

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор департамента образования**

*Документ подписан электронной подписью*

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Исследование операций**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **38.03.05 Бизнес-информатика**

Направленность (профиль) / специализация: **ИТ-предпринимательство**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **АОИ, Кафедра автоматизации обработки информации**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2014 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности                             | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|-----------|-------|---------|
| 1 | Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 12        | 12    | часов   |
| 2 | Контроль самостоятельной работы                       | 2         | 2     | часов   |
| 3 | Всего контактной работы                               | 14        | 14    | часов   |
| 4 | Самостоятельная работа                                | 121       | 121   | часов   |
| 5 | Всего (без экзамена)                                  | 135       | 135   | часов   |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена                           | 9         | 9     | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость                                    | 144       | 144   | часов   |
|   |   |           | 4.0   | З.Е.    |

Контрольные работы: 3 семестр - 1

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 38.03.05 Бизнес-информатика, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АОИ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

### Разработчики:

доцент каф. ТЭО \_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

доцент каф. АОИ \_\_\_\_\_ Л. П. Турунтаев

Заведующий обеспечивающей каф.  
АОИ

\_\_\_\_\_ Ю. П. Ехлаков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
АОИ

\_\_\_\_\_ Ю. П. Ехлаков

### Эксперты:

Доцент кафедры технологий  
электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры автоматизации  
обработки информации (АОИ)

\_\_\_\_\_ А. А. Сидоров

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Исследование операций» предназначена для освоения методологических основ исследования операций, а также изучения методов, моделей и алгоритмов обоснования решений для хорошо формализуемых задач в системах организационного управления и при разработках автоматизированных систем обработки информации

### 1.2. Задачи дисциплины

- Основными задачами изучения дисциплины являются:
- изучение теоретических основ исследования систем организационного управления с помощью построения математических моделей операций, происходящих в этих системах;
- изучение теоретических основ поиска решений на математических моделях;
- приобретение практических умений и навыков поставить задачу исследования, построить модель системы или выполняемой ею операции, применить математические методы и вычислительные средства для получения искомых результатов, проанализировать указанные результаты.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Исследование операций» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Дискретная математика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** теоретические основы исследования систем организационного управления с помощью построения математических моделей операций, происходящих в этих системах; теоретические основы построения оптимизационных моделей и поиска решений на этих математических моделях
- **уметь** строить математические модели объектов профессиональной деятельности; уметь использовать математические методы и вычислительные средства для поиска решения задачи, анализа и выдачи рекомендаций лицу, принимающему решение
- **владеть** основами математического моделирования прикладных задач, решаемых аналитическими методами; навыками решения оптимизационных задач с ограничениями.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                                   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 3 семестр |
| Контактная работа (всего)                                   | 14          | 14        |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 12          | 12        |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                       | 2           | 2         |
| Самостоятельная работа (всего)                              | 121         | 121       |
| Подготовка к контрольным работам                            | 14          | 14        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 107 | 107 |
| Всего (без экзамена)  | 135 | 135 |
| Подготовка и сдача экзамена                                       | 9   | 9   |
| Общая трудоемкость, ч   | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы  | 4.0 |     |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины                           | СРП, ч | КСР, ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------|--------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 3 семестр  |        |        |              |                            |                         |
| 1 Исследование операций и теория принятия решений      | 2      | 2      | 11           | 13                         | ПК-18                   |
| 2 Задачи линейного программирования                    | 2      |        | 20           | 22                         | ПК-18                   |
| 3 Задачи линейного программирования транспортного типа | 2      |        | 20           | 22                         | ПК-18                   |
| 4 Дискретные задачи линейного программирования         | 2      |        | 20           | 22                         | ПК-18                   |
| 5 Нелинейное программирование                          | 1      |        | 20           | 21                         | ПК-18                   |
| 6 Динамическое программирование                        | 2      |        | 20           | 22                         | ПК-18                   |
| 7 Задачи упорядочения                                  | 1      |        | 10           | 11                         | ПК-18                   |
| Итого за семестр                                       | 12     | 2      | 121          | 135                        |                         |
| Итого  | 12     | 2      | 121          | 135                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

| Названия разделов                                 | Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр   |   |                 |                         |
| 1 Исследование операций и теория принятия решений | Основные понятия. Методология исследования операций. Принципы исследования операций. Основные этапы операционного исследования. Классификация задач исследования операций | 2               | ПК-18                   |
|   | Итого   | 2               |                         |

|  |  |   |       |
|--|--|---|-------|
| 2 Задачи линейного программирования                    | Типовые модели задач линейного программирования. Задача использования ресурсов. Транспортная задача линейного программирования. Задача о назначениях. Общая постановка задачи линейного программирования, ее геометрическая интерпретация. Общая постановка задачи. Каноническая форма ЗЛП. Переход к каноническому виду. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Симплексный метод. Идея симплекс-метода. Построение начального опорного плана. Прямой симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Двухэтапный симплекс-метод. Двойственность задач линейного программирования. Прямая и двойственная задачи. Теоремы двойственности и их экономическое содержание. Интерпретация симплекс-таблиц. Анализ линейных моделей. Дробно-линейное программирование | 2 | ПК-18 |
|  | Итого  | 2 |       |
| 3 Задачи линейного программирования транспортного типа | Транспортная задача линейного программирования. Математическая модель задачи. Определение начального опорного плана задачи. Распределительный метод. Метод потенциалов. Транспортная задача с промежуточными пунктами. Задача о назначениях. Математическая модель задачи. Венгерский метод решения задачи. Метод минимальных линий. Транспортные сети. Примеры сетевых транспортных задач. Минимизация сети. Задача о кратчайшем пути. Задача о минимальном потоке  | 2 | ПК-18 |
|  | Итого  | 2 |       |
| 4 Дискретные задачи линейного программирования         | Классификация моделей и методов дискретного программирования. Метод отсечения. Алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ. Общая задача целочисленного программирования. Задача о коммивояжере   | 2 | ПК-18 |
|  | Итого  | 2 |       |
| 5 Нелинейное программирование                          | Особенности задач нелинейного программирования. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Функция Лагранжа для задачи линейного программирования. Понятие седловой точки функции Лагранжа. Теорема Куна – Таккера. Метод линейной  | 1 | ПК-18 |

