## **2. Комплект материалов для оценки сформированности умений и знаний**

В состав комплекта входят инструкции для обучающегося, задания для оценки освоения умений и усвоения знаний и бланк ответов.

### **2.1. Инструкция для обучающегося**

Дифференцированный зачет состоит из двух частей, которые различаются по содержанию, сложности и числу заданий. Определяющим признаком каждой части работы является форма заданий:

- часть 1 содержит тестовые задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа из фиксированного набора вариантов;

- часть 2 содержит тестовые задания открытого типа со свободными краткими ответами и задания с развернутым ответом

Часть 1 включает 8 вопросов.

Задания с выбором ответа из списка предложенных ответов направлены на проверку усвоения теоретической части изученного курса. В них необходимо выбрать один правильный ответ в зависимости от поставленного вопроса.

Часть 2 включает 5 вопросов: 1 задание на дополнение с заданными ограничениями и 4 задания с развернутым ответом.

Задания на дополнение, предназначены для проверки базовых знаний обучающегося по изученной дисциплине. В них необходимо дать краткий ответ словом, словосочетанием. Задание на дополнение считается выполненным, если верный от-

вет зафиксирован в бланке ответов в той форме, которая предусмотрена инструкции- ей по выполнению задания.

При выполнении заданий с развернутым ответом в бланке ответов должно быть записано полное обоснованное решение задачи. Задание 2.5 выполняется с использованием компьютера и показывается эксперту, в бланк ответа записывается полученное решение

Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям. Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Выполнив задания, сдать бланк ответов и показать эксперту задание, выполненное на компьютере.

#### **Максимальное время выполнения задания.**

На выполнение письменной работы отводится 90мин. Рекомендуемое время выполнения каждого задания:

для каждого задания 1 части – 2-3 минуты;

для задания 2.1 во 2 части – 5-6 минут;

для остальных заданий 2 части – до 15 минут.

#### **Условия выполнения задания:**

Самостоятельно выполнить задания; в лист ответов внести полученные результаты, в соответствии с условием задания.

#### **Информационно-справочный материал:**

При выполнении заданий использовать информационно-справочный материал запрещается.

#### **Используемое оборудование:**

- Посадочные места, оборудованные персональными компьютерами по количеству обучающихся;
- Рабочее место преподавателя.

## **2.2 Задания для обучающихся**

### **Количество вариантов заданий для обучающихся 6**

#### **Оцениваемые умения и знания:**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- составлять простейшие математические модели задач, возникающих в практической деятельности людей
- разрабатывать алгоритмы для решения различных задач с применением математических методов

В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать:

- основные понятия моделирования
- основные методологические подходы к решению математических задач, возникающих в ходе практической деятельности людей;

#### **Варианты заданий для обучающихся**

Варианты заданий для обучающихся находятся в ПРИЛОЖЕНИИ 1

## **2.3 Бланк ответов**

Бланк для внесения ответов находится в ПРИЛОЖЕНИИ 2

### 3. Пакет для эксперта

Пакет для эксперта включает инструкцию для эксперта и ответы (ключи, модельные ответы).

Ключи и модельные ответы находятся в ПРИЛОЖЕНИИ 3

#### 3.1 Инструкция для эксперта

**Количество вариантов заданий для обучающихся, сдающих дифференцированный зачет: 6.**

Каждый вариант состоит из двух частей и включает 13 заданий. Одинаковые по форме представления и уровню сложности задания сгруппированы в определённые части работы.

Часть 1 содержит 8 тестовых заданий закрытого типа, с выбором одного правильного ответа из фиксированного набора вариантов. Их обозначение в работе: 1.1, 1.2, ...1.8, предназначены для проверки усвоенных знаний.

Часть 2 содержит 1 тестовое задание открытого типа, со свободным кратким ответом, его обозначение в работе 2.1 и 4 задания на свободное изложение с развернутым ответом. Их обозначение в работе: 2.2, ...2.5, предназначены для проверки знаний и умений.

#### **Рекомендуемое время выполнения каждого задания:**

На выполнение письменной работы отводится 90 мин. Рекомендуемое время выполнения каждого задания:

для каждого задания 1 части – 2-3 минуты;

для задания 2.1 во 2 части – 5-6 минут;

для остальных заданий 2 части – до 15 минут.

#### **Условия выполнения задания:**

Самостоятельно выполнить задания; в лист ответов внести полученные результаты, в соответствии с условием задания.

#### **Информационно-справочный материал:**

При выполнении заданий использовать информационно-справочный материал запрещается.

#### **Используемое оборудование:**

- Посадочные места, оборудованные персональными компьютерами по количеству обучающихся;

- Рабочее место преподавателя.

#### **Рекомендации по проведению оценки:**

1. Ознакомьтесь с заданиями для студентов, сдающих дифференцированный зачет, оцениваемыми знаниями и умениями, показателями оценки

2. Создайте доброжелательную обстановку, но не вмешивайтесь в ход (технику) выполнения задания.

3. Соберите выполненные задания через 90 минут после начала выполнения и проверьте правильность выполнения задания.

3.1. Ответы на задания части 1 проверяются сопоставлением с ключом, ответы на задания части 2 проверяются сопоставлением с модельным ответом.

3.2. Верное выполнение каждого задания части 1 оценивается 1 баллом. За выполнение задания ставится 0 баллов, если:

а) указан неправильный ответ;

б) указаны 2 или несколько ответов, среди которых может быть и правильный;

в) ответ отсутствует.

3.3 Задания части 2 (с развернутым ответом) предусматривают проверку конечных шагов решения задачи и оцениваются по набранным баллам в соответствии с модельным ответом.

Задание 2.5 части 2, выполняемое с использованием компьютера, предусматривает проверку итогового результата на компьютере, сравнением с эталоном и оценивается по набранным баллам в соответствии с модельным ответом.

4. Суммируйте баллы, полученные обучающимся за верно выполненные задания.

5. Поставьте оценку, руководствуясь следующей шкалой:

Сумма баллов	% выполнения заданий	Оценка
29-32 балла	90-100%	отлично
24-28 баллов	75-79%	хорошо
17-23 балла	51-74%	удовлетворительно
1-16 баллов	Менее 50%	неудовлетворительно

6. Перенесите № вариантов, набранные баллы обучающимися и выставленные им оценки в оценочную ведомость.

3.2 Показатели оценки результатов освоения программы учебной дисциплины

<i>Номер и краткое содержание задания</i>	<i>Оцениваемые умения и знания</i>	<i>Показатели оценки результата (требования к выполнению задания)</i>
<b>1.1-1.8</b> Закрытый тест с выбором одного варианта из фиксированного набора вариантов	основные понятия моделирования;	Формулировка основных понятий соответствует эталону;
<b>2.1</b> Открытый тест со свободными краткими ответами	основные методологические подходы к решению математических задач, возникающих в ходе практической деятельности людей;	Метод, выбранный для решения выданной задачи, является наиболее рациональным
<b>2.2, 2.3</b> Открытый тест на свободное изложение	составлять простейшие математические модели задач, возникающих в практической деятельности людей	Математическая модель задачи соответствует выданному заданию
<b>2.4, 2.5</b> Открытый тест на свободное изложение	разрабатывать алгоритмы для решения различных задач с применением математических методов.	Алгоритм, разработанный к выданной задаче соответствует эталону

### 3.3. Оценочная ведомость

Министерство образования РБ

ГАОУ СПО Стерлитамакский колледж строительства, экономики и права

#### Оценочная ведомость

для итогового контроля в форме дифференцированного зачета

по учебной дисциплине «*Математические методы\**»

обучающихся в группе 2 курса \_\_\_\_\_

по специальности 230115 Программирование в компьютерных системах.

№ п/п	№ варианта	Фамилия, имя, отчество обучающегося	Количество набранных баллов	Оценка
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				
27.				
28.				
29.				
30.				

Дата проведения дифференцированного зачета «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Время, отведённое на проведение дифференцированного зачета - 90 минут.

Эксперт \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) Преподаватель \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

*подпись*

*ФИО*

*подпись*

*ФИО*

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Задания для обучающихся

## Вариант № 1

### Часть 1

При выполнении заданий этой части поставьте номер выбранного вами ответа в бланк ответов под номером выполняемого вами задания.

#### **1.1 На первом этапе экономико-математических исследований выполняется**

- A) постановка задачи;
- B) построение математической модели;
- C) расчет модели;
- D) построение компьютерной модели.

#### **1.2 Дискретное программирование — это**

- A) раздел математического оптимального программирования, изучающий задачи на нахождение экстремума, в которых на искомые переменные накладывается условие целочисленности, а область допустимых решений дискретна;
- B) раздел математического программирования, совокупность приемов, позволяющих находить оптимальные решения, основанные вычислении последствий каждого решения и выработке оптимальной стратегии для последующих решений;
- C) область математического программирования, решающая задачи на нахождение экстремума, характеризующиеся линейной зависимостью между переменными;
- D) раздел математического программирования, изучающий методы решения таких экстремальных задач, в которых эффективность возрастает или убывает не пропорционально изменению масштабов использования ресурсов.

#### **1.3 Устойчивость решения — это**

- A) показатель оптимальности найденного решения при определенных изменениях начальных условий;
- B) показатель оптимальности найденного решения при любых изменениях начальных условий;
- C) невозможность изменения начальных условий, приводящая к неизменности найденного решения;
- D) показатель, когда малые изменения каких-либо характеристик, (начальных условий, ограничений, целевой. Функции), не приводят к качественному изменению решения.

#### **1.4 Если прямая задача не имеет решения, то двойственная задача**

- A) также не имеет решения;
- B) имеет решение;
- C) имеет только нулевое решение;
- D) имеет только целочисленное решение.

#### **1.5 Градиент указывает направление**

- A) максимального роста функции;
- B) роста функции;
- C) минимального роста функции;
- D) убывания функции.

#### **1.6 Целевая функция задачи линейного программирования имеет вид: $Z=3x_1-5x_2+1$ . Вектор-градиент будет иметь координаты**

- A)  $g(3;5)$ ;
- B)  $g(3;-5)$ ;
- C)  $g(-3;5)$ ;
- D)  $g(3;1)$ .

#### **1.7 Транспортная задача математического программирования называется закрытой, если**

- A) общее количество вывозимой от поставщиков продукции превышает спрос во всех пунктах потребления;
- B) общее количество вывозимой от поставщиков продукции соответствует полному удовлетворению спроса во всех пунктах потребления;

- С) общее количество вывозимой от поставщиков продукции меньше спроса во всех пунктах потребления;
- Д) задача не имеющая решения, при любом соотношении количества вывозимой от поставщиков продукции и спроса в пунктах потребления.

### **1.8 Задача о рационе - это**

- А) задача линейного программирования, состоящая в определении такого рациона, который удовлетворял бы потребности организма в питательных веществах при минимальной общей стоимости используемых продуктов;
- В) задача прогнозирования затрат, связанных с обновлением оборудования, и выработкой наиболее экономичной стратегии проведения этой работы;
- С) вид задачи линейного программирования, состоящей в отыскании наилучшего маршрута с наименьшими путевыми затратами;
- Д) вид задачи линейного программирования, с помощью которой решаются вопросы типа: как распределить рабочих, чтобы общая выработка была наибольшей или затраты на заработную плату наименьшими.

### **Часть 2**

*В этой части необходимо прочитать задачу, письменно ответить на вопросы и привести полное решение заданий. Запишите сначала номер задания, а затем его полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

### **Задача:**

Мастерская по покраске кузовов автомобилей рассчитана на покраску не более 160 кузовов в месяц. На покраску кузова «Москвича» краски расходуется 4кг, а кузова «Волги» - 7кг. Мастерская располагает 820кг краски на месяц. Составить месячный план покраски автомобилей, максимизирующий прибыль мастерской, если покраска одного «Москвича» дает 30ден.ед. прибыли, а одной «Волги» - 40 ден.ед. прибыли.

2.1 Запишите в бланк ответов напротив номера задания, ответы на вопросы:

- а) Задача относится к задачам: \_\_\_\_\_.
- б) Эту задачу можно решить методами: \_\_\_\_\_.
- с) Наиболее рациональный метод при решении этой задачи(при отсутствии компьютера) : \_\_\_\_\_

Запишите в бланк ответов полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

2.2 Составьте табличную модель задачи.

2.3 Составьте экономико- математическую модель задачи.

2.4 Решите задачу графическим методом.

2.5 Решите задачу средствами Электронных таблиц.

## **Вариант № 2**

### **Часть 1**

*При выполнении заданий этой части поставьте номер выбранного вами ответа в бланк ответов под номером выполняемого вами задания.*

### **1.1 Экономико-математическая модель предназначена для решения**

- А) экономических проблем;
- В) социально-экономических задач;
- С) естественно-научных проблем;
- Д) универсальных задач,

### **1.2 Нелинейное программирование — это**

- А) раздел математического программирования, изучающий методы решения таких экстремальных задач, в которых эффективность возрастает или убывает не пропорционально изменению масштабов использования ресурсов;
- В) раздел математического оптимального программирования, изучающий задачи на нахождение экстремума, в которых на искомые переменные ююакладывается условие целочисленности, а область допустимых решений дискретна;
- С) раздел математического программирования, совокупность приемов позволяющих находить оптимальные решения, основанные на вычислении последствий каждого решения и выработке оптимальной стратегии для последующих решений;

D) область математического программирования, решающая задачи нахождение экстремума, характеризующиеся линейной зависимостью между переменными.

**1.3 Неединственность решения означает, что**

- A) может быть получено большее значение функции;
- B) может быть получено меньшее значение функции;
- C) экстремальное значение достигается в ряде точек;
- D) решение не существует,

**1.4 Для задачи формирования оптимальной производственной программы двойственная переменная  $y$  – это**

- A) теневая цена ресурсов;
- B) рыночная цена товаров;
- C) ценность ресурсов;
- D) издержки при производстве товаров.

**1.5 Целевая функция задачи линейного программирования имеет вид:  $Z=5x_1-3x_2+1$ . Вектор-градиент будет иметь координаты**

- A)  $g(-5;3)$ ;
- B)  $g(5;3)$ ;
- C)  $g(5;-3)$ ;
- D)  $g(3;1)$ .

