

**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.

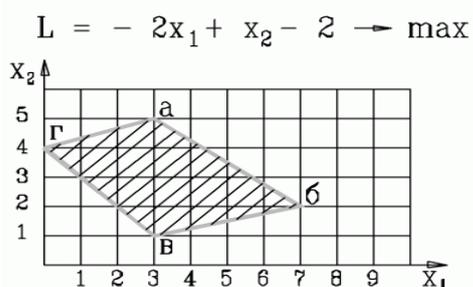
## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 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

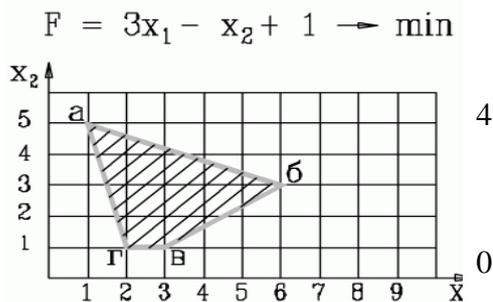
1. Какие два ограничения определяют оптимальное решение задачи?



- 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.

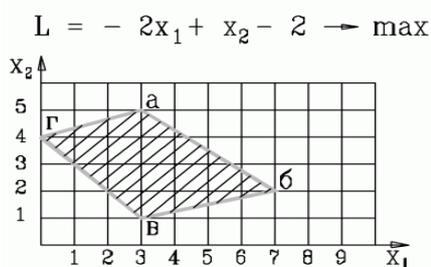


- 1) 1; 5; 0; 0; 16;
- 2) 1; 5; 4; 0; 0; 4
- 3) 1; 5; 0; 5; 0; 4
- 4) 1; 5; 16; 4; 0;

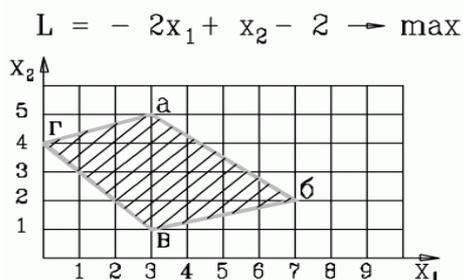
3. В какой вершине области допустимых решений находится оптимальное решение?

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

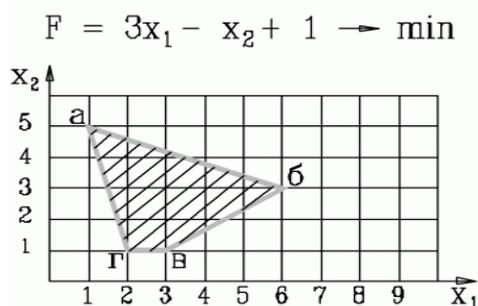


4. Какая система ограничений соответствует задаче, представленной на рисунке



1. $-x_1 + 3x_2 \geq 12$ $x_1 + x_2 \geq 4$ $3x_1 + 4x_2 \leq 29$ $x_1 - 4x_2 \geq -1$	2. $-x_1 + 3x_2 \leq 12$ $x_1 + x_2 \geq 4$ $3x_1 + 4x_2 \leq 29$ $x_1 - 4x_2 \geq -1$	3. $-x_1 + 3x_2 \leq 12$ $x_1 + x_2 \geq 4$ $3x_1 + 4x_2 \leq 29$ $x_1 - 4x_2 \leq -1$
4. $-x_1 + 3x_2 \leq 12$ $x_1 + x_2 \geq 4$ $3x_1 + 4x_2 \geq 29$ $x_1 - 4x_2 \leq -1$		

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



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

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?

$2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $x_1 - 2x_2 \geq 6$ $x_1 + 3x_2 \geq 8$ $x_1, x_2 \geq 0$ 1.	$2x_1 + x_2 \rightarrow \min$ $x_1 - 2x_2 \leq 6$ $x_1 + 3x_2 \leq 8$ $x_1, x_2 \geq 0$ 2.	$2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $x_1 - 2x_2 \leq 6$ $x_1 + 3x_2 \leq 8$ $x_1, x_2 \geq 0$ 3.
$2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $x_1 - 2x_2 \leq 6$ $x_1 + 3x_2 \leq 8$ $x_1, x_2 \geq 0$ 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?

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

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

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

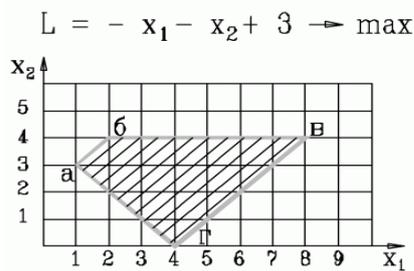
$$\begin{aligned}
 3x_1 + x_2 &\rightarrow \min \\
 3x_1 + 5x_2 &\geq 15 \\
 5x_1 + 3x_2 &\geq 15
 \end{aligned}$$

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

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

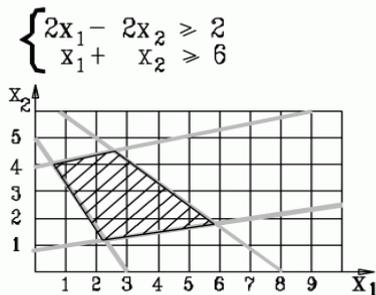
$$\begin{aligned}x_1 + 2x_2 &\rightarrow \max \\6x_1 + 2x_2 &\geq 6 \\3x_1 - 2x_2 &\leq 6 \\3x_1 - x_2 &\geq -3 \\x_1 + x_2 &\leq 5 \\x_1, x_2 &\geq 0\end{aligned}$$

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

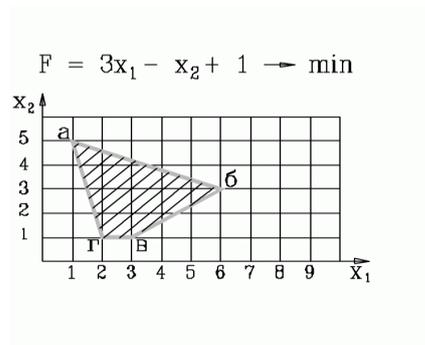
1. Для приготовления комбикорма совхоз может закупить зерно 2-х сортов, отличающихся друг от друга содержанием питательных компонентов. Для обеспечения нормального питания скота в течение планируемого периода комбикорм должен содержать не менее  $B_j$  единиц питательного компонента  $j$ -го типа ( $j=1,2$ ). 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?

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

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