|                                 |  |    |       |
|---------------------------------|--|----|-------|
|                                 | аппроксимации  |    |       |
|                                 | Итого  | 1  |       |
| 6 Динамическое программирование | Особенности задач динамического программирования. Принципы динамического программирования. Функциональные уравнения Беллмана. Задача о рюкзаке   | 2  | ПК-18 |
|                                 | Итого  | 2  |       |
| 7 Задачи упорядочения           | Особенности задач упорядочения. Сетевое планирование. Построение сетевого графика. Расчет параметров сетевого графика. Оптимизация распределения трудовых ресурсов. Составление расписаний | 1  | ПК-18 |
|                                 | Итого  | 1  |       |
| Итого за семестр                |  | 12 |       |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин   | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины  |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Дискретная математика  |   |   |   | + |   |   |   |
| Последующие дисциплины   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | +   | + | + | + | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий |     |           | Формы контроля  |
|-------------|--------------|-----|-----------|---|
|             | СРП          | КСР | Сам. раб. |   |
| ПК-18       | +            | +   | +         | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Тест |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

| №         | Вид контроля самостоятельной работы               | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|-----------|---|---------------------|-------------------------|
| 3 семестр |   |                     |                         |
| 1         | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2                   | ПК-18                   |
| Итого     |   | 2                   |                         |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов                                      | Виды самостоятельной работы                                       | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                    |
|--|---|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 3 семестр  |   |                 |                         |                                   |
| 1 Исследование операций и теория принятия решений      | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 9               | ПК-18                   | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольным работам                                  | 2               |                         |                                   |
|  | Итого   | 11              |                         |                                   |
| 2 Задачи линейного программирования                    | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18              | ПК-18                   | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольным работам                                  | 2               |                         |                                   |
|  | Итого   | 20              |                         |                                   |
| 3 Задачи линейного программирования транспортного типа | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18              | ПК-18                   | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольным работам                                  | 2               |                         |                                   |
|  | Итого   | 20              |                         |                                   |
| 4 Дискретные задачи линейного программирования         | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18              | ПК-18                   | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольным работам                                  | 2               |                         |                                   |
|  | Итого   | 20              |                         |                                   |
| 5 Нелинейное программирование                          | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части       | 18              | ПК-18                   | Контрольная работа, Тест, Экзамен |

|                                 |   |     |       |                                   |
|---------------------------------|---|-----|-------|-----------------------------------|
|                                 | курса   |     |       |                                   |
|                                 | Подготовка к контрольным работам                                  | 2   |       |                                   |
|                                 | Итого   | 20  |       |                                   |
| 6 Динамическое программирование | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18  | ПК-18 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|                                 | Подготовка к контрольным работам                                  | 2   |       |                                   |
|                                 | Итого   | 20  |       |                                   |
| 7 Задачи упорядочения           | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8   | ПК-18 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|                                 | Подготовка к контрольным работам                                  | 2   |       |                                   |
|                                 | Итого   | 10  |       |                                   |
|                                 | Выполнение контрольной работы                                     | 2   | ПК-18 | Контрольная работа                |
| Итого за семестр                |   | 121 |       |                                   |
|                                 | Подготовка и сдача экзамена                                       | 9   |       | Экзамен                           |
| Итого                           |   | 130 |       |                                   |

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Турунтаев Л.П. Исследование операций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.П.Турунтаев.—Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 28.10.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.А. Горлач — Санкт-Петербург Лань, 2013. — 448 с Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865> (дата обращения: 28.10.2018).

2. Есипов, Б.А. Методы исследования операций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.А. Есипов — Санкт-Петербург Лань, 2013. — 304 с. Доступ из личного кабинета студентов. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68467> (дата обращения: 28.10.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Турунтаев Л.П. Исследование операций : электронный курс / Л. П. Турунтаев . – Томск ТУСУР, ФДО, 2016. Доступ из личного кабинета студента.

2. Турунтаев Л.П. Исследование операций [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления



подготовки 38.03.05, Бизнес-информатика, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Л. П. Турунтаев, Ю. П. Ехлаков. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 28.10.2018).

### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

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

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. On-line калькулятор <http://math.semestr.ru/>
2. ЭБС «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <http://lanbook.fdo.tusur.ru>).

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы  
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

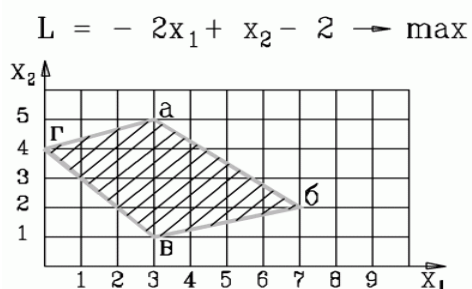
## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

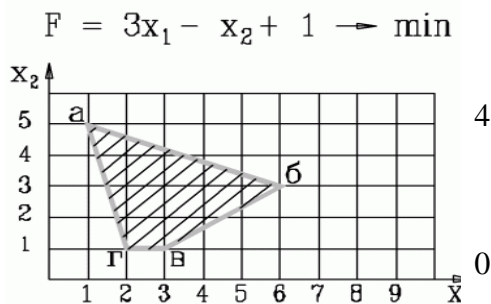
1. Какие два ограничения определяют оптимальное решение задачи?



- 1) ,  $2x_1 + 5x_2 \leq 27$
- 2)  $-x_1 + 3x_2 \leq 12$  ,  $x_1 + x_2 \geq 4$
- 3)  $-x_1 + 3x_2 \leq 12$  ,  $3x_1 + 4x_2 \leq 29$
- 4)  $x_1 - 3x_2 \leq 12$  ,  $3x_1 + 4x_2 \leq 29$

2. В какой вершине области допустимых решений находится оптимальное решение?

Укажите координаты этой точки (основные и дополнительные переменные) через точку с запятой.  
 Например: 4; 3; 2; 0; 3; 0.