**1.6 Градиент — это**

- A) вектор, направленный в сторону наискорейшего убывания функции и равный по величине производной в этом направлении;
- B) вектор, направленный в сторону наискорейшего возрастания функции и равный по величине производной в этом направлении;
- C) линия, сдвигаемая вдоль направления оптимизации;
- D) линия, сдвигаемая против направления оптимизации.

**1.7 Транспортная задача — это**

- A) одна из задач исследования операций, обычно решаемая методом нелинейного программирования, заключается в минимизации общей суммы транспортных и складских затрат;
- B) задача о комплексном использовании дефицитного сырья. при раскрое его на заданное количество деталей различных размеров;
- C) нахождение плана доставки грузов от поставщиков к потребителям, чтобы стоимость перевозки (или суммарная дальность, или объем транспортной работы в тонно-километрах) была наименьшей;
- D) класс задач исследования операций, заключающихся в нахождении оптимальных параметров систем массового обслуживания.

**1.8 Задача замены оборудования — это**

- A) задача линейного программирования, состоящая в определении такого рациона, который удовлетворял бы потребности организма в питательных веществах при минимальной общей стоимости используемых продуктов;
- B) задача прогнозирования затрат, связанных с обновлением оборудования, и выработкой наиболее экономичной стратегии проведения этой работы;
- C) вид задачи линейного программирования, состоящей в отыскании наилучшего маршрута с наименьшими путевыми затратами;
- D) вид задачи линейного программирования, с помощью которой решаются вопросы типа: как распределить рабочих, чтобы общая выработка была наибольшей или затраты на заработную плату наименьшими.

**Часть 2**

*В этой части необходимо прочитать задачу, письменно ответить на вопросы и при- вести полное решение заданий. Запишите сначала номер задания, а затем его полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

**Задача**

Из пункта А в пункт В ежедневно отправляется скорые и пассажирские поезда. Нали- чие парка вагонов разных типов, из которых ежедневно можно комплектовать данные поезда и число пассажиров, вмещаемых в каждый из вагонов, приведены в таблице. Определить кол-

во скорых и пассажирских поездов, при котором число перевозимых пассажиров достигнет максимум.

2.1 Запишите в бланк ответов напротив номера задания, ответы на вопросы:

- a) Задача относится к задачам: \_\_\_\_\_.
- b) Эту задачу можно решить методами: \_\_\_\_\_.
- c) Наиболее рациональный метод при решении этой задачи: \_\_\_\_\_.

Запишите в бланк ответов полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

2.2 Составьте табличную модель задачи.

2.3 Составьте экономико- математическую модель задачи.

2.4 Решите задачу графическим методом.

2.5 Решите задачу средствами Электронных таблиц.

### **Вариант № 3**

#### **Часть 1**

*При выполнении заданий этой части поставьте номер выбранного вами ответа в бланк ответов под номером выполняемого вами задания.*

#### **1.1 Матричные модели — это**

- A) экономико-математическая модель, отражающая комплекс работ и событий, связанных с реализацией некоторого проекта в их логической и технологической последовательности;
- B) граф, схема, отражающая структуру задачи оптимизации многошагового процесса, применяется в динамическом программировании;
- C) модель, в виде таблиц, отображающая соотношения между затратами на производство и его результатами. нормативы затрат. производственную и экономическую структуру хозяйства;
- D) формализованная модель конфликтной ситуации, включающей определенные правила действий участников, добывающихся выигрыша в результате принятия той или иной стратегии.

#### **1.2 Квадратичное программирование — это раздел**

- A) выпуклого программирования, совокупность методов решения экстремальных задач, в которых целевая функция и ограничения представляют собой многочлены второй степени;
- B) выпуклого программирования, совокупность методов решения экстремальных задач, в которых область допустимых решений графически представляет собой квадратную область;
- C) программирования, использующий метод наименьших квадратов;
- D) выпуклого программирования, совокупность методов решения экстремальных задач, в которых целевая функция представляет собой многочлен второй степени, а ограничения линейны.

#### **1.3 Система ограничений в линейном программировании отражает**

- A) ограничение сроков выполнения работ;
- B) имеющиеся резервы времени для выполнения работ;
- C) математическую запись дефицитности имеющихся ресурсов;
- D) критерий оптимальности решения.

#### **1.4 Симплексный метод решения задач линейного программирования это вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений - перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции**

- A) больше;
- B) меньше;
- C) оптимальнее;
- D) не меньше.

#### **1.5 При графическом решении задачи линейного программирования линия уровня, перпендикулярная вектору - градиенту, при поиске максимума целевой функции сдвигается**

- A) по направления вектора до крайнего положения в области допустимых решений;

- В) против направления вектора до крайнего положения в области допустимых решений;
- С) по направлению вектора до пересечения с осью ординат;
- Д) по направлению вектора до пересечения с осью абсцисс.

**1.6 Целевая функция задачи линейного программирования имеет вид:  $Z=2x_1-x_2+4$ . Вектор-градиент будет иметь координаты**

- А)  $g(2;4)$ ;
- В)  $g(2;-1)$ ;
- С)  $g(-2;1)$ ;
- Д)  $g(2;1)$ ;

**1.7 Транспортная задача математического программирования называется открытой, если**

- А) не удается найти оптимального плана перевозок;
- В) задача имеет множество решений;
- С) общее количество вывозимой от поставщиков продукции соответствует полному удовлетворению спроса во всех пунктах потребления;
- Д) не выполняется баланс между общим количеством вывозимой от поставщиков продукции и полным удовлетворением спроса во всех пунктах потребления.

**1.8 Задача о коммивояжере — это**

- А) задача линейного программирования, состоящая в определении такого рациона, который удовлетворял бы потребности организма в питательных веществах при минимальной общей стоимости используемых продуктов;
- В) задача прогнозирования затрат, связанных с обновлением оборудования, и выработкой наиболее экономичной стратегии проведения этой работы;
- С) вид задачи линейного программирования, состоящей в отыскании наилучшего маршрута с наименьшими путевыми затратами;
- Д) вид задачи линейного программирования, для решения вопросов: как распределить рабочих, чтобы общая выработка была наибольшей или затраты на заработную плату наименьшими.

## Часть 2

*В этой части необходимо прочитать задачу, письменно ответить на вопросы и привести полное решение заданий. Запишите сначала номер задания, а затем его полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

### Задача:

Некоторая фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входит 3кг азотных, 4кг фосфорных и 1кг калийных удобрений, а в улучшенный – 2кг азотных, 6кг фосфорных и 3кг калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется по меньшей мере 10кг азотных, 20кг фосфорных и 7кг 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?

2.1 Запишите в бланк ответов напротив номера задания, ответы на вопросы:

- а) Задача относится к задачам: \_\_\_\_\_.
- б) Эту задачу можно решить методами: \_\_\_\_\_.
- с) Наиболее рациональный метод при решении этой задачи: \_\_\_\_\_.

Запишите в бланк ответов полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

2.2 Составьте табличную модель задачи.

2.3 Составьте экономико- математическую модель задачи.

2.4 Решите задачу графическим методом

2.5 Решите задачу средствами Электронных таблиц

**Вариант 4**  
**Часть 1**

*При выполнении заданий этой части поставьте номер выбранного вами ответа в бланк ответов под номером выполняемого вами задания.*

**1.1 Матричные модели — это**

- А) экономико-математическая модель, отражающая комплекс работ(операций) и событий, связанных с реализацией некоторого проекта в их логической и технологической последовательности;
- В) граф, схема, отражающая структуру задачи оптимизации многошагового процесса. Применяется в динамическом программировании;
- С) модель, построенная в виде таблиц (матриц). отображает соотношения между затратами на производство и его результатами. нормативы затрат. производственную и экономическую структуру хозяйства;
- Д) формализованная модель конфликтной ситуации, включающей определенные правила действий участников, добывающихся выигрыша в результате принятия той или иной стратегии.

**1.2 Линейное программирование — это**

- А) раздел математического оптимального программирования, изучающий задачи на нахождение экстремума, в которых на искомые переменные ююакладывается условие целочисленности, а область допустимых решений дискретна.;
- В) раздел математического программирования, совокупность приемов позволяющих находить оптимальные решения, основанные на вычислении последствий каждого решения и выработке оптимальной стратегии для последующих решений;
- С) область математического программирования, решающая задачи на нахождение экстремума, характеризующиеся линейной зависимостью между переменными;
- Д) раздел математического программирования, изучающий методы решения таких экстремальных задач, в которых эффективность возрастает или убывает не пропорционально изменению масштабов использования ресурсов.

**1.3 Целевая функция в экстремальных задачах — это функция**

- А) задающая критерий оптимальности решения, минимум или максимум задачи;
- В) отражающая оптимальное решение экстремальной задачи;
- С) определяющая дефицитность ресурсов;
- Д) для которой необходимо найти оба экстремума.

**1.4 Двойственная задача — это задача, обратная для задачи линейного программирования при этом**

- А) функционалы оптимальных решений задач совпадают, но если в прямой задаче они отражают наиболее эффективную комбинацию ресурсов, дающую максимум целевой функции, то в двойственной - наиболее эффективную комбинацию расчетных цен ограниченных ресурсов;
- В) функционалы оптимальных решений задач совпадают, но в двойственной коэффициенты при переменных обратно пропорциональны исходным коэффициентам;
- С) функционалы оптимальных решений задач совпадают, но в двойственной задаче коэффициенты при переменных противоположны исходным коэффициентам;
- Д) коэффициенты при переменных противоположны коэффициентам прямой задачи, поэтому одна задача решается на нахождения минимума, а другая - на нахождение максимума.

**1.5 При графическом решении задачи линейного программирования она имеет единственное оптимальное решение, если:**

- А) линия уровня, перпендикулярная вектору - градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации касается области допустимых решений (ОДР) в единственной точке;
- В) линия уровня, перпендикулярная вектору - градиенту, параллельная одной из сторон ОДР в направлении оптимизации целевой функции;
- С) линия уровня, перпендикулярная вектору градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации не пересекает области допустимых решений;

D) линия уровня, перпендикулярная вектору градиенту, при сдвиге в направлении оптимизации не покидает области допустимых решений;

**1.6 Целевая функция задачи линейного программирования имеет вид:  $Z=3x_1-2x_2-3$ . Вектор-градиент будет иметь координаты**

- A)  $g(3;-3)$ ;
- B)  $g(-3;-2)$ ;
- C)  $g(3;-2)$ ;
- D)  $g(3;2)$ .

**1.7 Для решения открытой транспортной задачи необходимо восстановить баланс путем**

- A) исключения из опорного плана поставщиков с наименьшими мощностями;
- B) исключения из опорного плана потребителей с наибольшими мощностями;
- C) включения в опорный план фиктивного поставщика или фиктивного потребителя;
- D) изменения мощностей имеющихся поставщиков и потребителей.

**1.8 Задача о назначениях – это:**

- A) задача линейного программирования, состоящая в определении такого рациона, который удовлетворял бы потребности организма в питательных веществах при минимальной общей стоимости используемых продуктов;
- B) задача прогнозирования затрат, связанных с обновлением оборудования, и выработкой наиболее экономичной стратегии проведения этой работы;
- C) вид задачи линейного программирования, состоящей в отыскании наилучшего маршрута с наименьшими путевыми затратами;
- D) вид задачи линейного программирования, с помощью которой решаются вопросы типа: как распределить рабочих, чтобы общая выработка была наибольшей или затраты на заработную плату наименьшими.

## Часть 2

*В этой части необходимо прочитать задачу, письменно ответить на вопросы и привести полное решение заданий. Запишите сначала номер задания, а затем его полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

С четырех складов, где хранится соответственно 50; 55; 60; 20 единиц продукции, необходимо вывести его в пять торговых точек. Объем завоза составляет 30; 60; 40; 20; 15 единиц продукции. Стоимости перевозок 1 единицы продукции задаются матрицей и указаны в таблице

Склады	затраты на перевозку 1 ц к торговым точкам				
	B1	B2	B3	B4	B5
A1	3	7	3	4	0
A2	6	2	5	7	4
A3	8	5	8	3	4
A4	1	3	6	5	3

Закрепить поставщика за торговыми точками так, чтобы общая сумма затрат на перевозку была минимальной.

**2.1 Запишите в бланк ответов напротив номера задания, ответы на вопросы:**

- a) Задача относится к задачам: \_\_\_\_\_.
- b) Эту задачу можно решить методами: \_\_\_\_\_.
- c) Наиболее рациональный метод при решении этой задачи: \_\_\_\_\_.

**Запишите в бланк ответов полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

2.2 Составьте табличную модель задачи.

2.3 Составьте экономико- математическую модель задачи.

2.4 Составьте первый опорный план

- a) методом северо-западного угла
- b) методом наименьшей стоимости.

Рассчитайте потенциалы.

2.5 Решите задачу средствами Электронных таблиц

## Вариант 5

### Часть 1

При выполнении заданий этой части поставьте номер выбранного вами ответа в бланк ответов под номером выполняемого вами задания.

#### 1.1 Сетевая модель — это

- А) Экономико-математическая модель, отражающая комплекс работ(операций) и событий, связанных с реализацией некоторого проекта в их логической и технологической последовательности;
- В) граф. схема, отражающая структуру задачи оптимизации многошагового процесса. Применяется в динамическом программировании;
- С) модель, построенная в виде таблиц (матриц). отображает соотношения между затратами на производство и его результатами. нормативы затрат. производственную и экономическую структуру хозяйства;
- Д) формализованная модель конфликтной ситуации, включающей определенные правила действий участников, добивающихся выигрыша в результате принятия той или иной стратегии.

#### 1.2 Раздел математического программирования, изучающий методы решения таких экстремальных задач, в которых эффективность возрастает или убывает не пропорционально изменению масштабов использования ресурсов, называется

- А) линейное программирование;
- В) нелинейное программирование;
- С) целочисленное программирование;
- Д) динамическое программирование.