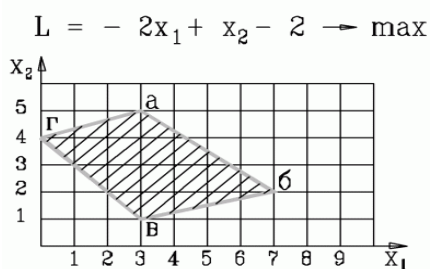


- 1) 1; 5; 0; 0; 16;
- 2) 1; 5; 4; 0; 0; 4
- 3) 1; 5; 0; 5; 0; 4
- 4) 1; 5; 16; 4; 0;

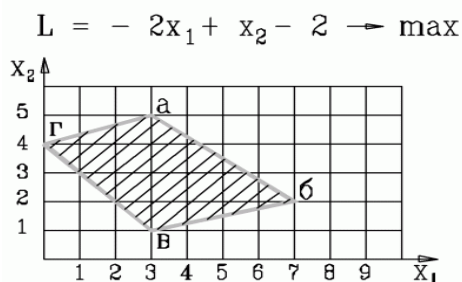
3. В какой вершине области допустимых решений находится оптимальное решение?

Укажите координаты этой точки (основные и дополнительные переменные) через точку с запятой.  
 Например: 4; 3; 2; 0; 3; 0.

- 1) 3; 5; 0; 0; 16; 4
- 2) 3; 1; 4; 0; 0; 4
- 3) 7; 2; 0; 5; 0; 4
- 4) 0; 4; 0; 0; 13; 15

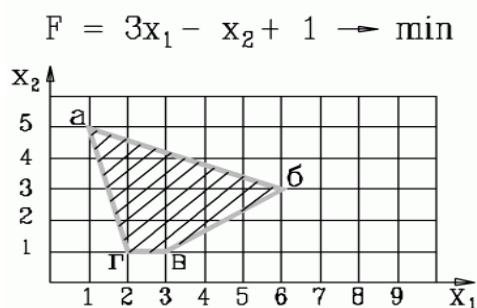


4. Какая система ограничений соответствует задаче, представленной на рисунке



|  |  |  |
|--|--|--|
| 1.<br>$-x_1 + 3x_2 \geq 12$<br>$x_1 + x_2 \geq 4$<br>$3x_1 + 4x_2 \leq 29$<br>$x_1 - 4x_2 \geq -1$ | 2.<br>$-x_1 + 3x_2 \leq 12$<br>$x_1 + x_2 \geq 4$<br>$3x_1 + 4x_2 \leq 29$<br>$x_1 - 4x_2 \geq -1$ | 3.<br>$-x_1 + 3x_2 \leq 12$<br>$x_1 + x_2 \geq 4$<br>$3x_1 + 4x_2 \leq 29$<br>$x_1 - 4x_2 \leq -1$ |
| 4.<br>$-x_1 + 3x_2 \leq 12$<br>$x_1 + x_2 \geq 4$<br>$3x_1 + 4x_2 \geq 29$<br>$x_1 - 4x_2 \leq -1$ |  |  |

5. Какая система ограничений соответствует задаче, представленной на рисунке?



|  |  |  |
|--|--|--|
| 1.<br>$4x_1 + x_2 \geq 9$<br>$2x_1 + 5x_2 \leq 27$<br>$-2x_1 + 3x_2 \leq -3$<br>$x_2 \geq 1$ | 2.<br>$4x_1 + x_2 \geq 9$<br>$2x_1 + 5x_2 \leq 27$<br>$-2x_1 + 3x_2 \geq -3$ | 3.<br>$4x_1 + x_2 \geq 9$<br>$2x_1 + 5x_2 \geq 27$<br>$-2x_1 + 3x_2 \geq -3$ |
| 4.<br>$4x_1 + x_2 \leq 9$<br>$2x_1 + 5x_2 \geq 27$<br>$-2x_1 + 3x_2 \geq -3$                 |  |  |

6. Дана задача линейного программирования

$$x_2 \rightarrow \min$$

$$x_1 + x_2 \geq 2$$

$$x_1 - x_2 \leq -1$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Какая из приведенных ниже таблиц является начальной симплекс-таблицей (на итерации 0), в которой  $x$ -основные переменные,  $s$ - дополнительные,  $r$ - фиктивные,  $Q$  и  $G$  – целевые функции

1.

| БП    | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | $r_1$ | $r_2$ | Решение |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $r_1$ | 1     | 1     | -     | 0     | 1     | 0     | 2       |
| $r_2$ | -1    | 1     | 0     | -     | 0     | 1     | 1       |
| $Q$   | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0       |
| $G$   | 0     | -2    | 1     | 1     | 0     | 0     | -3      |

2.

| БП    | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | $r_1$ | Решение |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $s_1$ | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 2       |
| $r_1$ | -1    | 1     | 0     | -1    | 1     | 1       |
| $Q$   | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0       |
| $G$   | 0     | -2    | 1     | 1     | 0     | -1      |

3.

| БП    | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | Решение |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $s_1$ | 1     | 1     | 1     | 0     | 2       |
| $s_2$ | -1    | 1     | 0     | 1     | 1       |
| $Q$   | 0     | 1     | 0     | 0     | 0       |

- 1)
- 2)
- 3)
- 4) такой таблицы нет

7. Какую переменную в нижеприведенной задаче линейного программирования на первой итерации следует включить в базис, а какую переменную исключить из базиса (на нулевой итерации в базисе располагаются переменные по каждому ограничению соответственно  $x_3, x_4, x_5, x_6$ ) ?

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{aligned}
 x_1 + 5x_2 &\geq 16 \\
 3x_1 + 2x_2 &\geq 12 \\
 x_1 + x_2 &\geq 8 \\
 x_1 &\geq 1 \\
 x_1, x_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

- а) включить  $x_2$ , исключить  $x_3$
- б) включить  $x_1$ , исключить  $x_5$
- в) включить  $x_2$ , исключить  $x_4$
- г) включить  $x_1$ , исключить  $x_4$

8. Дана начальная симплекс-таблица задачи линейного программирования, в которой  $x$ -основные переменные,  $s$ - дополнительные,  $r$ - фиктивные,  $Q$  и  $G$  – основная и фиктивная целевые функции

| БП       | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | Решение  |
|----------|-------|-------|-------|-------|----------|
| $s_1$    | 1     | -2    | 1     | 0     | <b>6</b> |
| $s_2$    | 1     | 3     | 0     | 1     | <b>8</b> |
| <b>Q</b> | 2     | 1     | 0     | 0     | 0        |

Какая модель ЗЛП соответствует данной таблице?

|  |  |  |
|--|--|--|
| $2x_1 + x_2 \rightarrow \max$<br>$x_1 - 2x_2 \geq 6$<br>$x_1 + 3x_2 \geq 8$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>1. | $2x_1 + x_2 \rightarrow \min$<br>$x_1 - 2x_2 \leq 6$<br>$x_1 + 3x_2 \leq 8$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>2. | $2x_1 + x_2 \rightarrow \max$<br>$x_1 - 2x_2 \leq 6$<br>$x_1 + 3x_2 \leq 8$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>3. |
| $2x_1 - x_2 \rightarrow \max$<br>$x_1 - 2x_2 \leq 6$<br>$x_1 + 3x_2 \leq 8$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>4. |  |  |

9. Дана начальная симплекс-таблица задачи линейного программирования, в которой  $x$ -основные переменные,  $s$ - дополнительные,  $r$ - фиктивные,  $Q$  и  $G$  – основная и фиктивная целевые функции

| БП       | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | $r_1$ | $r_2$ | Решение |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $r_1$    | 4     | 5     | -1    | 0     | 1     | 0     | 20      |
| $r_2$    | 5     | 3     | 0     | -1    | 0     | 1     | 15      |
| <b>Q</b> | 5     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0       |
| <b>G</b> | -9    | -8    | 1     | 1     | 0     | 0     | -35     |

Какая модель ЗЛП соответствует данной таблице?

|  |   |  |
|--|---|--|
| $5x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$<br>$4x_1 + 5x_2 \geq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \geq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>1.  | $5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$<br>$4x_1 + 5x_2 \geq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \geq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>2. | $-5x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$<br>$4x_1 + 5x_2 \leq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \leq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>3. |
| $-5x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$<br>$4x_1 + 5x_2 \geq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \leq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>4. |   |  |

10. Дана задача линейного программирования

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

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$-x_1 + x_2 \geq 0$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Какая из приведенных ниже таблиц является начальной симплекс-таблицей (на итерации 0), в которой x-основные переменные, s- дополнительные, r- фиктивные, Q и G – целевые функции

1.

| БП             | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | s <sub>1</sub> | s <sub>2</sub> | r <sub>1</sub> | Решение |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| s <sub>1</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 4       |
| s <sub>2</sub> | -1             | 1              | 0              | -1             |                | 0       |
| Q              | 2              | 1              | 0              | 0              |                | 0       |
| G              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0       |

2.

| БП             | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | s <sub>1</sub> | s <sub>2</sub> | Решение |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| s <sub>1</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 4       |
| s <sub>2</sub> | 1              | -1             | 0              | 1              | 0       |
| Q              | 2              | 1              | 0              | 0              | 0       |

3.

| БП             | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | s <sub>1</sub> | s <sub>2</sub> | Решение |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| s <sub>1</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 4       |
| s <sub>2</sub> | 1              | -1             | 0              | -1             | 0       |
| Q              | 2              | 1              | 0              | 0              | 0       |

Ответ:

1)

2)

3)

4) такой таблицы нет

11. Дана начальная симплекс-таблица прямой (исходной) задачи линейного программирования, в которой x-основные переменные, s- дополнительные, r- фиктивные, Q и G – основная и фиктивная целевые функции

| БП             | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | s <sub>1</sub> | s <sub>2</sub> | r <sub>1</sub> | Решение |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| s <sub>1</sub> | -5             | 3              | 1              | 0              | 0              | 15      |
| r <sub>1</sub> | 1              | -2             | 0              | -1             | 1              | 4       |
| Q              | 2              | 3              | 0              | 0              | 0              | 0       |
| G              | -1             | 2              | 0              | 1              | 0              | -4      |

Укажите постановку двойственной ЗЛП, в которой y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub> - двойственные оценки ограничений исходной задачи.

|  |  |  |
|--|--|--|
| $15y_1 - 4y_2 \rightarrow \min$<br>$5y_1 + y_2 \leq 2$<br>$-3y_1 - 2y_2 \leq 3$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>1. | $2y_1 + 3y_2 \rightarrow \max$<br>$-5y_1 + 3y_2 \leq 15$<br>$y_1 - 2y_2 \geq 4$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>2. | $15y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$<br>$-5y_1 + y_2 \leq 2$<br>$3y_1 - 2y_2 \leq 3$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>3. |
| $15y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$<br>$-5y_1 + y_2 \geq 2$<br>$3y_1 - 2y_2 \leq 3$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>4. |  |  |

12. Дана начальная симплекс-таблица прямой (исходной) задачи линейного программирования, в которой x-основные переменные, s- дополнительные, r- фиктивные, Q и G – основная и фиктивная целевые функции

| БП             | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | s <sub>1</sub> | s <sub>2</sub> | r <sub>1</sub> | Решение |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| s <sub>1</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 2       |
| r <sub>1</sub> | -1             | 1              | 0              | -1             | 1              | 1       |
| Q              | 0              | -1             | 0              | 0              | 0              | 0       |
| G              | 1              | -1             | 0              | 1              | 1              | -1      |

Укажите постановку двойственной ЗЛП, в которой  $y_1, y_2$  - двойственные оценки ограничений исходной задачи.

|   |  |   |
|---|--|---|
| $2y_1 - y_2 \rightarrow \max$<br>$y_1 + y_2 \leq 0$<br>$y_1 - y_2 \leq -1$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>1. | $2y_1 - y_2 \rightarrow \min$<br>$y_1 + y_2 \geq 0$<br>$y_1 - y_2 \geq 1$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>2. | $2y_1 - y_2 \rightarrow \max$<br>$y_1 + y_2 \geq 0$<br>$y_1 - y_2 \geq -1$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>3. |
| $2y_1 - y_2 \rightarrow \max$<br>$y_1 + y_2 \geq 0$<br>$y_1 - y_2 \geq 1$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>4.  |  |   |

13. Дана исходная задача линейного программирования:

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

$$-5x_1 + 3x_2 \leq 15$$

$$x_1 - 2x_2 \geq 4$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Какая задача будет являться к ней двойственной, если  $y_1, y_2$  - двойственные оценки ограничений?