#### 1.3 Базисное решение может быть опорным планом, если оно

- А) содержит только положительные значения;
- В) содержит только отрицательные значения;
- С) состоит из неотрицательных значений;
- Д) состоит из нулевых значений.

#### 1.4 Укажите, в каком случае возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом (М-метода)

- А) трудно привести задачу к каноническому виду;
- В) задача имеет множество решений;
- С) для решения задачи неприменим графический метод;
- Д) трудно найти первоначальный опорный план задачи, записанной в канонической форме.

#### 1.5 При графическом решении задачи линейного программирования определить, что экстремума не существует, можно по следующему признаку: Линия уровня, перпендикулярная вектору-градиенту

- А) параллельна одной из сторон области допустимых решений в направлении оптимизации целевой функции;
- В) в направлении оптимизации целевой функции. касается области допустимых решений в единственной точке;
- С) в направлении оптимизации целевой функции не пересекает области допустимых решений;
- Д) в направлении оптимизации целевой функции не покидает области допустимых решений.

#### 1.6 Целевая функция задачи линейного программирования имеет вид: $Z=7x_1-2x_2-5$ . Вектор-градиент будет иметь координаты:

- А)  $g(7;2)$ ;
- В)  $g(7;-5)$ ;
- С)  $g(-7;2)$ ;
- Д)  $g(7;-2)$ .

#### 1.7 Укажите, какой из методов не применим для решения транспортной задачи

- А) симплекс-метод;
- В) метод потенциалов;

- C) метод северо-западного угла;
- D) метод Монте-Карло.

### 1.8 Задача о раскрое

- A) одна из задач исследования операций, обычно решаемая методом нелинейного программирования, заключается в минимизации общей суммы транспортных и складских затрат);
- B) задача о комплексном использовании сырья, помогает с наименьшими отходами использовать листы металла, стекла, др. материалов при раскрое их на заданное количество деталей различных размеров при раскрое его на заданное количество деталей различных размеров;
- C) нахождение плана доставки грузов от поставщиков к потребителям, чтобы стоимость перевозки (или суммарная дальность, или объем транспортной работы) была наименьшей;
- D) класс задач исследования операций, заключающихся в нахождении оптимальных параметров систем массового обслуживания состоит из целочисленных значений.

### Часть 2

*В этой части необходимо прочитать задачу, письменно ответить на вопросы и привести полное решение заданий. Запишите сначала номер задания, а затем его полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

### Задача

Товары с трех баз поставляются в четыре магазина. Запасы товара на базах составляют 25, 45, 30 тысяч единиц. Потребности магазинов равны (тыс.ед.) 30, 10, 30, 30. Затраты на перевозку 1 тысячи единиц заданы матрицей:

☀	2	6	2	2	☾
☀	2	10	6	4	☾
☀	2	8	0	4	☾

Спланировать перевозки так, чтобы полностью удовлетворить потребности магазинов, а затраты на перевозку свести к минимуму.

### 2.1 Запишите в бланк ответов напротив номера задания, ответы на вопросы:

- a) Задача относится к задачам: \_\_\_\_\_.
- b) Эту задачу можно решить методами: \_\_\_\_\_.
- c) Наиболее рациональный метод при решении этой задачи: \_\_\_\_\_.

### Запишите в бланк ответов полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

2.2 Составьте табличную модель задачи.

2.3 Составьте экономико- математическую модель задачи.

2.4 Составьте первый опорный план: а) методом северо-западного угла, б) методом наименьшей стоимости и рассчитайте потенциалы и оценки.

2.5 Решите задачу средствами Электронных таблиц

## **Вариант 6**

### Часть 1

*При выполнении заданий этой части поставьте номер выбранного вами ответа в бланк ответов под номером выполняемого вами задания.*

### 1.1 Машинная имитация это

- A) экспериментальный метод изучения объекта с помощью ЭВМ, сначала строится математическая модель объекта, а затем преобразуется в программу работы ЭВМ;
- B) метод решения транспортной задачи;
- C) метод решения задачи о коммивояжере;
- D) один из методов статистического моделирования, применяется, когда построение аналитической модели явления затруднено или вовсе неосуществимо.

### 1.2 Динамическое программирование — это

- A) раздел математического оптимального программирования, изучающий задачи на нахождение экстремума, в которых на искомые переменные накладывается условие целочисленности, а область допустимых решений дискретна;

- В) область математического программирования, решающая задачи нахождение экстремума, характеризующиеся линейной зависимостью между переменными;
- С) раздел математического программирования, совокупность приемов, позволяющих находить оптимальные решения, основанные вычислении последствий каждого решения и выработке оптимальной стратегии для последующих решений;
- Д) раздел математического программирования, изучающий методы решения таких экстремальных задач, в которых эффективность возрастает или убывает не пропорционально изменению масштабов использования ресурсов.

**1.3 Методы, характеризующиеся частичным целенаправленным перебором вариантов, называются**

- А) методы потенциалов;
- В) симплекс- методы;
- С) методы ветвей и границ;
- Д) графические методы.

**1.4 Критерием оптимальности симплексного метода является**

- А) оценочная разность;
- В) оценка;
- С) значение целевой функции;
- Д) неотрицательность решения;

**1.5 При графическом решении задачи линейного программирования определить, что задача имеет множество решений, можно по следующему признаку: Линия уровня, перпендикулярная вектору - градиенту**

- А) при сдвиге в направлении оптимизации касается области допустимых решений (ОДР) в единственной точке;
- В) параллельна одной из сторон ОДР в направлении оптимизации целевой функции;
- С) при сдвиге в направлении оптимизации не пересекает области допустимых решений;
- Д) при сдвиге в направлении оптимизации не покидает области допустимых решений.

**1.6 Целевая функция задачи линейного программирования имеет вид:  $Z = -8x_1 - 4x_2 + 1$ . Вектор-градиент будет иметь координаты**

- А)  $g(8;4)$ ;
- В)  $g(8;-4)$ ;
- С)  $g(-8;-4)$ ;
- Д)  $g(-8;1)$ .

**1.7 Циклом в таблице условий транспортной задачи, называется**

- А) вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений - перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции больше;
- В) составление одного опорного плана;
- С) вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений — перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой функции оптимальнее;
- Д) ломаная линия, вершины которой расположены в занятых клетках таблицы, а звенья - вдоль строк и столбцов, причем в каждой вершине цикла встречается ровно два звена, одно из которых находится в строке, а другое - в столбце.

**1.8 Задача о размещении складов- это**

- А) одна из задач исследования операций, обычно решаемая методом нелинейного программирования. заключается в минимизации общей суммы затрат;
- В) задача о комплексном использовании дефицитного сырья, при раскрое его на заданное количество деталей различных размеров;
- С) нахождение плана доставки грузов от поставщиков к потребителям, чтобы стоимость перевозки (или суммарная дальность, или объем транспортной работы в тонно-километрах) была наименьшей;

- Д) класс задач исследования операций, заключающихся в нахождении оптимальных параметров систем массового обслуживания.

### **Часть 2**

*В этой части необходимо прочитать задачу, письменно ответить на вопросы и привести полное решение заданий. Запишите сначала номер задания, а затем его полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

#### **Задача:**

Фирма производит два вида продукции: столы и стулья. Для изготовления одного стула требуется 3 кг древесины, а для изготовления одного стола – 7 кг. На изготовление одного стула уходит 2 часа рабочего времени, а на изготовление стола – 8 часов. Каждый стул приносит прибыль равную 1 у.е., а каждый стол – 3 у.е. Сколько стульев и сколько столов должна изготовить эта фирма, если она располагает 420кг древесины и 400 часами рабочего времени, и притом получить максимальную прибыль?

2.1 Запишите в бланк ответов напротив номера задания, ответы на вопросы:

- a) Задача относится к задачам: \_\_\_\_\_.
- b) Эту задачу можно решить методами: \_\_\_\_\_.
- c) Наиболее рациональный метод при решении этой задачи: \_\_\_\_\_.

Запишите в бланк ответов полное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 2.2 Составьте табличную модель задачи.
- 2.3 Составьте экономико- математическую модель задачи.
- 2.4 Решите задачу графическим методом
- 2.5 Решите задачу средствами Электронных таблиц

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Бланк ответов для обучающегося по учебной дисциплине «Математические методы\*»

обучающихся в группе 2 курса \_\_\_\_\_

по специальности **230115 Программирование в компьютерных системах.**

Вариант № \_\_\_\_

ФИО студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Дата выполнения \_\_\_\_\_

Часть 1 Напишите букву правильного ответа под номером вопроса

№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ								

ЧАСТЬ 2 Напишите ответы на вопросы и решите поставленную задачу с подробным пояснением

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
2.1 а) _____ b) _____ с) _____	
2.2	
2.3	
2.4	
2.5	

Ключи, модельные ответы, оценочные листы по критериям для экспертов

Ключи, модельные ответы, критерии оценки с разбалловкой  
по учебной дисциплине «*Математические методы\**» специальности  
230115 Программирование в компьютерных системах

Вариант №1

Часть 1

№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ	A	A	D	C	A	B	B	A

Часть 2

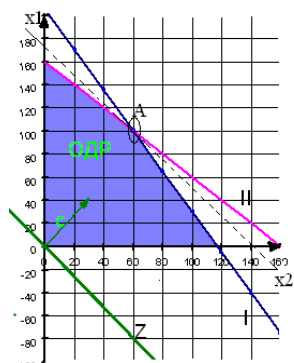
Задача:

Мастерская по покраске кузовов автомобилей рассчитана на покраску не более 160 кузовов в месяц. На покраску кузова «Москвича» краски расходуется 4кг, а кузова «Волги» - 7кг. Мастерская располагает 820кг краски на месяц. Составить месячный план покраски автомобилей, максимизирующий прибыль мастерской, если покраска одного «Москвича» дает 30ден.ед. прибыли, а одной «Волги» - 40 ден.ед. при- были.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы												
2.1 а) Данная задача относится к задачам <u>Линейного программирования</u> б) Указаны методы применимые для решения данной задачи: <u>Графический метод, Симплекс-метод, средствами электронных таблиц</u> в) Наиболее рациональный метод при отсутствии компьютера <u>Графический метод</u>													
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>												
В ответе допущена ошибка только в 3 пункте	2												
Перечислены не все методы во 2 пункте	2												
В ответе допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1												
Все элементы ответа записаны неверно	0												
<b>2.2 Табличная модель:</b>													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td>Москвич</td> <td>Волга</td> <td>Запасы краски</td> </tr> <tr> <td>краска</td> <td>4 кг.</td> <td>7 кг.</td> <td>820 кг.</td> </tr> <tr> <td>Прибыль с 1 машины</td> <td>30 ден.ед.</td> <td>40 ден.ед.</td> <td></td> </tr> </table>		Москвич	Волга	Запасы краски	краска	4 кг.	7 кг.	820 кг.	Прибыль с 1 машины	30 ден.ед.	40 ден.ед.		
	Москвич	Волга	Запасы краски										
краска	4 кг.	7 кг.	820 кг.										
Прибыль с 1 машины	30 ден.ед.	40 ден.ед.											
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>												
Не указана прибыль	2												
Не указаны запасы	2												
Не указаны ни прибыль, ни запасы	1												
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>3</b>												
<b>2.3 Экономико-математическая модель</b>													
1. Дано описание переменных: X <sub>1</sub> - количество покрашенных автомобилей «Москвич» X <sub>2</sub> - количество покрашенных автомобилей «Волга».													
2. Составлена целевая функция: $z = 30x_1 + 40x_2 \rightarrow \max$	$4x_1 + 7x_2 \leq 820$												
3. Составлена система ограничений:	$x_1 + x_2 \leq 160$												
	$x_1, x_2 \geq 0$												
Указано, что все переменные должны быть неотрицательными: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$													

Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
В ответе пропущен 4 пункт	2
Допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1
Неправильно определены переменные в 1 пункте	0
Не выполнены 2 и 3 пункты	0
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>3</b>

### 2.4 Графический метод решения



Построены: ОДР; Вектор градиент; Целевая функция  
Указана точка, в которой достигается максимальное значение целевой функции.

Найдены координаты точки, в которой достигается максимум целевой функции, т.е. решена система:

$$\begin{cases} 4x_1 + 7x_2 = 820 \\ x_2 = 60 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 160 \\ x_1 = 100 \end{cases}$$

Найдено значение целевой функции:

$$z = 30x_1 + 40x_2 = 30 \cdot 100 + 40 \cdot 60 = 5400$$

**Ответ:** максимальная прибыль 5400 ден.ед. достигается при покраске 100 автомобилей марки «Москвич» и 60 автомобилей марки «Волга».

3 балла  
1 балл

2 балла

1 балл

1 балл

**Максимальное число баллов**

**8**

### 2.5 Решение средствами электронных таблиц

	A	B	C	D	E
1	автомобили	Москвич	Волга	Запасы краски	ограничения
2	краска	4	7	820	=B5*B2+C5*C2
3	Прибыль с 1 машины	30	40	целевая	
4	кол-во	x1	x2	=B5*B3+C5*C3	
5	план	0	0	160	=B5+C5

	A	B	C	D	E
1	автомобили	Москвич	Волга	Запасы краски	ограничения
2	краска	4	7	820	820
3	Прибыль с 1 машины	30	40	целевая	
4	кол-во	x1	x2	5400	
5	план	100	60	160	160

Компьютерная модель оформлена правильно(Введены: данные-1балл;формула целевой функции-1балл; формулы в строке ограничений по ресурсам-1 балл)

**3**

Выполнен поиск решения (Указана целевая ячейка- 1балл, Введены ограничения по ресурсам-1 балл Указано, что переменные неотрицательные-1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек-1балл)

**4**

**Максимальное число баллов**

**7**

## Вариант №2

### Часть 1

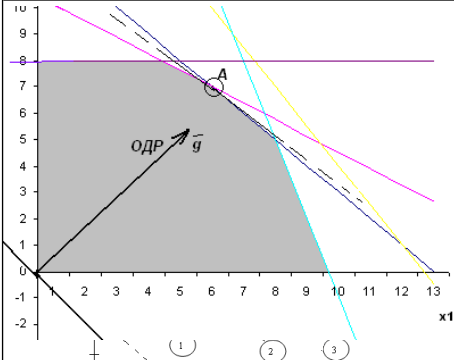
№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ	В	А	С	А	С	В	С	В

## Часть 2

### Модельный ответ В1

Из пункта А в пункт В ежедневно отправляется скорые и пассажирские поезда. Наличие парка вагонов разных типов, из которых ежедневно можно комплектовать данные поезда и число пассажиров, вмещаемых в каждый из вагонов, приведены в таблице. Определить кол-во скорых и пассажирских поездов, при котором число перевозимых пассажиров достигнет максимум.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы																																
2.1 а) Определено к какому типу задач относится данная задача <i>Линейного программирования</i> б) Указаны методы применимые для решения данной задачи: <i>Графический метод, Симплекс-метод, используя средства электронных таблиц</i> в) Выбран наиболее рациональный метод при отсутствии компьютера <i>Графический метод</i>																																	
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>																																
В ответе допущена ошибка только в 3 пункте	2																																
Перечислены не все методы во 2 пункте	2																																
В ответе допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1																																
Все элементы ответа записаны неверно	0																																
Табличная модель:																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">Вагоны</th> <th colspan="2" style="width: 40%;">число вагонов в поезде</th> <th rowspan="2" style="width: 20%;">число пассажиров в 1 вагоне</th> <th rowspan="2" style="width: 20%;">парк вагонов</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">Скорый</th> <th style="width: 20%;">Пассажирский</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>багажный</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>почтовый</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Плацкартный</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">58</td> <td style="text-align: center;">81</td> </tr> <tr> <td>Купированный</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">70</td> </tr> <tr> <td>Мягкий</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">32</td> <td style="text-align: center;">26</td> </tr> </tbody> </table>	Вагоны	число вагонов в поезде		число пассажиров в 1 вагоне	парк вагонов	Скорый	Пассажирский	багажный	1	1	0	12	почтовый	1	0	0	8	Плацкартный	5	8	58	81	Купированный	6	4	40	70	Мягкий	3	1	32	26	
Вагоны		число вагонов в поезде				число пассажиров в 1 вагоне	парк вагонов																										
	Скорый	Пассажирский																															
багажный	1	1	0	12																													
почтовый	1	0	0	8																													
Плацкартный	5	8	58	81																													
Купированный	6	4	40	70																													
Мягкий	3	1	32	26																													
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3																																
Не указано число пассажиров	2																																
Не указан парк вагонов	2																																
Не указаны ни число пассажиров, ни парк вагонов	1																																
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>3</b>																																
<b>2.3 Экономико-математическая модель</b>																																	
1. Дано описание переменных: Пусть $x_1$ - количество скорых поездов, $x_2$ количество пассажирских поездов.																																	
2. Составлена целевая функция: $y(x) = 626x_1 + 656x_2 \rightarrow \max$ ;																																	
3. Составлена система ограничений: $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12; \\ x_1 \leq 8; \\ 5x_1 + 8x_2 \leq 81; \\ 6x_1 + 4x_2 \leq 70; \\ 3x_1 + x_2 \leq 26; \end{cases}$																																	
4. Указано, что все переменные должны быть неотрицательными: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$																																	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3																																
В ответе пропущен 4 пункт	2																																
Допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1																																
Неправильно определены переменные в 1 пункте	0																																

Не выполнены 2 и 3 пункты	0																																																																																
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>3</b>																																																																																
 <p><b>2.4 Графический метод решения</b>  Построены:  ОДР; Вектор градиент; Целевая функция  Указана точка, в которой достигается максимальное значение целевой функции.  Найдены координаты точки в которой достигается максимум целевой функции, т.е. решена система:  <math display="block">\begin{cases} x_1, x_2 \bullet 12 \\ 5x_1, 8x_2 \bullet 81 \end{cases} \begin{cases} x_1=5; \\ x_2=7 \end{cases}</math>  Найдено значение целевой функции: <math>626 \cdot 5 + 656 \cdot 7 = 7722</math></p> <p><b>Ответ:</b> при пропуске 5 скорых поездов и 7 пассажирских поездов будет перевезено максимальное количество пассажиров, равное 7722 человек.</p>	3 балла 1 балл 2 балла 1 балл 1 балл																																																																																
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>8</b>																																																																																
<b>2.5 Решение средствами электронных таблиц</b>																																																																																	
<table border="1" data-bbox="223 784 1292 1075"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>вагон</td> <td>число вагонов в поезде</td> <td>число</td> <td>кол-во</td> <td></td> <td>7722</td> <td>формула</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>скорый</td> <td>пассажирский</td> <td>пассажиров</td> <td>вагонов</td> <td></td> <td>ограничения</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>багажный</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>12</td> <td>12</td> <td><math>B3 * B\\$8 + C3 * C\\$8</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>почтовый</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>5</td> <td><math>B4 * B\\$8 + C4 * C\\$8</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>плацкартный</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>58</td> <td>81</td> <td>81</td> <td><math>B5 * B\\$8 + C5 * C\\$8</math></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>купированный</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>40</td> <td>70</td> <td>58</td> <td><math>B6 * B\\$8 + C6 * C\\$8</math></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>мягкий</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>32</td> <td>26</td> <td>22</td> <td><math>B7 * B\\$8 + C7 * C\\$8</math></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td>5</td> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td>x1</td> <td>x2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	E	F	G	1	вагон	число вагонов в поезде	число	кол-во		7722	формула	2		скорый	пассажирский	пассажиров	вагонов		ограничения	3	багажный	1	1	0	12	12	$B3 * B\$8 + C3 * C\$8$	4	почтовый	1	0	0	8	5	$B4 * B\$8 + C4 * C\$8$	5	плацкартный	5	8	58	81	81	$B5 * B\$8 + C5 * C\$8$	6	купированный	6	4	40	70	58	$B6 * B\$8 + C6 * C\$8$	7	мягкий	3	1	32	26	22	$B7 * B\$8 + C7 * C\$8$	8		5	7					9		x1	x2					
	A	B	C	D	E	F	G																																																																										
1	вагон	число вагонов в поезде	число	кол-во		7722	формула																																																																										
2		скорый	пассажирский	пассажиров	вагонов		ограничения																																																																										
3	багажный	1	1	0	12	12	$B3 * B\$8 + C3 * C\$8$																																																																										
4	почтовый	1	0	0	8	5	$B4 * B\$8 + C4 * C\$8$																																																																										
5	плацкартный	5	8	58	81	81	$B5 * B\$8 + C5 * C\$8$																																																																										
6	купированный	6	4	40	70	58	$B6 * B\$8 + C6 * C\$8$																																																																										
7	мягкий	3	1	32	26	22	$B7 * B\$8 + C7 * C\$8$																																																																										
8		5	7																																																																														
9		x1	x2																																																																														
Компьютерная модель оформлена правильно(Введены: данные-1балл;формула целевой функции-1балл; формулы в строке ограничений по ресурсам- 1балл)	3																																																																																
Выполнен поиск решения(Указана целевая ячейка- 1балл, Введены ограничения по ресурсам- 1 балл Указано, что переменные неотрицательные-1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек-1балл)	4																																																																																
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>7</b>																																																																																

### Вариант №3

#### Часть 1

№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ	C	D	C	C	A	B	D	C

#### Часть 2

##### Модельный ответ В1

Некоторая фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входит 3кг азотных, 4кг фосфорных и 1кг калийных удобрений, а в улучшенный – 2кг азотных, 6кг фосфорных и 3кг калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется по меньшей мере 10кг азотных, 20кг фосфорных и 7кг 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?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
2.1 а) Определено к какому типу задач относится данная задача <i>Линейного программирования</i>	
б) Указаны методы применимые для решения данной задачи: <i>Симплекс-метод, используя средства электронных таблиц</i>	
с) Выбран наиболее рациональный метод при отсутствии компьютера <i>Симплекс метод</i>	

<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>				3
В ответе допущена ошибка только в 3 пункте				2
Перечислены не все методы во 2 пункте				2
В ответе допущены ошибки во 2 и 3 пунктах				1
Все элементы ответа записаны неверно				0
<b>2.2 Табличная модель задачи:</b>				
	Улучшенный	Обычный	Необходим.min	
Азотные	2кг	3кг	10кг	
Фосфорные	6кг	4кг	20кг	
Калийные	3кг	1кг	7кг	
Стоимость 1кг	3ден.ед.	4ден.ед.		
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>				3
В модели не отражен 1 компонент(необходимый минимум, стоимость)				2
В модели не отражены ни необходимый минимум ни стоимость				1
Данные введены неверно				0
<b>Максимальное число баллов</b>				3
<b>2.3 Экономико-математическая модель</b>				
1. Дано описание переменных: Пусть $x_1$ наборов – улучшенных удобрений, $x_2$ наборов – обычных удобрений.				
2. Составлена целевая функция: $F = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$				
3. Составлена система ограничений: $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 10 \\ 6x_1 + 4x_2 \leq 20 \\ 3x_1 + 1x_2 \leq 7 \end{cases}$				
4. Указано, что все переменные должны быть неотрицательными: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$				
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы				3
В ответе пропущен 4 пункт				2
Допущены ошибки во 2 и 3 пунктах				1
Неправильно определены переменные в 1 пункте				0
Не выполнены 2 и 3 пункты				0
<b>Максимальное число баллов</b>				3
<b>2.4 Графический метод:</b>				
				3 балла
Построены: ОДР; Вектор градиент; Целевая функция Указана точка, в которой достигается максимальное значение целевой функции.				1 балл
Найдены координаты точки в которой достигается максимум целевой функции, т.е. решена система:				2 балла
$\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 = 20 \\ 3x_1 + 2x_2 = 10 \end{cases} \begin{cases} x_1=2; \\ x_2=2 \end{cases}$				
Найдено значение целевой функции: $3 \cdot 2 + 4 \cdot 2 = 14$				
Ответ: для обеспечения эффективного питания и минимальной стоимости необходимо купить 2 обычных и 2 улучшенных набора удобрений. При этом затраты составят 14 денежных единиц.				1 балл 1 балл
<b>Максимальное число баллов</b>				8
<b>2.5 Решение средствами электронных таблиц</b>				
Компьютерная модель:				
	Улучшенный	Обычный	Необходим.min	обеспечили
Азотные	2	3	10	=B2*\$B\$6+C2*\$
Фосфорные	6	4	20	=B3*\$B\$6+C3*\$
Калийные	3	1	7	=B4*\$B\$6+C4*\$
Стоимость 1кг	3	4	целевая функ-	=B5*\$B\$6+C5*\$
план	2	2		
	x1	x2		

Решение:

	Улучшен- ный	Обыч- ный	Необхо- дим.min	обеспе- чили
Азотные	2	3	10	10
Фосфорные	6	4	20	20
Калийные	3	1	7	8
Стоимость 1кг	3	4	целевая функция	<b>14</b>
план	<b>2</b>	<b>2</b>		
	x1	x2		

Компьютерная модель оформлена правильно(Введены: данные-1балл;формула целевой функции-1балл; формулы в строке ограничений по ресурсам – 1 балл)	3
Выполнен поиск решения(Указана целевая ячейка- 1балл, Введены ограничения по ресурсам-1 балл Указано, что переменные неотрицательные-1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек-1балл)	4
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>7</b>

### Вариант №4

#### Часть 1

№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>D</b>

#### Часть 2

С четырех складов, где хранится соответственно 50; 55; 60; 20 единиц продукции, необходимо вывести его в пять торговых точек. Объем завоза составляет 30; 60; 40; 20; 15 единиц продукции. Стоимости перевозок 1 единицы продукции задаются матрицей и указана в таблице

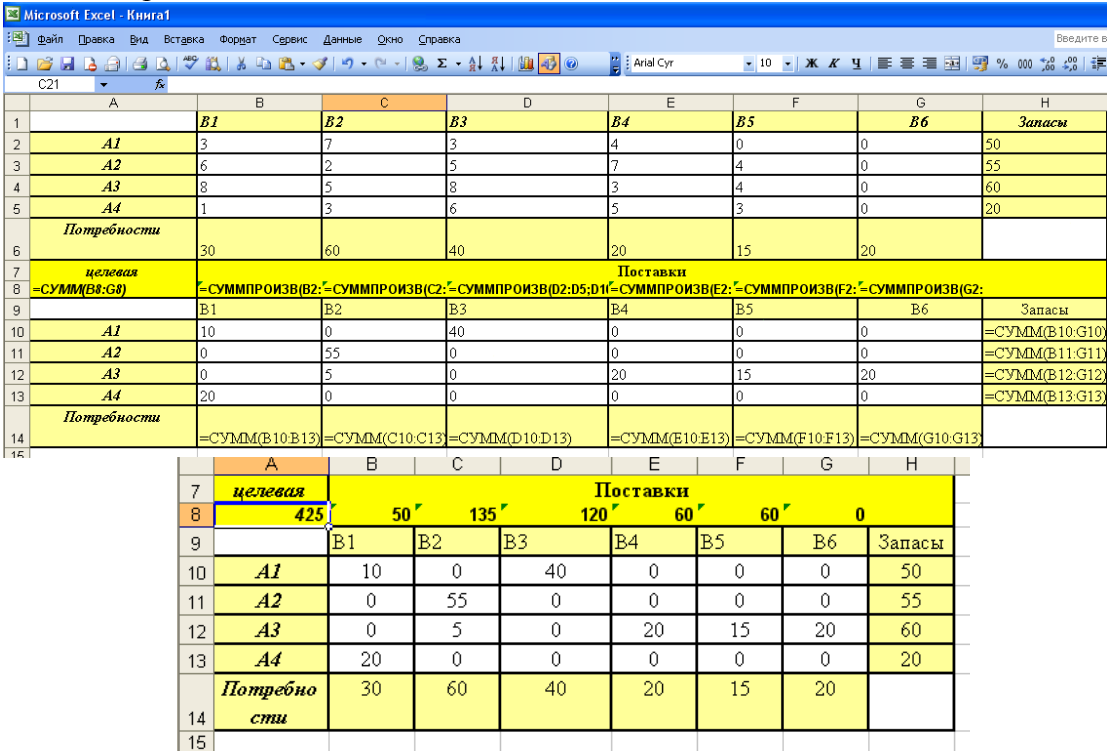
Склады	затраты на перевозку 1 ц к торговым точкам				
	B1	B2	B3	B4	B5
A1	3	7	3	4	0
A2	6	2	5	7	4
A3	8	5	8	3	4
A4	1	3	6	5	3

Закрепить постановщика за торговыми точками так, чтобы общая сумма затрат на перевозку была минимальной.