а)

$$15y_1 - 4y_2 \rightarrow \min$$

$$5y_1 + y_2 \leq 2$$

$$-3y_1 - 2y_2 \leq 3$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

б)

$$2y_1 + 3y_2 \rightarrow \max$$

$$-5y_1 + 3y_2 \leq 15$$

$$y_1 - 2y_2 \geq 4$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

в)

$$15y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$$

$$-5y_1 + y_2 \leq 2$$

$$3y_1 - 2y_2 \leq 3$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

г)

$$15y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$$

$$-5y_1 + y_2 \geq 2$$

$$3y_1 - 2y_2 \leq 3$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

14. Дана исходная задача линейного программирования:

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

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_1 - x_2 \leq 0$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Если каждое из ограничений модели связано с ограничением на соответствующий ресурс, то укажите, какие из ресурсов (ограничений) являются дефицитными?

- 1) первый и второй
- 2) первый
- 3) второй
- 4) решения нет

15. На фабрике эксплуатируются два типа ткацких станков, которые могут выпускать три вида тканей. Известны следующие данные о производственном процессе:  $P_{ij}$  - производительности станков по каждому виду ткани, м/ч;  $C_{ij}$  - себестоимость производства тканей, руб./м; фонды рабочего времени станков  $A_i$  ч; планируемый объем выпуска тканей  $B_j$  м.

Требуется распределить выпуск ткани по станкам с целью минимизации общей себестоимости производства ткани. Какая из моделей верна?

|   |   |   |
|---|---|---|
| $\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{i=1}^2 P_{ij} * x_{ij} \geq B_j, j = 1,2,3$ $\sum_{j=1}^3 x_{ij} \leq A_i, i = 1,2$ $x_{ij} \geq 0$ <p>1.</p> | $\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{i=1}^2 x_{ij} \geq B_j, j = 1,2,3$ $\sum_{j=1}^3 \frac{x_{ij}}{P_{ij}} \leq A_i, i = 1,2$ $x_{ij} \geq 0$ <p>2.</p> | $\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{i=1}^2 x_{ij} \geq B_j, j = 1,2,3$ $\sum_{j=1}^3 P_{ij} * x_{ij} \leq A_i, i = 1,2$ $x_{ij} \geq 0$ <p>3.</p> |
| $\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{i=1}^3 x_{ij} \geq B_j, j = 1,2$ $\sum_{j=1}^2 P_{ij} * x_{ij} \leq A_i, i = 1,2,3$ $x_{ij} \geq 0$ <p>4.</p> |   |   |

16. Стальные прутья длиной 105 см необходимо разрезать на заготовки  $l_i$  длиной 45, 35 и



50 см. Требуемое количество заготовок данного вида составляет  $N_i$  соответственно 40, 30 и 20 шт. Возможные варианты разреза и количество заготовок  $a_{ij}$ , величина отходов  $S_j$  при каждом из них приведены в следующей таблице:

| Длина заготовки (см)  | Вариант разреза |   |    |   |    |    |
|-----------------------|-----------------|---|----|---|----|----|
|                       | 1               | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  |
| 45                    | 2               | 1 | 1  | - | -  | -  |
| 35                    | -               | 2 | -  | 3 | 1  | -  |
| 50                    | -               | - | 1  | - | 1  | 2  |
| Величина отходов (см) | 15              | 0 | 20 | 0 | 30 | 15 |

Определить, сколько прутьев по каждому из возможных вариантов следует разрезать, чтобы обеспечить нужное количество заготовок каждого вида при минимальных отходах. Какая из моделей верна?

|  |  |   |
|--|--|---|
| $\sum_{j=1}^6 S_j * x_j \rightarrow \min$ $\sum_{j=1}^6 a_{ij} * x_j \geq N_i,$ <p style="text-align: center;"><math>i = 1,2,3</math><br/><math>x_j \geq 0</math>, целые</p> <p>1.</p> | $\sum_{j=1}^6 S_j * x_j \rightarrow \min$ $\sum_{j=1}^6 a_{ij} * x_j \leq N_i,$ <p style="text-align: center;"><math>i = 1,2,3</math><br/><math>x_j \geq 0</math>, целые</p> <p>2.</p> | $\sum_{i=1}^3 l_i * x_i \rightarrow \max$ $\sum_{i=1}^3 a_{ij} * x_i \leq S_j, j = 1, \dots, 6$ <p style="text-align: center;"><math>x_i \geq 0</math>, целые</p> <p>3.</p> |
| $\sum_{i=1}^3 l_i * x_i \rightarrow \min$ $\sum_{i=1}^3 a_{ij} * x_i \leq S_j, j = 1, \dots, 6$ <p style="text-align: center;"><math>x_i \geq 0</math>, целые</p> <p>4.</p>            |  |   |

17. Дана транспортная задача линейного программирования (возможности поставщиков и потребности потребителей заданы справа и внизу матрицы)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 2 | 5 | 6 | 5 |
| 3 | 4 | 3 | 3 |
| 2 | 4 | 2 |   |

Начальный план определите методом минимального элемента и укажите для него потенциалы поставщиков  $u_1$  и  $u_2$

- а)  $u_1=0, u_2=-1$
- б)  $u_1=0, u_2=3$
- в)  $u_1=0, u_2=-5$
- г)  $u_1=5, u_2=-5$

18. На прием к директору одновременно записались посетители. Секретарь составил список, указав для каждого посетителя ориентировочную продолжительность приема (см. таблицу), ограничив этот список шестью посетителями, т.к. на прием директору отводилось 2 часа. Секретарю необходимо составить расписание последовательности приема ограниченного числа посетителей, которое приведет к экономии общего времени ожидания посетителей. Введите это время ожидания посетителей в минутах

| № п/п           | Фамилия  | Продолжительность приема, мин |
|-----------------|----------|-------------------------------|
| 1.              | Антонов  | 15                            |
| 2.              | Борисов  | 25                            |
| 3.              | Васильев | 5                             |
| 4.              | Гаврилов | 10                            |
| 5.              | Денисов  | 30                            |
| 6.              | Егоров   | 35                            |
| Суммарное время |          | 120 мин = 2 ч                 |

- 1) 110
- 2) 125
- 3) 120
- 4) 190

**19.** На производственную линию от шести рабочих поступают последовательно по одной заготовке. На линии поочередно обрабатываются (производятся) детали. Время обработки деталей на линии приведены в таблице. После их обработки они одновременно возвращаются рабочим. Определить последовательность обработки деталей (подачи заготовок от рабочих) на линии, чтобы минимизировать общее время ожидания рабочими возвращения деталей. Введите это время.

| № п/п | Операция обработки (изготовления) детали | Продолжительность обработки, секунды |
|-------|--|--------------------------------------|
| 1.    | Шайба 1                                  | 6                                    |
| 2.    | Болт 1                                   | 9                                    |
| 3.    | Гайка 1                                  | 11                                   |
| 4.    | Шайба 2                                  | 7                                    |
| 5.    | Болт 2                                   | 10                                   |
| 6.    | Гайка 2                                  | 15                                   |

- 1) 110
- 2) 125
- 3) 118
- 4) 190

**20.** Задан сетевой график в терминах событий с указанием длительности выполнения работ в виде матрицы смежности. Вершина 1 – начальное событие, вершина 5 – конечное событие.

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| - | 3 | 2 |   |   |
|   | - |   | 3 | 4 |
|   | 3 | - |   | 3 |
|   |   |   | - | 3 |
|   |   |   |   | - |

Определите длину критического пути.

- 1) 11
- 2) 12
- 3) 13
- 4) 19

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Исследование операций – это:

- 1) научная дисциплина количественного обоснования принимаемых решений на базе методов математического моделирования
  - 2) научная дисциплина количественного и качественного обоснования принимаемых решений
  - 3) научная дисциплина качественного обоснования принимаемых решений для многокритериальных задач управления
2. Операция – это
- 1) упорядоченная совокупность связанных взаимными отношениями действий (работ), направленных на достижение цели
  - 2) совокупность связанных взаимными отношениями действий (работ), направленных на получение конечных результатов
  - 3) упорядоченная совокупность связанных взаимными отношениями действий (работ), направленных на экономию ресурсов
3. Цель — это ... результат деятельности, достижимый в пределах некоторого интервала времени.
- 1) предполагаемый
  - 2) желаемый
  - 3) ожидаемый
4. Решение – это
- 1) конечный результат деятельности объекта управления, как предписание к действию субъекта управления
  - 2) конечный результат деятельности субъекта управления, как предписание к действию объекта управления
  - 3) план на выполнение операций в системе организационного управления
5. Чем отличаются математические постановки задач о назначениях и о коммивояжере?
- 1) В математической постановке задачи о назначениях отсутствует условие целочисленности переменной
  - 2) В математической постановке задачи о коммивояжере присутствует условие исключения подциклов
  - 3) В математической постановке задачи о назначениях отсутствует условие исключения подциклов
6. В чем заключается задача распределения ресурсов по операциям?
- 1) В выборе такого распределения ресурсов по операциям, при котором достигается максимальная общая эффективность системы .
  - 2) В выборе такого распределения ресурсов по операциям, при котором достигается минимальная общая эффективность системы.
  - 3) В минимизации суммарных затрат или максимизации суммарной прибыли .
7. К чему сводится решение задач о назначении?
- 1) только к назначению одной единицы ресурса для выполнения каждой операции;
  - 2) только к выбору (назначению) по множеству ресурсов для выполнения каждой операции;
  - 3) к несовпадению числа операций и числа различных ресурсов;
  - 4) к такому назначению одной единицы ресурса для выполнения каждой операции, чтобы общая стоимость выполнения операций была минимальна или прибыль максимальна .
8. Решить задачу графически. Ответ введите в виде двух чисел (значение  $x_1$ ; значение  $x_2$ ) через точку с запятой с округлением до десятичных. Например: 2,2;3,5

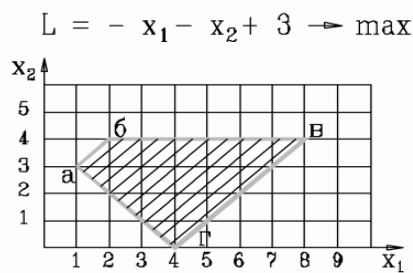
$$\begin{aligned}
 3x_1 + x_2 &\rightarrow \min \\
 3x_1 + 5x_2 &\geq 15 \\
 5x_1 + 3x_2 &\geq 15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_1 &\geq 1 \\x_2 &\geq 1 \\x_1, x_2 &\geq 0\end{aligned}$$

9. Решить задачу графически. Ответ введите в виде двух чисел (значение  $x_1$ ; значение  $x_2$ ) через точку с запятой с округлением до десятичных. Например: 2,2;3,5

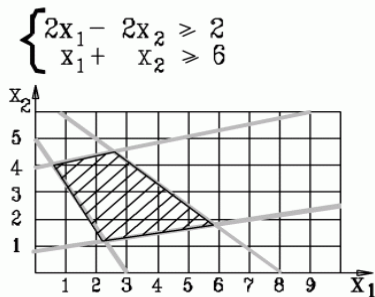
$$\begin{aligned}x_1 + 2x_2 &\rightarrow \max \\6x_1 + 2x_2 &\geq 6 \\3x_1 - 2x_2 &\leq 6 \\3x_1 - x_2 &\geq -3 \\x_1 + x_2 &\leq 5 \\x_1, x_2 &\geq 0\end{aligned}$$

10. В какой вершине области допустимых решений находится оптимальное решение?



- 1) а
- 2) б
- 3) г
- 4) в

11. Как отразится на области допустимых решений добавление ограничений?



- 1) останется без изменения
- 2) уменьшится
- 3) станет несовместной
- 4) увеличится

12. Каким из трех алгоритмов следует начать решение исходной задачи?

- а) прямым симплекс-алгоритмом
- б) двойственным симплекс-алгоритмом
- в) двухэтапным симплекс-алгоритмом

$$\begin{aligned}-x_2 &\rightarrow \min \\x_1 + x_2 &\geq 1 \\x_1 + x_2 &\leq 2 \\x_1 - x_2 &\leq 1 \\x_1 - x_2 &\leq -1 \\x_1, x_2 &\geq 0\end{aligned}$$

13. Каким из трех алгоритмов следует начать решение исходной задачи?

- а) прямым симплекс-алгоритмом
- б) двойственным симплекс-алгоритмом
- в) двухэтапным симплекс-алгоритмом

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

$$x_1 - 2x_2 \leq 6$$

$$x_1 + 3x_2 \leq 8$$

$$x_1 \leq 4$$

$$x_2 \leq 2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

14. Каким из трех алгоритмов следует начать решение исходной задачи?