#### Модельный ответ B1

Содержание верного ответа и указания по оцениванию							Баллы
2.1 а) Определено к какому типу задач относится данная задача <i>Транспортная задача</i>							1балл
б) Указаны методы применимые для решения данной задачи: <i>Метод потенциалов, используя средства электронных таблиц</i>							1балл
с) Открытая задача							1балл
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>							<b>3</b>
В ответе допущена ошибка только в 3 пункте							2
Перечислены не все методы во 2 пункте							2
В ответе допущены ошибки во 2 и 3 пунктах							1
Все элементы ответа записаны неверно							0
<b>2.2 Табличная модель</b>							
Склады	затраты на перевозку 1 ц к торговым точкам					Запасы на складе	
	B1	B2	B3	B4	B5		
A1	3	7	3	4	0	50	

A2	6	2	5	7	4	55	
A3	8	5	8	3	4	60	
A4	1	3	6	5	3	20	
Объём заказа	30	60	40	20	15		
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы							3
Не указан объем заказа							2
Не указаны запасы							2
Не указаны ни объем заказов, ни запасы							1
<b>Максимальное число баллов</b>							<b>3</b>
<b>2.3 Экономико-математическая модель</b>							
1. Дано описание переменных: $x_{ij}$ – количество груза, которое будет доставлено из i-го склада в j-й пункт.							
2. Составлена целевая функция: $f(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} x_{ij}$ или $f(x) = 3X_{11} + 7X_{12} + 3X_{13} + 4X_{14} + X_{15} + 6X_{21} + 2X_{22} + 5X_{23} + 7X_{24} + 4X_{25} + 8X_{31} + 5X_{32} + 8X_{33} + 3X_{34} + 4X_{35} + 1X_{41} + 3X_{42} + 6X_{43} + 5X_{44} + 3X_{45} \rightarrow \min$							
3. Составлена система ограничений:							
1) По запасам сырья, т							
В п. А1 $X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 50$ В							
п. А2 $X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 55$ В п.							
А3 $X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 60$ В п.							
А4 $X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} = 20$							
2) По потребностям, т							
п. В1 $X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} = 30$ п.							
В2 $X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} = 60$ п.							
В3 $X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} = 40$ п.							
В4 $X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} = 20$ п.							
В5 $X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} = 15$							
4. Указано, что все переменные должны быть неотрицательными: $X_{ij} \geq 0, i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, 3, 4, 5$							
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы							3
В ответе пропущен 4 пункт							2
Допущены ошибки во 2 и 3 пунктах							1
Неправильно определены переменные в 1 пункте							0
Не выполнены 2 и 3 пункты							0
<b>Максимальное число баллов</b>							<b>3</b>
<b>2.4 Первый опорный план транспортной задачи, методом северо-западного угла</b>							
	B1 30	B2 60	B3 40	B4 20	B5 15	B6 20	Потенциалы, $u_b$
A1 50	30	20	7	3	4	0	0
A2 55	6	40	15	5	7	4	0
A3 60	8	5	25	8	3	4	0
A4 20	1	3	6	5	3	0	0
Метод наименьшей стоимости	B1 30	B2 60	B3 40	B4 20	B5 15	B6 20	Потенциалы, $u_b$
Потенциалы $U_a$	3	7	0	5	-4	0	

A1 50	3	7	3	4	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																											
A2 55	6	2	5	7	4	0	0																																																																																																																																																																																																																																											
A3 60	8	5	8	3	4	0	3																																																																																																																																																																																																																																											
A4 20	1	3	6	5	3	0	1																																																																																																																																																																																																																																											
Потенциалы $U_a$	3	2	5	3	0	0																																																																																																																																																																																																																																												
Правильно оформлена таблица								1																																																																																																																																																																																																																																										
Добавлен фиктивный торговый пункт								1																																																																																																																																																																																																																																										
Распределение по методу северо западного угла(распределение произведено верно – 1 балл, подсчитаны потенциалы $U_a, U_b$ -2 балла)								3																																																																																																																																																																																																																																										
Распределение по методу наименьшей стоимости (распределение произведено верно, подсчитаны потенциалы $U_a, U_b$ )								3																																																																																																																																																																																																																																										
<b>Максимальное число баллов</b>								<b>8</b>																																																																																																																																																																																																																																										
<b>2.5 Решение средствами электронных таблиц</b>																																																																																																																																																																																																																																																		
Компьютерная модель:																																																																																																																																																																																																																																																		
 <p>The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>B1</td> <td>B2</td> <td>B3</td> <td>B4</td> <td>B5</td> <td>B6</td> <td>Запасы</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>A1</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>A2</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>A3</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>A4</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Потребности</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>целевая</td> <td colspan="7">Поставки</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>=СУММ(B8:G8)</td> <td>=СУММПРОИЗВ(B2:G2:G2)</td> <td>=СУММПРОИЗВ(D2:D5:D11)</td> <td>=СУММПРОИЗВ(E2:G2:G2)</td> <td>=СУММПРОИЗВ(F2:G2:G2)</td> <td>=СУММПРОИЗВ(G2:G2:G2)</td> <td>=СУММПРОИЗВ(H2:G2:G2)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td>B1</td> <td>B2</td> <td>B3</td> <td>B4</td> <td>B5</td> <td>B6</td> <td>Запасы</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>A1</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>=СУММ(B10:G10)</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>A2</td> <td>0</td> <td>55</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>=СУММ(B11:G11)</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>A3</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>=СУММ(B12:G12)</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>A4</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>=СУММ(B13:G13)</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Потребности</td> <td>=СУММ(B10:B13)</td> <td>=СУММ(C10:C13)</td> <td>=СУММ(D10:D13)</td> <td>=СУММ(E10:E13)</td> <td>=СУММ(F10:F13)</td> <td>=СУММ(G10:G13)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>целевая</td> <td colspan="7">Поставки</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>425</td> <td>50</td> <td>135</td> <td>120</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td>B1</td> <td>B2</td> <td>B3</td> <td>B4</td> <td>B5</td> <td>B6</td> <td>Запасы</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>A1</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>A2</td> <td>0</td> <td>55</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>A3</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>A4</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Потребности</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									A	B	C	D	E	F	G	H	1		B1	B2	B3	B4	B5	B6	Запасы	2	A1	3	7	3	4	0	0	50	3	A2	6	2	5	7	4	0	55	4	A3	8	5	8	3	4	0	60	5	A4	1	3	6	5	3	0	20	6	Потребности	30	60	40	20	15	20		7	целевая	Поставки							8	=СУММ(B8:G8)	=СУММПРОИЗВ(B2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(D2:D5:D11)	=СУММПРОИЗВ(E2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(F2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(G2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(H2:G2:G2)		9		B1	B2	B3	B4	B5	B6	Запасы	10	A1	10	0	40	0	0	0	=СУММ(B10:G10)	11	A2	0	55	0	0	0	0	=СУММ(B11:G11)	12	A3	0	5	0	20	15	20	=СУММ(B12:G12)	13	A4	20	0	0	0	0	0	=СУММ(B13:G13)	14	Потребности	=СУММ(B10:B13)	=СУММ(C10:C13)	=СУММ(D10:D13)	=СУММ(E10:E13)	=СУММ(F10:F13)	=СУММ(G10:G13)		15										A	B	C	D	E	F	G	H	7	целевая	Поставки							8	425	50	135	120	60	60	0		9		B1	B2	B3	B4	B5	B6	Запасы	10	A1	10	0	40	0	0	0	50	11	A2	0	55	0	0	0	0	55	12	A3	0	5	0	20	15	20	60	13	A4	20	0	0	0	0	0	20	14	Потребности	30	60	40	20	15	20		15									
	A	B	C	D	E	F	G	H																																																																																																																																																																																																																																										
1		B1	B2	B3	B4	B5	B6	Запасы																																																																																																																																																																																																																																										
2	A1	3	7	3	4	0	0	50																																																																																																																																																																																																																																										
3	A2	6	2	5	7	4	0	55																																																																																																																																																																																																																																										
4	A3	8	5	8	3	4	0	60																																																																																																																																																																																																																																										
5	A4	1	3	6	5	3	0	20																																																																																																																																																																																																																																										
6	Потребности	30	60	40	20	15	20																																																																																																																																																																																																																																											
7	целевая	Поставки																																																																																																																																																																																																																																																
8	=СУММ(B8:G8)	=СУММПРОИЗВ(B2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(D2:D5:D11)	=СУММПРОИЗВ(E2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(F2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(G2:G2:G2)	=СУММПРОИЗВ(H2:G2:G2)																																																																																																																																																																																																																																											
9		B1	B2	B3	B4	B5	B6	Запасы																																																																																																																																																																																																																																										
10	A1	10	0	40	0	0	0	=СУММ(B10:G10)																																																																																																																																																																																																																																										
11	A2	0	55	0	0	0	0	=СУММ(B11:G11)																																																																																																																																																																																																																																										
12	A3	0	5	0	20	15	20	=СУММ(B12:G12)																																																																																																																																																																																																																																										
13	A4	20	0	0	0	0	0	=СУММ(B13:G13)																																																																																																																																																																																																																																										
14	Потребности	=СУММ(B10:B13)	=СУММ(C10:C13)	=СУММ(D10:D13)	=СУММ(E10:E13)	=СУММ(F10:F13)	=СУММ(G10:G13)																																																																																																																																																																																																																																											
15																																																																																																																																																																																																																																																		
	A	B	C	D	E	F	G	H																																																																																																																																																																																																																																										
7	целевая	Поставки																																																																																																																																																																																																																																																
8	425	50	135	120	60	60	0																																																																																																																																																																																																																																											
9		B1	B2	B3	B4	B5	B6	Запасы																																																																																																																																																																																																																																										
10	A1	10	0	40	0	0	0	50																																																																																																																																																																																																																																										
11	A2	0	55	0	0	0	0	55																																																																																																																																																																																																																																										
12	A3	0	5	0	20	15	20	60																																																																																																																																																																																																																																										
13	A4	20	0	0	0	0	0	20																																																																																																																																																																																																																																										
14	Потребности	30	60	40	20	15	20																																																																																																																																																																																																																																											
15																																																																																																																																																																																																																																																		
Рис. 9. Решенная транспортная задача																																																																																																																																																																																																																																																		
<p>Ответ: Транспортные издержки по оптимальному плану равны 425у.е. при плане перевозок:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Из A1 в B1 10 ед</li> <li>Из A1 в B3 40 ед</li> <li>Из A1 в B2 55 ед</li> <li>Из A3 в B2 5 ед</li> <li>Из A3 в B4 20 ед</li> <li>Из A3 в B5 15 ед</li> <li>Из A4 в B1 20 ед</li> </ul> <p>На складе A3 останется 20 ед</p>																																																																																																																																																																																																																																																		
Компьютерная модель оформлена правильно(Введены: данные-1балл;формула целевой функции-1балл; формулы в строке ограничений по ресурсам – 1 балл)								3																																																																																																																																																																																																																																										
Выполнен поиск решения(Указана целевая ячейка- 1балл, Введены ограничения по ресурсам-1 балл Указано, что переменные неотрицательные-1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек-1балл)								4																																																																																																																																																																																																																																										
<b>Максимальное число баллов</b>								<b>7</b>																																																																																																																																																																																																																																										

### Часть 1

№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>B</b>

### Часть 2

#### Модельный ответ В1

Товары с трех баз поставляются в четыре магазина. Запасы товара на базах составляют 25, 45, 30 тысяч единиц. Потребности магазинов равны (тыс.ед.) 30, 10, 30, 30. Затраты на перевозку 1 тысячи единиц заданы матрицей:

Базы	Магазин 1	Магазин 2	Магазин 3	Магазин 4
Б1	2	2	2	6
Б2	2	10	6	4
Б3	8	0	4	4

Спланировать перевозки так, чтобы полностью удовлетворить

потребности магазинов, а затраты на перевозку свести к минимуму.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы																																				
<b>2.1</b>																																					
a) Определено к какому типу задач относится данная задача <i>Задача о рации</i>																																					
b) Указаны методы применимые для решения данной задачи: <i>Метод потенциалов, используя средства электронных таблиц</i>																																					
c) Открытая задача																																					
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>																																				
В ответе допущена ошибка только в 3 пункте	2																																				
Перечислены не все методы во 2 пункте	2																																				
В ответе допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1																																				
Все элементы ответа записаны неверно	0																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Базы</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">магазины</th> <th style="width: 15%;">Запасы на базах</th> </tr> <tr> <th>2.2 Табличная модель задачи:</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>M4</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Б1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;"><b>25</b></td> </tr> <tr> <td>Б2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;"><b>45</b></td> </tr> <tr> <td>Б3</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;"><b>30</b></td> </tr> <tr> <td>Потребности</td> <td style="text-align: center;"><b>30</b></td> <td style="text-align: center;"><b>10</b></td> <td style="text-align: center;"><b>30</b></td> <td style="text-align: center;"><b>30</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Базы	магазины				Запасы на базах	2.2 Табличная модель задачи:	M1	M2	M3	M4		Б1	2	6	2	2	<b>25</b>	Б2	2	10	6	4	<b>45</b>	Б3	2	8	0	4	<b>30</b>	Потребности	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		
Базы	магазины				Запасы на базах																																
2.2 Табличная модель задачи:	M1	M2	M3	M4																																	
Б1	2	6	2	2	<b>25</b>																																
Б2	2	10	6	4	<b>45</b>																																
Б3	2	8	0	4	<b>30</b>																																
Потребности	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>30</b>																																	
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>																																				
Не указаны потребности магазинов	2																																				
Не указаны запасы	2																																				
Не указаны ни потребности, ни запасы	1																																				

### 2.3 Экономико-математическая модель

1. Дано описание переменных:

$x_{ij}$  – количество товара, которое будет доставлено из  $i$ -го склада в  $j$ -й магазин.