- а) прямым симплекс-алгоритмом
- б) двойственным симплекс-алгоритмом
- в) двухэтапным симплекс-алгоритмом

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

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_1 - x_2 \leq 0$$

$$x_1 \leq 4$$

$$x_2 \leq 5$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

15. Каким из трех алгоритмов следует начать решение исходной задачи?

- а) прямым симплекс-алгоритмом
- б) двойственным симплекс-алгоритмом
- в) двухэтапным симплекс-алгоритмом

$$x_1 - 2x_2 \rightarrow \max$$

$$-2x_1 + x_2 \leq 8$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 12$$

$$x_1 \geq 10$$

$$x_2 \geq 2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

16. Дана исходная задача линейного программирования:

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

$$-5x_1 + 3x_2 \leq 15$$

$$x_1 - 2x_2 \geq 4$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Какая задача будет являться к ней двойственной, если  $y_1, y_2$  – двойственные оценки ограничений?

а)

$$15y_1 - 4y_2 \rightarrow \min$$

$$5y_1 + y_2 \leq 2$$

$$-3y_1 - 2y_2 \leq 3$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

б)

$$2y_1 + 3y_2 \rightarrow \max$$

$$-5y_1 + 3y_2 \leq 15$$

$$y_1 - 2y_2 \geq 4$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

в)

$$15y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$$

$$-5y_1 + y_2 \leq 2$$

$$3y_1 - 2y_2 \leq 3$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

17. Дана исходная задача линейного программирования:

$$-x_2 \rightarrow \min$$

$$x_1 + x_2 \leq 2$$

$$x_1 - x_2 \leq -1$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Какая задача будет являться к ней двойственной, если  $y_1, y_2$  – двойственные оценки ограничений?

а)

$$2y_1 - y_2 \rightarrow \max$$

$$y_1 + y_2 \leq 0$$

$$y_1 - y_2 \leq -1$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

б)

$$2y_1 - y_2 \rightarrow \min$$

$$y_1 + y_2 \geq 0$$

$$y_1 - y_2 \geq 1$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

в)

$$2y_1 - y_2 \rightarrow \max$$

$$y_1 + y_2 \geq 0$$

$$y_1 - y_2 \geq -1$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

18 В задаче линейного программирования о назначениях известны затраты на выполнение каждым исполнителем соответствующих работ (три исполнителя и три работы).

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 6 |
| 3 | 4 | 5 |

Оцените оптимальный план решения задачи, указав суммарные затраты на выполнение всех работ.

19. Дана исходная задача линейного программирования:

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

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_1 - x_2 \leq 0$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Если каждое из ограничений модели связано с ограничением на соответствующий ресурс, то укажите, какие из ресурсов (ограничений) являются дефицитными?

- 5) первый и второй
- 6) первый
- 7) второй

20. Дана транспортная задача линейного программирования (возможности поставщиков и потребности потребителей заданы справа и внизу матрицы).

|    |   |    |    |
|----|---|----|----|
| 3  | 5 | 6  | 5  |
| 6  | 5 | 3  | 10 |
| 5  | 7 | 10 | 7  |
| 12 | 5 | 5  |    |

Оцените оптимальный план решения задачи, указав суммарные затраты на перевозку.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Исследование операций

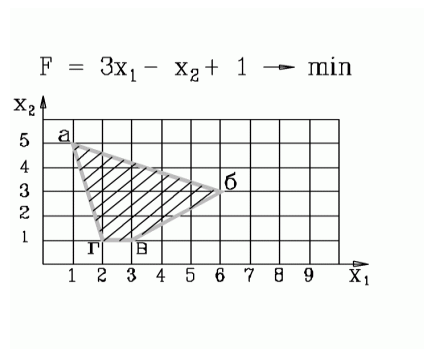
1. Для приготовления комбикорма совхоз может закупить зерно 2-х сортов, отличающихся друг от друга содержанием питательных компонентов. Для обеспечения нормального питания скота в течение планируемого периода комбикорм должен содержать не менее  $B_j$  единиц питательного компонента  $j$ -го типа ( $j=1,2$ ). Одна тонна зерна  $i$ -го сорта стоит  $R_i$  рублей и содержит  $A_{ij}$  единиц питательного компонента  $j$ -го типа. Складские помещения позволяют хранить не более  $A$  тонн зерна. Сколько зерна каждого сорта необходимо закупить, чтобы обеспечить заданную питательность комбикорма с учетом емкости складских помещений. Какая из моделей верна?

|   |   |   |
|---|---|---|
| $\sum_{i=1}^2 R_i * x_i \rightarrow \min$ $\sum_{i=1}^2 A_{ij} * x_i \geq B_j, j = 1,2$ $\sum_{i=1}^2 x_i \leq A$ | $\sum_{i=1}^2 R_i * x_i \rightarrow \max$ $\sum_{i=1}^2 A_{ij} * x_i \leq B_j, j = 1,2$ $\sum_{i=1}^2 x_i \leq A$ | $\sum_{i=1}^2 R_i * x_i \rightarrow \min$ $\sum_{j=1}^2 A_{ij} * x_i \geq B_j, j = 1,2$ $\sum_{i=1}^2 x_i \leq A$ |
| 1.  | 2.  | 3.  |

2. На швейной фабрике для изготовления четырёх видов изделий может быть использована ткань трёх артикулов. Нормы расхода тканей всех артикулов на пошив одного изделия приведены в таблице. В ней так же указаны имеющиеся в распоряжении фабрики общее количество тканей каждого артикула и цена изделия данного вида. Определить, сколько изделий каждого вида должна произвести фабрика, чтобы стоимость изготовленной продукции была максимальной. Ответ записать в виде последовательности чисел с округлением до целых через точку с запятой. Например: 3; 4; 7; 6

| Артикул ткани       | Норма расхода ткани (м) на одно изделие вида |   |   |   | Общее количество ткани |
|---------------------|--|---|---|---|------------------------|
|                     | 1  | 2 | 3 | 4 |                        |
| I                   | 1  | - | 2 | 1 | 180                    |
| II                  | -  | 1 | 3 | 2 | 210                    |
| III                 | 4  | 2 | - | 4 | 800                    |
| Цена изделия (руб.) | 9  | 6 | 4 | 7 |                        |

3. Область допустимых решений задачи представлена ниже на рисунке. Как будет записано ограничение (аг)



- 1)  $x_1 + 5x_2 \geq 5$
- 2)  $2x_1 + x_2 \geq 5$
- 3)  $4x_1 + x_2 \geq 9$
- 4)  $4x_1 + x_2 \leq 9$

4. Дана начальная симплекс-таблица задачи линейного программирования, в которой  $x$ -основные переменные,  $s$ - дополнительные,  $r$ - фиктивные,  $Q$  и  $G$  – основная и фиктивная целевые функции

| БП    | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | $r_1$ | $r_2$ | Решение |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $r_1$ | 4     | 5     | -1    | 0     | 1     | 0     | 20      |
| $r_2$ | 5     | 3     | 0     | -1    | 0     | 1     | 15      |
| $Q$   | 5     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0       |
| $G$   | -9    | -8    | 1     | 1     | 0     | 0     | -35     |

Какая модель ЗЛП соответствует данной таблице?

|   |   |  |
|---|---|--|
| $5x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$<br>$4x_1 + 5x_2 \geq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \geq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>1. | $5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$<br>$4x_1 + 5x_2 \geq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \geq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>2. | $-5x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$<br>$4x_1 + 5x_2 \leq 20$<br>$5x_1 + 3x_2 \leq 15$<br>$x_1, x_2 \geq 0$<br>3. |
|---|---|--|

5. Дана начальная симплекс-таблица прямой (исходной) задачи линейного программирования, в которой  $x$ -основные переменные,  $s$ - дополнительные,  $r$ - фиктивные,  $Q$  и  $G$  – основная и фиктивная целевые функции

| БП    | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | $r_1$ | Решение |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $s_1$ | -5    | 3     | 1     | 0     | 0     | 15      |
| $r_1$ | 1     | -2    | 0     | -1    | 1     | 4       |
| $Q$   | 2     | 3     | 0     | 0     | 0     | 0       |
| $G$   | -1    | 2     | 0     | 1     | 0     | -4      |

Укажите постановку двойственной ЗЛП, в которой  $y_1, y_2$  - двойственные оценки ограничений исходной задачи.

|  |  |  |
|--|--|--|
| $15y_1 - 4y_2 \rightarrow \min$<br>$5y_1 + y_2 \leq 2$<br>$-3y_1 - 2y_2 \leq 3$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>1. | $2y_1 + 3y_2 \rightarrow \max$<br>$-5y_1 + 3y_2 \leq 15$<br>$y_1 - 2y_2 \geq 4$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>2. | $15y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$<br>$-5y_1 + y_2 \leq 2$<br>$3y_1 - 2y_2 \leq 3$<br>$y_1, y_2 \geq 0$<br>3. |
|--|--|--|

6 Задан прогноз спроса на компьютеры по кварталам: I кв. - 1000 шт.; II кв. – 500; III кв. – 3000; IV кв. – 2000. Фирма при работе в одну смену может собирать 1200 компьютеров в квартал при стоимости сборки одного компьютера 100 т.р. Если ввести вторую смену, то ежеквартально можно будет собирать ещё 800 компьютеров. Но сборка каждого компьютера во вторую смену обходится



дороже – 110 т.р. Изготовленные в данном квартале компьютеры могут продаваться в одном из последующих кварталов. При этом хранение каждого компьютера обходится в 25 т.р. за квартал. Используя модель транспортной задачи, определите план сбора компьютеров, чтобы удовлетворить спрос с минимальными совокупными затратами. Введите величину этих затрат.

7. Задан прогноз спроса на компьютеры по кварталам: I кв. - 1000 шт.; II кв.– 500; III кв. – 3000; IV кв.– 2000. Фирма при работе в одну смену может собирать 1200 компьютеров в квартал при стоимости сборки одного компьютера 100 т.р. Если ввести вторую смену, то ежеквартально можно будет собирать ещё 800 компьютеров. Но сборка каждого компьютера во вторую смену обходится дороже – 110 т.р. Изготовленные в данном квартале компьютеры могут продаваться в одном из последующих кварталов. При этом хранение каждого компьютера обходится в 25 т.р. за квартал. Используя модель транспортной задачи, определите, сколько компьютеров следует собирать ежеквартально в первую смену, чтобы удовлетворить спрос с минимальными совокупными затратами. Заполните матрицу, отражающую количество компьютеров, собираемых в каждом квартале.

8. Три студента собираются посетить во время практики организации: фирмы и (или) НИИ. Каждый студент обязан пройти практику в двух организациях. Путем опроса студентов выявлены предпочтения студентов для этих организаций (1 означает «наиболее предпочтительна», а 6 — «наименее предпочтительна»). Предпочтения каждого из студентов показаны в таблице.

|           | Фирма 1 | Фирма 2 | Фирма 3 | НИИ 1 | НИИ 2 | НИИ 3 |
|-----------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| Студент 1 | 1       | 2       | 3       | 4     | 5     | 6     |
| Студент 2 | 6       | 5       | 4       | 3     | 2     | 1     |
| Студент 3 | 1       | 3       | 2       | 4     | 6     | 5     |

Вопрос: Чему равна сумма баллов, соответствующая наилучшему распределению студентов по организациям?

9 Дана матрица расстояний между шестью городами («-» означает, что переезд по маршруту закрыт).

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| - | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | - | 6 | 4 | 3 | 1 |
| 6 | 4 | - | 4 | 5 | 7 |
| 5 | 7 | 4 | - | 6 | 7 |
| 3 | 3 | 6 | 8 | - | 4 |
| 4 | 4 | 5 | 8 | 3 | - |

Оцените оптимальный план решения задачи о коммивояжере, указав суммарные затраты на объезд всех городов с возвращением в исходный город.

10. Дана матрица расстояний между шестью городами («-» означает, что переезд по маршруту закрыт).

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| - | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | - | 6 | 4 | 3 | 1 |
| 6 | 4 | - | 4 | 5 | 7 |
| 5 | 7 | 4 | - | 6 | 7 |
| 3 | 3 | 6 | 8 | - | 4 |
| 4 | 4 | 5 | 8 | 3 | - |

Оцените оптимальный план решения задачи о коммивояжере, указав суммарные затраты на объезд всех городов начиная со второго без возвращения в исходный город.

#### 14.1.4. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения  |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка   |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)                                       |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами   |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.