2. Составлена целевая функция:  $f(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$

или  $f = 2x_{11} + 6x_{12} + 2x_{13} + 2x_{14} + 2x_{21} + 10x_{22} + 6x_{23} + 4x_{24} + 2x_{31} + 8x_{32} + 0x_{33} + 4x_{33} \rightarrow \min$

3. Составлена система ограничений:

1) По запасам сырья, т

$$2x_{11} + 6x_{12} + 2x_{13} + 2x_{14} = 25$$

$$2x_{21} + 10x_{22} + 6x_{23} + 4x_{24} = 45$$

$$2x_{31} + 8x_{32} + 0x_{33} + 4x_{34} = 30$$

2) По потребностям,

$$2x_{11} + 2x_{21} + 2x_{31} = 30$$

$$6x_{12} + 10x_{22} + 8x_{23} = 60$$

$$2x_{13} + 6x_{23} + 0x_{33} = 40$$

4. Указано, что все переменные должны быть неотрицательными:

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5$$

Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы

3

В ответе пропущен 4 пункт

2

Допущены ошибки во 2 и 3 пунктах

1

Неправильно определены переменные в 1 пункте

0

Не выполнены 2 и 3 пункты

0

**Максимальное число баллов**

**3**

2.4 Первый опорный план транспортной задачи:  
методом северо-западного угла

Метод наименьшей стоимости:

	M1 30	M2 10	M3 30	M4 30	Потенциалы, $u_b$
Б1 25	2 <b>25</b>	14 > 6	6 > 2	4 > 2	<b>0</b>
Б2 45	2 <b>5</b>	14 > 10	6 <b>10</b>	4 <b>30</b>	<b>0</b>
Б3 30	-4 < 2	8 <b>10</b>	0 <b>20</b>	-2 < 4	<b>-6</b>
Потенциалы $U_a$	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	

Правильно оформлена таблица

1

Распределение по методу северо западного угла (распределение произведено вер-

3

Распределение по методу наименьшей стоимости (распределение произведено

3

Подсчитаны оценки

1

**Максимальное число баллов**

**8**

## 2.5 Решение средствами электронных таблиц

Модель задачи в режиме формул

Решенная транспортная задача

B6 f0 Σ = =SUMPRODUCT(C3:F5;C9:F11)						
1	A	B	C	D	E	F
2		СКЛАДЫ	B1	B2	B3	B4
3	A1	=SUM(C3:F3)	0	10	0	15
4	A2	=SUM(C4:F4)	30	0	0	15
5	A3	=SUM(C5:F5)	0	0	30	0
6	целевая	=SUMPRODUCT(C3:F5;C9:F11)	=SUM(C3:C5)	=SUM(D3:D5)	=SUM(E3:E5)	=SUM(F3:F5)
7						
8		Запасы Склады	30	10	30	30
9	A1	25	2	6	2	2
10	A2	45	2	10	6	4
11	A3	30	2	8	0	4
12						

H8 f0 Σ =						
1	A	B	C	D	E	F
2		СКЛАДЫ	B1	B2	B3	B4
3	A1	25	0	10	0	15
4	A2	45	30	0	0	15
5	A3	30	0	0	30	0
6	целевая	210	30	10	30	30
7						
8		Запасы Склады	30	10	30	30
9	A1	25	2	6	2	2
10	A2	45	2	10	6	4
11	A3	30	2	8	0	4
12						

	M1	M2	M3	M4	Потенциалы, u <sub>в</sub>
B1	30	10	30	30	0
B2	2	7<6	3>2	4>2	0

	M1	M2	M3	M4	Потенциалы, u <sub>в</sub>
B1	30	10	30	30	0
B2	2	7<6	3>2	4>2	0

Компьютерная модель оформлена правильно (Введены: данные -1 балл; формула целевой функции -1 балл; формулы в строке ограничений) - 3

Выполнен поиск решения (Указана целевая ячейка -1 балл, Введены ограничения -1 балл. Указано, что переменные неотрицательные -1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек -1 балл) - 4

Потенциалы - 1 балл

Компьютерная модель оформлена правильно (Введены: данные -1 балл; формула целевой функции -1 балл; формулы в строке ограничений) - 3

Выполнен поиск решения (Указана целевая ячейка -1 балл, Введены ограничения -1 балл. Указано, что переменные неотрицательные -1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек -1 балл) - 4

Потенциалы - 1 балл

U <sub>a</sub>	2	7	3	4	
----------------	---	---	---	---	--

**Максимальное число баллов** 7

## Вариант №6

### Часть 1

№ задания	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ответ	A	C	C	B	B	C	D	A

### Часть 2

#### Модельный ответ В1

Фирма производит два вида продукции: столы и стулья. Для изготовления одного стула требуется 3 кг древесины, а для изготовления одного стола – 7 кг. На изготовление одного стула уходит 2 часа рабочего времени, а на изготовление стола – 8 часов. Каждый стул приносит прибыль равную 1 у.е., а каждый стол – 3 у.е. Сколько стульев и сколько столов должна изготовить эта фирма, если она располагает 420кг древесины и 400 часами рабочего времени и притом получить максимальную прибыль?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы																		
<p><b>2.1</b></p> <p>a) Определено к какому типу задач относится данная задача <i>Типичная распределительная задача линейного программирования</i></p> <p>b) Указаны методы применимые для решения данной задачи: <i>Графический метод, Симплекс-метод, используя средства электронных таблиц</i></p> <p>c) Выбран наиболее рациональный метод при отсутствии компьютера <i>Графический метод</i></p>																			
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>																		
В ответе допущена ошибка только в 3 пункте	2																		
Перечислены не все методы во 2 пункте	2																		
В ответе допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1																		
Все элементы ответа записаны неверно	0																		
<p><b>2.2 Табличная модель:</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 30%;">тип сырья</th> <th colspan="2" style="width: 30%;">продукция</th> <th rowspan="2" style="width: 40%;">Запасы сырья</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">стулья</th> <th style="width: 15%;">столы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Древесина, кг</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>420</td> </tr> <tr> <td>Рабочее время, ч</td> <td>2</td> <td>8</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Прибыль, у.е.</td> <td>1</td> <td>3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	тип сырья	продукция		Запасы сырья	стулья	столы	Древесина, кг	3	7	420	Рабочее время, ч	2	8	400	Прибыль, у.е.	1	3		
тип сырья		продукция			Запасы сырья														
	стулья	столы																	
Древесина, кг	3	7	420																
Рабочее время, ч	2	8	400																
Прибыль, у.е.	1	3																	
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>																		
Не указана прибыль	2																		
Не указаны запасы	2																		
Не указаны ни прибыль, ни запасы	1																		
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>3</b>																		
<p><b>2.3 Экономико-математическая модель</b></p> <p>1. Дано описание переменных:  <math>x_1</math> – план выпуска стульев; <math>x_2</math> - план выпуска столов,</p> <p>2. Составлена целевая функция <math>f(x) = 1x_1 + 3x_2 \rightarrow \max</math>.</p> <p>3. Составлена система ограничений:</p> $\begin{cases} 3x_1 + 7x_2 \leq 420 \\ 2x_1 + 8x_2 \leq 400 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$																			
4. Указано, что все переменные должны быть неотрицательными: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$																			
<b>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</b>	<b>3</b>																		

В ответе пропущен 4 пункт	2																																																																																										
Допущены ошибки во 2 и 3 пунктах	1																																																																																										
Неправильно определены переменные в 1 пункте	0																																																																																										
Не выполнены 2 и 3 пункты	0																																																																																										
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>3</b>																																																																																										
<p><b>2.4 Графический метод:</b></p>  <p>Построены: ОДР; Вектор Градиент; Целевая функция      Указана точка, в которой достигается максимальное значение целевой функции.      Найдены координаты точки в которой достигается максимум целевой функции, т.е. решена система:  <math>2x_1 + x_2 = 0</math>  <math>x_1 + x_2 = 40</math>      Координаты точки A (20;40).      Найдено значение целевой функции:  <math>F_{max} = 3 \cdot 20 + 5 \cdot 40 = 260</math> (у.е.)</p> <p><b>Ответ:</b> Ответ: максимальная прибыль составит 260 у.е. при выпуске 20 изделий типа A1 и 40 изделий типа A2.</p>	<p>3 балла 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл</p>																																																																																										
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>8</b>																																																																																										
<p><b>2.5 Решение средствами электронных таблиц</b></p> <table border="1" data-bbox="191 862 1228 1164"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="2">тип сырья</td> <td colspan="2">продукция</td> <td rowspan="2">Ограничения по сырью</td> <td rowspan="2">использовали сырья</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>A1</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>металл (на единицу продукции)</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>=B7*B3+C7*C3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>возможности завода</td> <td>30</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Прибыль с единицы продукции</td> <td>3</td> <td>5</td> <td colspan="2">целевая функция</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>x1</td> <td>x2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>количество выпущенной продукции</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>=B7*B5+C7*C5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;"><b>Результат выполнения программы Поиск решения</b></p> <table border="1" data-bbox="414 1198 1332 1556"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="2">тип сырья</td> <td colspan="2">продукция</td> <td rowspan="2">Ограничения по сырью</td> <td rowspan="2">использовали</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>A1</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>металл (на единицу продукции)</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>возможности завода</td> <td>30</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Прибыль с единицы продукции</td> <td>3</td> <td>5</td> <td colspan="2">целевая функция</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>x1</td> <td>x2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>количество выпущенной продукции</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>260</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	E	1	тип сырья	продукция		Ограничения по сырью	использовали сырья	2	A1	A2	3	металл (на единицу продукции)	2	1	80	=B7*B3+C7*C3	4	возможности завода	30	40			5	Прибыль с единицы продукции	3	5	целевая функция		6		x1	x2			7	количество выпущенной продукции	20	40	=B7*B5+C7*C5			A	B	C	D	E	1	тип сырья	продукция		Ограничения по сырью	использовали	2	A1	A2	3	металл (на единицу продукции)	2	1	80	80	4	возможности завода	30	40			5	Прибыль с единицы продукции	3	5	целевая функция		6		x1	x2			7	количество выпущенной продукции	20	40	260		
	A	B	C	D	E																																																																																						
1	тип сырья	продукция		Ограничения по сырью	использовали сырья																																																																																						
2		A1	A2																																																																																								
3	металл (на единицу продукции)	2	1	80	=B7*B3+C7*C3																																																																																						
4	возможности завода	30	40																																																																																								
5	Прибыль с единицы продукции	3	5	целевая функция																																																																																							
6		x1	x2																																																																																								
7	количество выпущенной продукции	20	40	=B7*B5+C7*C5																																																																																							
	A	B	C	D	E																																																																																						
1	тип сырья	продукция		Ограничения по сырью	использовали																																																																																						
2		A1	A2																																																																																								
3	металл (на единицу продукции)	2	1	80	80																																																																																						
4	возможности завода	30	40																																																																																								
5	Прибыль с единицы продукции	3	5	целевая функция																																																																																							
6		x1	x2																																																																																								
7	количество выпущенной продукции	20	40	260																																																																																							
Компьютерная модель оформлена правильно(Введены: данные-1балл;формула целевой функции-1балл; формулы в строке ограничений по ресурсам)	<b>3</b>																																																																																										
Выполнен поиск решения(Указана целевая ячейка- 1балл, Введены ограничения по ресурсам-1 балл Указано, что переменные неотрицательные-1 балл, Правильно указан диапазон изменяемых ячеек-1балл)	<b>4</b>																																																																																										
<b>Максимальное число баллов</b>	<b>7</b>																																																																																										

## РАЗДЕЛ 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

### 6.1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

Программа учебного курса охватывает все темы, предусмотренные Федеральным Государственным образовательным стандартом.

Лекции по курсу целесообразно читать в аудитории, оснащённой проекционной аппаратурой для демонстрации заранее подготовленных компьютерных презентаций. Презентации должны содержать опорный материал для конспектирования: отражать логику изложения в виде иерархической структуры, содержать основные определения, табличный и графический иллюстрационный материал. Определяющим требованием к презентации является её способность привить базовые навыки отражения смысла моделируемых процессов математическими записями и восприятия математической нотации, используемой при формулировании изучаемых экономико-математических моделей, а также дать необходимые основы для выполнения практических заданий и заданий лабораторного практикума.

Организация занятий предполагает самостоятельную формализацию поставленной преподавателем задачи в рамках семинаров по изучаемой теме. Для проведения соответствующих расчётов на компьютере средствами табличного процессора, оформления отчёта используются лабораторно-практические занятия. Для достижения целей данного курса лабораторно-практические занятия проводятся в компьютерных классах, оснащённых программным обеспечением, реализующим изучаемые математические методы.

Самостоятельная работа по курсу используется:

- для проработки конспектов лекций и обязательной учебной литературы по курсу;
- при необходимости – для ознакомления с рекомендуемой литературой;
- для выполнения тех заданий лабораторного практикума, которые, как правило, не вызывают затруднений у студентов и потому могут быть выполнены в отсутствие преподавателя.
- для выполнения домашней контрольной работы

## 6.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Введение

В последнее десятилетие отечественная система среднего профессионального образования становится все более адекватной тенденциям развития современного общества. Востребованы высокий уровень знаний, академическая и социальная мобильность, профессионализм специалистов, готовность к самообразованию и самосовершенствованию. В связи с этим должны измениться подходы к планированию, организации учебно-воспитательной работы, в том числе и самостоятельной работы студентов. Прежде всего, это касается изменения характера и содержания учебного процесса, переноса акцента на самостоятельный вид деятельности, который является не просто самоцелью, а средством достижения глубоких и прочных знаний, инструментом формирования у обучающихся активности и самостоятельности.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности учебного процесса, в том числе благодаря самостоятельной работе, в которой обучающийся становится активным субъектом обучения, что означает:

- способность занимать в обучении активную позицию;
- готовность мобилизовать интеллектуальные и волевые усилия для достижения учебных целей;
- умение проектировать, планировать и прогнозировать учебную деятельность;
- привычку инициировать свою познавательную деятельность на основе внутренней положительной мотивации;
- осознание своих потенциальных учебных возможностей и психологическую готовность составить программу действий по саморазвитию.

Одной из проблем современного среднего профессионального образования является компетентностный подход к обучению, в том числе развитие компетенции автономной деятельности.

#### Виды самостоятельной работы обучающихся

<i>Репродуктивная самостоятельная работа</i>	Самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание лекций, магнитофонных записей, заучивание, пересказ, запоминание, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала и др.
<i>Познавательнo-поисковая самостоятельная работа</i>	Подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам, написание рефератов, контрольных, курсовых работ и др.
<i>Творческая самостоятельная работа</i>	Написание рефератов, научных статей, участие в научно-исследовательской работе, подготовка дипломной работы (проекта). Выполнение специальных заданий и др., участие в студенческой научной конференции.

### 6.2.1 Организация и контроль самостоятельной работы

Для успешного выполнения самостоятельной работы обучающихся необходимо планирование и контроль со стороны преподавателей. Аудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимися на лекциях, семинарских занятиях, и, следовательно, преподаватель должен заранее выстроить систему самостоятельной работы, учитывая все ее формы, цели, отбирая учебную и научную информацию и средства (методических) коммуникаций, продумывая роль студента в этом процессе и свое участие в нем.

Содержание деятельности преподавателя и обучающегося при выполнении самостоятельной работы представлено в таблице 1.

<sup>1</sup> См. Абасов З. Проектирование и организация самостоятельной работы студентов // Высшее образование в России. 2007. № 10.

## Самостоятельная работа

Основные характеристики	Деятельность преподавателя	Деятельность студентов
Цель выполнения СР	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Объясняет цель и смысл выполнения СР;</li> <li>- дает развернутый или краткий инструктаж о требованиях, предъявляемых к СР и способах ее выполнения;</li> <li>- демонстрирует образец СР</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Понимает и принимает цель СР как лично значимую;</li> <li>- знакомится с требованиями к СР</li> </ul>
Мотивация	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Раскрывает теоретическую и практическую значимость выполнения СР, тем самым формирует у студента познавательную потребность и готовность к выполнению СР;</li> <li>- мотивирует студента на достижение успеха</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Формирует собственную познавательную потребность в выполнении СР;</li> <li>- формирует установку и принимает решение о выполнении СР</li> </ul>
Управление	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Осуществляет управление путем целе- направленного воздействия на процесс выполнения СР;</li> <li>- дает общие ориентиры выполнения СР</li> </ul>	<p>На основе владения обобщенным приемом сам осуществляет управление СР (проектирует, планирует, рационально распределяет время и т.д.)</p>
Контроль и коррекция выполнения СР	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Осуществляет предварительный контроль, предполагающий выявление исходного уровня готовности студента к выполнению СР;</li> <li>- осуществляет итоговый контроль конечного результата выполнения СР</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Осуществляет текущий операционный самоконтроль за ходом выполнения СР;</li> <li>- выявляет, анализирует и исправляет допущенные ошибки и вносит коррективы в работу, отслеживает ход выполнения СР;</li> <li>- ведет поиск оптимальных способов выполнения СР;</li> <li>- осуществляет рефлексивное отношение к собственной деятельности;</li> <li>- осуществляет итоговый самоконтроль результата СР</li> </ul>
Оценка	<ul style="list-style-type: none"> <li>- На основе сличения результата с образцом, заранее заданными критериями дает оценку СР;</li> <li>- выявляет типичные ошибки, подчеркивает положительные и отрицательные стороны, дает методические советы по выполнению СР, намечает дальнейшие пути выполнения СР;</li> <li>- устанавливает уровень и определяет качество продвижения студента и тем самым формирует у него мотивацию достижения успеха в учебной деятельности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- На основе соотнесения результата с целью дает самооценку СР, своим познавательным возможностям, способностям и качествам</li> </ul>

Не умаляя значения аудиторной самостоятельной работы, в данных методических рекомендациях акцентируется внимание на проблемах, связанных с внеаудиторной самостоятельной работой и ее организацией. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов (далее самостоятельная работа) – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская деятельность студентов, осуществляемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, семинарским, лабораторным работам и др.) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- написание рефератов, докладов, эссе;
- подготовку ко всем видам практики и выполнение предусмотренных ими заданий;
- выполнение письменных контрольных и курсовых работ;
- подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к комплексным экзаменам и зачетам;
- подготовку к итоговой государственной аттестации, в том числе выполнение выпускной квалификационной (дипломной) работы (проекта);
- работу в студенческих научных обществах, кружках, семинарах и др.;
- участие в работе факультативов, спецсеминаров и т.п.;
- участие в научной и научно-методической работе колледжа;
- участие в научных и научно-практических конференциях, семинарах, конгрессах и т.п.;
- другие виды деятельности, организуемой и осуществляемой вузом, факультетом или кафедрой.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение студентами следующих этапов:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи;
- выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения);
- планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи;
- реализация программы выполнения самостоятельной работы.

### **Работа с литературой**

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки является работа с литературой ко всем видам занятий: семинарским, практическим, при подготовке к зачетам, экзаменам, тестированию, участию в научных конференциях.

Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться источниками. Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – самый известный – метод повторения: прочитанный текст можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения.

Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

План (от лат. *planum* – плоскость) – первооснова, каркас какой-либо письменной работы, определяющие последовательность изложения материала.

План является наиболее краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме.

Преимущество плана состоит в следующем.

*Во-первых*, план позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов произведения.

*Во-вторых*, план позволяет быстро и глубоко проникнуть в сущность построения произведения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.

*В-третьих*, план позволяет – при последующем возвращении к нему – быстрее обычного вспомнить прочитанное.

*В-четвертых*, с помощью плана гораздо удобнее отыскивать в источнике нужные места, факты, цитаты и т. д.

Выписки – небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отдельные абзацы, а также дословные и близкие к дословным записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного.

Выписки представляют собой более сложную форму записей содержания исходного источника информации. По сути, выписки – не что иное, как цитаты, заимствованные из текста. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном (чаще последовательном) порядке наиболее важные мысли автора, статистические и даталогические сведения. В отдельных случаях — когда это оправданно с точки зрения продолжения работы над текстом – вполне допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.

Тезисы (от греч. *tezos* – утверждение) – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме.

Отличие тезисов от обычных выписок состоит в следующем. *Во-первых*, тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала. *Во-вторых*, в тезисах отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. *В-третьих*, чаще всего тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования.

Исходя из сказанного, нетрудно выявить основное преимущество тезисов: они незаменимы для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.

Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление.

К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Для указанной цели и используется аннотация.

Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как (хотя бы в предварительном порядке) завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Кроме того, пишется аннотация почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов.

Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего выводов.

Но, как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

## Методические рекомендации для работы с конспектом

**Конспект** (от лат. *cons-pectum* – обзор, описание) – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

*Для работы над конспектом следует:*

- ◆ определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста;
- ◆ в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста — в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу;
- ◆ выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями, "фактурой", заимствованной из других источников и т. п. (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках);
- ◆ завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Систематизация изученных источников позволяет повысить эффективность их анализа и обобщения. Итогом этой работы должна стать логически выстроенная система сведений по существу исследуемого вопроса.

Необходимо из всего материала выделить существующие точки зрения на проблему, проанализировать их, сравнить, дать им оценку.

Кстати, этой процедуре должны подвергаться и материалы из Интернета во избежание механического скачивания готовых текстов. В записях и конспектах студенту очень важно указывать названия источников, авторов, год издания. Это организует его, а главное, пригодится в последующем обучении. Безусловно, студент должен взять за правило активно работать с литературой в библиотеке, в том числе, их компьютерные возможности (электронная библиотека в сети Интернет).

### Методические рекомендации по подготовке к контрольной работе, экзамену

Помимо учебной, научной литературы студентами должны активно использоваться хрестоматии – сборники текстов, иллюстрирующих содержание учебника, а также словари, справочники. В хрестоматиях собраны материалы, которые позволяют расширить кругозор. При подготовке к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам следует в полной мере использовать академический курс учебника, рекомендованного преподавателем. Они дают более углубленное представление о проблемах, получивших систематическое изложение в учебнике. Работа с хрестоматией позволит студенту самостоятельно изучить документы, фрагменты источников, другие произведения, разъясняющие сущность изучаемого вопроса.

Студентам рекомендуется самостоятельно выполнять доклады, индивидуальные письменные задания и упражнения, предлагаемые при подготовке к семинарским занятиям. Работа, связанная с решением этих задач и упражнений, представляет собой вид интеллектуальной практической деятельности. Она способствует выработке умения и привычки делать что-либо правильно, а также закреплению навыков и знаний по проблеме.

**Доклад** – это вид самостоятельной работы студентов, заключающийся в разработке студентами темы на основе изучения литературы и развернутом публичном сообщении по данной проблеме.

Отличительными признаками доклада являются:

- передача в устной форме информации;
- публичный характер выступления;
- стилевая однородность доклада;
- четкие формулировки и сотрудничество докладчика и аудитории;
- умение в сжатой форме изложить ключевые положения исследуемого вопроса и сделать выводы.

В ходе самостоятельной подготовки к семинарским занятиям, особенно по гуманитарным дисциплинам, студентами может использоваться, к примеру, так называемый метод контрфактического моделирования событий, который научит их самостоятельно рассуждать о

минувших, а также современных событиях, покажет мотивы принятия людьми решений, причины совершенных ошибок.

Так, при изучении курса обучающийся может самостоятельно конструировать нереализовавшиеся возможности. Например, предположить: «Что могло произойти, если бы великий полководец проиграл битву? Каковы варианты и последствия (положительные, отрицательные) возможного развития событий?» При ответе на эти вопросы, поставленные им же перед собой, студент вырабатывает в себе способность логически мыслить, искать в анализе событий причинно-следственные связи.

Такая работа, в процессе которой обучающемуся приходится сравнивать, сопоставлять, выявлять логические связи и отношения, применять методы анализа и синтеза, позволит успешно в дальнейшем подготовиться к зачетам, экзаменам и тестированию. Тестирование ориентировано в целом на проверку блоков проблем, способствует систематизации изученного материала, проверке качества его усвоения.

Серьезная и методически грамотно организованная работа по подготовке к семинарским занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к экзаменам и зачетам. Основными функциями экзамена, зачета являются: обучающая, оценочная и воспитательная. Экзамены и зачеты позволяют выработать ответственность, трудолюбие, принципиальность. При подготовке к зачету, экзамену студент повторяет, как правило, ранее изученный материал. В этот период сыграют большую роль правильно подготовленные заранее записи и конспекты. Студенту останется лишь повторить пройденное, учесть, что было пропущено, восполнить пробелы при подготовке к семинарам, закрепить ранее изученный материал.

### **Методические рекомендации по написанию письменных, научно - исследовательских работ студентов**

Написание письменных научно - исследовательских работ студентов решает ряд задач:

- обучение студентов самостоятельному поиску и отбору учебной и специальной научной литературы по предмету;
- привитие навыков реферирования научных статей по проблематике изучаемых дисциплин;
- выработка умения подготовки рефератов, докладов, выступлений и сообщений;
- приобретение опыта выступления с докладами на семинарских занятиях;
- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний и навыков по изучаемым дисциплинам;
- приобщение студентов к решению проблемных вопросов по избранной теме работы;
- обучение студентов излагать материал в виде стройной системы теоретических положений, связанных логической последовательностью и подкрепленных примерами из практики.

### **Контрольная работа**

Контрольная работа предлагается студентам для выработки умения дать полный ответ на вопрос изучаемого курса, лаконичный, аргументированный, с выводами. Как правило, она выполняется студентами, обучающимися по заочной форме обучения.

Написание ее требует самостоятельности и ответственного отношения, способности работать с литературой по проблеме, знаний истории и теории вопроса, основных теоретических постулатов.

Вариант контрольной работы выбирается студентом.

Работа должна быть грамотно оформлена, листы пронумерованы, воспроизводить структуру и последовательность заданий; содержать список использованной литературы (приводится в конце работы), ссылки на цитируемые источники, а также дату и подпись. В письменной работе необходимо оставлять поля для замечаний преподавателя и дальнейшей подготовки к собеседованию перед ее защитой. Успешное выполнение контрольной работы учитывается при выставлении экзаменационной оценки. Объем работы не должен превышать 8-10 страниц печатного или рукописного текста.

Контрольная работа должна быть структурирована следующим образом:

- титульный лист;
  - основная часть работы;
  - список использованной литературы.
- Оформление контрольной работы:

Поля: сверху, снизу – 2 см, слева – 2 см, справа – 2 см.

Сноски:

Если используется цитата из журнала: автор, название статьи // название журнала, год издания, номер журнала, страницы на которых расположена статья.

Список использованной литературы оформляется в соответствии с требованиями к оформлению рефератов, курсовых, дипломных работ.

### **Методические рекомендации по написанию реферата**

Реферат (от лат. *refero* – докладываю, сообщаю) – краткое изложение содержания документа или его части, научной работы, включающее основные фактические сведения и выводы, необходимые для первоначального ознакомления с источниками и определения целесообразности обращения к ним.

Современные требования к реферату – точность и объективность в передаче сведений, полнота отображения основных элементов как по содержанию, так и по форме.

Цель реферата - не только сообщить о содержании реферируемой работы, но и дать представление о вновь возникших проблемах соответствующей отрасли науки.

В учебном процессе реферат представляет собой краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания книги, учения, научного исследования и т.п.

Иначе говоря, это доклад на определенную тему, освещающий её вопросы на основе обзора литературы и других источников.

Рефераты в рамках учебного процесса в вузе оцениваются по следующим основным критериями:

- актуальность содержания, высокий теоретический уровень, глубина и полнота анализа фактов, явлений, проблем, относящихся к теме;
- информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения вопросов;
- простота и доходчивость изложения;
- структурная организованность, логичность, грамматическая правильность и стилистическая выразительность;
- убедительность, аргументированность, практическая значимость и теоретическая обоснованность предложений и выводов.

Составление списка использованной литературы. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к реферату, докладу, необходимо составить список литературы, использованной в работе над ним.

#### **Основные этапы работы над рефератом**

В организационном плане написание реферата - процесс, распределенный во времени по этапам. Все этапы работы могут быть сгруппированы в три основные: подготовительный, исполнительский и заключительный.

Подготовительный этап включает в себя поиски литературы по определенной теме с использованием различных библиографических источников; выбор литературы в конкретной библиотеке; определение круга справочных пособий для последующей работы по теме.

Исполнительский этап включает в себя чтение книг (других источников), ведение записей прочитанного.

Заключительный этап включает в себя обработку имеющихся материалов и написание реферата, составление списка использованной литературы.

Написание реферата. Определен список литературы по теме реферата. Изучена история вопроса по различным источникам, составлены выписки, справки, планы, тезисы, конспекты. Первоначальная задача данного этапа - систематизация и переработка знаний. Систематизировать полученный материал - значит привести его в определенный порядок, который соответствовал бы намеченному плану работы.

#### **Структура реферата**

##### Введение

Введение - это вступительная часть реферата, предваряющая текст.

Оно должно содержать следующие элементы:

- а) очень краткий анализ научных, экспериментальных или практических достижений в той области, которой посвящен реферат;
- б) общий обзор опубликованных работ, рассматриваемых в реферате;

- в) цель данной работы;
- г) задачи, требующие решения.

Объем введения при объеме реферата, который мы определили (10-15 страниц), - 1,2 страницы.

#### Основная часть.

В основной части реферата студент дает письменное изложение материала по предложенному плану, используя материал из источников. В этом разделе работы формулируются основные понятия, их содержание, подходы к анализу, существующие в литературе, точки зрения на суть проблемы, ее характеристики.

В соответствии с поставленной задачей делаются выводы и обобщения. Очень важно не повторять, не копировать стиль источников, а выработать свой собственный, который соответствует характеру реферируемого материала.

#### Заключение

Заключение подводит итог работы. Оно может включать повтор основных тезисов работы, чтобы акцентировать на них внимание читателей (слушателей), содержать общий вывод, к которому пришел автор реферата, предложения по дальнейшей научной разработке вопроса и т.п. Здесь уже никакие конкретные случаи, факты, цифры не анализируются.

Заключение по объему, как правило, должно быть меньше введения.

#### Список использованных источников

В строго алфавитном порядке размещаются все источники, независимо от формы и содержания: официальные материалы, монографии и энциклопедии, книги и документы, журналы, брошюры и газетные статьи.

#### **Требования к оформлению рефератов**

Оформление титульного листа (приложения № 3-6). Работа должна быть выполнена с помощью ПК через 1,5 интервала. Тексты работ печатают с соблюдением размеров полей: справа не менее 2 см, слева 3 см, снизу, сверху – 2 см, размер шрифта Times New Roman – 14.

Главы и параграфы курсовой и дипломной работ (проектов) нумеруются арабскими цифрами. Рядом с номером подраздела проставляется и номер раздела, они при этом разделяются между собой точкой, например, 2.1 (первый параграф, второй раздел). Слово «раздел» можно и не писать, введение и заключение не нумеруются. Номер соответствующего раздела или подраздела ставится в начале заголовка. Каждый раздел работы должен начинаться с нового листа, а новые подразделы продолжают на той же странице, на которой закончен предыдущий подраздел. Заголовки глав печатаются прописными буквами по центру, заголовки подразделов - строчными. Если заголовок включает несколько предложений, то их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. В конце заголовка точки не ставятся. Полужирный шрифт не используется. Расстояние между заголовками и текстом должно быть в одну пустую строку. Абзацы начинаются отступами в 1,5 см.

Страницы нумеруются арабскими цифрами, нумерация страниц должна быть сквозной. Титульный лист включается в общую нумерацию, однако номер на нем не ставится. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, а также все приложения включают в общую нумерацию страниц работы. Номер страницы проставляется вверху посередине.

Иллюстрации (графики, схемы, диаграммы) располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все иллюстрации обозначаются словом «Рисунок» и в тексте на них делаются ссылки. Иллюстрации нумеруются арабскими цифрами или двумя цифрами (напр. 2.1), где 1-я цифра указывает номер главы, 2-я – номер рисунка, но сквозной нумерацией в пределах всей работы. Если ссылки приводятся в конце страницы, используются знаки сносок, как правило, цифры, в том месте, где заканчивается мысль автора. Например, *в тексте*: Речевой период, который некоторые называют синтаксической конструкцией, создается по принципу кругообразно замыкающихся и ритмически организованных частей<sup>1</sup>.

#### В сноске:

<sup>1</sup> Ефимов А.И. О мастерстве речи пропагандиста. - М., 1997. Изд-во Юрайт, с. 42.

Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц, каждую из которых размещают после упоминания о ней. Таблица должна иметь номер (арабскими цифрами) и заголовков, написанный с заглавной буквы. Слово «Таблица» помещается с красной строки с

номером, затем ставится пробел, тире, пробел и заголовок таблицы с прописной буквы без вычек.

Тексты желательно иллюстрировать графиками, диаграммами, рисунками. При ссылке на таблицы и рисунки указывают их полный номер. Список использованных источников оформляется в определенной последовательности. Вначале приводятся: 1. Федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, нормативные материалы, изданные органами власти и управления различных уровней. 2. Монографии, научные сборники, журнальные статьи в алфавитном порядке, с указанием ф.и.о. авторов; названия; года издания; издательства; номеров журналов, номеров страниц начала и окончания статьи. Для научной и учебной литературы – общее число страниц.

#### **Участие студентов в научно-исследовательской работе**

Участие в научной работе позволяет студентам реализовать творческий потенциал в процессе учебы в вузе. Их вклад в научно-исследовательскую деятельность может выражаться в самых разнообразных формах: выполнение курсовых работ и дипломных проектов в форме НИР; производственная практика; участие в проведении диссертационных исследований аспирантов и др. В общем виде НИР студентов (НИРС) состоит из следующих элементов:

- работа в научных кружках;
- участие в конкурсах научных работ;
- участие в выставках научных работ;
- участие в студенческих конференциях;
- подготовка студенческих публикаций.

Процесс обучения способствует развитию у студентов задатков к научным исследованиям – памяти, наблюдательности, воображения, самостоятельности суждений и выводов. Каждый из перечисленных компонентов необходим для самостоятельной исследовательской работы.

Наряду с выполнением научных исследований студенты принимают участие в сборе и обработке статистических данных, составлении и подготовке различной компьютерной продукции. Результаты научных исследований студенты представляют на конференциях, научных семинарах кафедр и т.д.

Наиболее распространенной формой НИРС является участие в научных конференциях. При подготовке к докладу или выступлению на конференции студент получает опыт систематизации и обобщения материала, приобретает навыки научного творчества и, наконец, овладевает очень важным искусством публичного выступления, аргументированной полемики.

В этой связи необходимо запомнить несколько правил, характеризующих культуру полемики, дискуссии.

Дискуссия - это соревнование интеллектов, здесь оружие – аргументы. Необходимо найти надежные аргументы в пользу своей точки зрения и проверять имеющиеся на надежность. Не недооценивайте оппонента. Самыми ценными являются документальные аргументы, ссылки на документы и надежно установленные факты, противоречащие утверждению оппонента.

Следует тщательно проанализировать свои аргументы; пофантазируйте над тем, что можно им противопоставить и как можно их повернуть.

Дискуссия похожа на игру в шахматы: и там и тут очень важно предвидеть возможное развитие событий, только события – ходы заменены более сложными событиями - аргументами, а правила движения фигур – правилами логического мышления.

Необходимо строго следовать логике. Вкупе с надежными аргументами она обеспечит вам победу. Любой логический промах может быть использован оппонентом, чтобы поставить под сомнение всю вашу конструкцию!

Побеждая в дискуссии, следует быть великодушным. Ваши оппоненты не единственные, кто придерживается этой точки зрения, так им легче будет пережить горечь поражения.

Выступление с докладом и публикации материалов позволяют студентам приобрести к тому же общественное признание в среде профессионалов – преподавателей академии, других вузов, представителей общественности.

## Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения.

Рейтинговая система обучения предполагает многобалльное оценивание студентов, но это не простой переход от пятибалльной шкалы, а возможность объективно отразить в баллах расширение диапазона оценивания индивидуальных способностей студентов, их усилий, потраченных на выполнение того или иного вида самостоятельной работы. Существует большой простор для создания блока дифференцированных индивидуальных заданий, каждое из которых имеет свою «цену». Правильно организованная технология рейтингового обучения позволяет с самого начала уйти от пятибалльной системы оценивания и прийти к ней лишь при подведении итогов, когда заработанные студентами баллы переводятся в привычные оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Кроме того, в систему рейтинговой оценки включаются дополнительные поощрительные баллы за оригинальность, новизну подходов к выполнению заданий для самостоятельной работы или разрешению научных проблем. У студента имеется возможность повысить учебный рейтинг путем участия во внеучебной работе (участие в олимпиадах, конференциях; выполнение индивидуальных творческих заданий, рефератов; участие в работе научного кружка и т.д.). При этом студенты, не спешащие сдавать работу вовремя, могут получить и отрицательные баллы. Вместе с тем, поощряется более быстрое прохождение программы отдельными студентами. Например, если учащийся готов сдавать зачет или писать самостоятельную работу раньше группы, можно добавить ему дополнительные баллы.

Рейтинговая система – это регулярное отслеживание качества усвоения знаний и умений в учебном процессе, выполнения планового объема самостоятельной работы. Ведение многобалльной системы оценки позволяет, с одной стороны, отразить в балльном диапазоне индивидуальные особенности студентов, а с другой – объективно оценить в баллах усилия студентов, затраченные на выполнение отдельных видов работ. Так каждый вид учебной деятельности приобретает свою «цену». Получается, что «стоимость» работы, выполненной студентом безупречно, является количественной мерой качества его обученности по той совокупности изученного им учебного материала, которая была необходима для успешного выполнения задания. Разработанная шкала перевода рейтинга по дисциплине в итоговую пятибалльную оценку доступна, легко подсчитывается как преподавателем, так и студентом: 85%-100% максимальной суммы баллов – оценка «отлично», 70%-85% – оценка «хорошо», 50%-70% – «удовлетворительно», 50% и менее от максимальной суммы – «неудовлетворительно».

При использовании рейтинговой системы:

- основной акцент делается на организацию активных видов учебной деятельности, активность студентов выходит на творческое осмысление предложенных задач;
- во взаимоотношениях преподавателя со студентами есть сотрудничество и сотворчество, существует психологическая и практическая готовность преподавателя к факту индивидуального своеобразия «Я-концепции» каждого студента;
- предполагается разнообразие стимулирующих, эмоционально-регулирующих, направляющих и организующих приемов вмешательства (при необходимости) преподавателя в самостоятельную работу студентов;
- преподаватель выступает в роли педагога-менеджера и режиссера обучения, готового предложить студентам минимально необходимый комплект средств обучения, а не только передает учебную информацию; обучаемый выступает в качестве субъекта деятельности наряду с преподавателем, а развитие его индивидуальности выступает как одна из главных образовательных целей;
- учебная информация используется как средство организации учебной деятельности, а не как цель обучения.

Рейтинговая система обучения обеспечивает наибольшую информационную, процессуальную и творческую продуктивность самостоятельной познавательной деятельности студентов при условии ее реализации через технологии личностно-ориентированного обучения (проблемные, диалоговые, дискуссионные, эвристические, игровые и другие образовательные технологии).

Большинство студентов положительно относятся к такой системе отслеживания результатов их подготовки, отмечая, что рейтинговая система обучения способствует равномерному рас-

пределению их сил в течение семестра, улучшает усвоение учебной информации, обеспечивает систематическую работу без «авралов» во время сессии. Большое количество разнообразных заданий, предлагаемых для самостоятельной проработки, и разные шкалы их оценивания позволяют студенту следить за своими успехами, и при желании у него всегда имеется возможность улучшить свой рейтинг (за счет выполнения дополнительных видов самостоятельной работы), не дожидаясь экзамена. Организация процесса обучения в рамках рейтинговой системы обучения с использованием разнообразных видов самостоятельной работы позволяет получить более высокие результаты в обучении студентов по сравнению с традиционной вузовской системой обучения.

Использование рейтинговой системы позволяет добиться более ритмичной работы студента в течение семестра, а так же активизирует познавательную деятельность студентов путем стимулирования их творческой активности. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

### **Плюсы бально-рейтинговой системы**

- систематическая работа студентов в течение всего семестра
- объективность оценивания
- контроль освоения всего курса
- прогнозирование результатов
- развитие самостоятельности и ответственности
- учет внеучебной деятельности
- стимулирование

### ***Контрольные точки по дисциплине «Математические методы»***

<b>Тема</b>	<b>Тип</b>	<b>Баллы</b>
Графический метод	Тест	0-4
	Контрольная работа	0-10
Симплекс-метод	Контрольная работа	0-10
Транспортная задача	Тест	0-6
	Контрольная работа	0-10
Линейное программирование	Контрольная работа	
	Домашняя контрольная работа	0-13
Сетевое планирование	Тест	0-6
Теория игр	Тест	0-4
Линейное программирование	Тест	0-17
Практические работы	Отчет	0-25
Лабораторные работы	Отчет	0-35
Творческая работа	Проект	0-25
Домашние задания	Задачи, таблицы, примеры	6-10
Посещаемость		0-5
Дифференцированный зачет		0-32
<b>ИТОГО</b>		<b>0-212</b>