

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Филиал ФГБОУ ВО «УдГУ» в г. Воткинске



«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по УМР  
Е.Н. Бралгина

«21» марта 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

Направление подготовки  
Бизнес-информатика  
38.03.05

Направленность (Профиль)  
Электронный бизнес  
38.03.05.01

Квалификация выпускника  
БАКАЛАВР

Форма обучения  
Очная, очно-заочная

Воткинск 2023

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы ..	5
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий .....	6
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов.....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	13
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	19
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	21
11. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине (модулю) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	
Приложение 1.....	....

## **1. Цель и задачи дисциплины**

**Целью курса** является формирование у студентов теоретических знаний, практических навыков по вопросам, касающимся принятия управленческих решений; обучение студентов применению методов и моделей исследования операций в процессе подготовки и принятия управленческих решений в организационно-экономических и производственных системах, т.е. тех инструментов, с помощью которых в современных условиях формируются и анализируются варианты управленческих решений.

**Задачами курса** являются:

- ознакомление с основами процесса принятия задач управления;
- обучение теории и практике принятия решений в современных условиях хозяйствования;
- рассмотрение широкого круга задач, возникающих в практике менеджмента и связанных с принятием решений, относящихся ко всем областям и уровням управления.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть. Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания, полученные в предыдущих дисциплинах: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Линейная алгебра». Знания, полученные студентами по этой дисциплине, будут использоваться при выполнении учебно-исследовательской работы, при подготовке выпускной квалификационной работы.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью находить организационно-управленческие решения и готов нести за них ответственность; готов к ответственному и целеустремленному решению поставленных профессиональных задач во взаимодействии с обществом, коллективом, партнерами (ОПК-2);
- способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования (ПК-17);
- способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования (ПК-18);

### **планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия, утверждения и теоремы исследования операций;
- основные математические модели исследования операций;
- классификацию систем массового обслуживания и их основные характеристики;

**уметь:**

- применять полученные знания при решении практических задач.

**владеть:**

- навыками выбора математических моделей исследования операций и их использованием при решении практических задач;
- навыками анализа решения задач на устойчивость к принятой модели;
- навыками численного моделирования систем массового обслуживания.

## **4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с**

преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов,

№ п/п	Форма обучения	Общая трудоемкость дисциплины (в часах)	Контактная работа с преподавателем (в часах)				Самостоятельная работа студента (СРС)	Учебных часов на контроль		Перезачтено (в часах)
			Лекции	Прак.	Лаборат.	КСР		Зачет	Экзамен	
1	Заочная	180	2	22			147		9	-
2	Заочная, ускоренные сроки		4	8			123		9	36

**5.Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Заочная форма, нормативные сроки

№ п/п	Разделы, темы дисциплины	Виды учебной работы (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции (код)	Всего компетенций
		Л.	Пр.	Сам. раб.			
1	Тема 1	0,33	4	24	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
2	Тема 2	0,33	4	24	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
3	Тема 3	0,33	4	25	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
4	Тема 4	0,33	4	25	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
5	Тема 5	0,33	4	25	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
6	Тема 6	0,35	2	24	Проверочная работа	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
	Экзамен				9	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
	ВСЕГО	2	22	147	9		

Заочная форма, ускоренные сроки

№ п/п	Разделы, темы дисциплины	Виды учебной работы (в часах)	Формы текущего контроля	Формируемые	Всего компетенций

		Л.	Пр.	Сам. раб.	успеваемости	компетенции (код)	
1	Тема 1	0,66	1	20	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
2	Тема 2	0,66	1	20	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
3	Тема 3	0,66	1	20	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
4	Тема 4	0,66	1	21	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
5	Тема 5	0,66	2	21	Текущий контроль	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
6	Тема 6	0,7	2	21	Проверочная работа	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
	Экзамен				9	ОПК-2, ПК-17, ПК-18	3
	ВСЕГО	4	8	123	9		

### 5.1. Темы и их аннотации

#### Введение.

Объект и предмет дисциплины «Математические методы и модели исследования операций». Классификация и принципы построения математических моделей.

#### Тема 1. Линейное программирование.

Постановка задачи линейного программирования. Примеры задач линейного программирования. Основные свойства задачи линейного программирования и ее первая геометрическая интерпретация. Вторая геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Теория двойственности в линейном программировании.

#### Тема 2. Нелинейное программирование.

Методы решения задач нелинейного программирования. Двойственность в нелинейном программировании. Понятие седловой точки. Теорема Куна-Таккера. Условия регулярности Слейтера.

#### Тема 3. Транспортные и сетевые задачи.

Транспортная задача и методы ее решения. Метод северо-западного угла. Критерий оптимальности. Алгоритм метода потенциала. Сетевые задачи. Основные понятия теории графов. Метод потенциала для транспортной задачи в сетевой постановке. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Минти.

#### Тема 4. Задача о назначениях.

Метод Мака решения задачи о назначениях. Задача о составлении расписаний.

#### Тема 5. Дискретное программирование.

Типы задач дискретного программирования. Задачи с неделимостями. Экстремальные комбинаторные задачи. Задачи с разрывными целевыми функциями. Задачи на несвязных и невыпуклых областях. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.

#### Тема 6. Динамическое программирование.

Общая схема методов динамического программирования. Задача о капиталовложениях. Задача о найме работников.

## **5.2. Планы практических занятий**

### **Тема 1. Линейное программирование.**

#### **Постановка задачи линейного программирования.**

Сведение общей задачи линейного программирования к канонической задаче линейного программирования. Геометрическая интерпретация.

#### **Примеры задач линейного программирования.**

Построение математических моделей, допускающих представление в виде задач линейного программирования. Задача о назначениях. Простейшие транспортные задачи.

#### **Основные свойства задачи линейного программирования и ее первая геометрическая интерпретация.**

Геометрическое решение задач линейного программирования на плоскости и в пространстве.

#### **Вторая геометрическая интерпретация задач линейного программирования.**

Вторая геометрическая интерпретация и ее связь с первой геометрической интерпретацией в двух- и трехмерном случае.

#### **Симплекс-метод.**

Решение задач линейного программирования с помощью симплекс-метода.

#### **Двойственный симплекс-метод.**

Решение задач линейного программирования с помощью двойственного симплекс-метода. Корректировка начальных условий задачи.

#### **Теория двойственности в линейном программировании.**

Построение двойственных задач. Исследование на устойчивость.

### **Тема 2. Нелинейное программирование.**

#### **Методы решения задач нелинейного программирования.**

Решение задач методом Лагранжа.

#### **Двойственность в нелинейном программировании.**

Решение задач градиентными методами.

### **Тема 3. Транспортные и сетевые задачи.**

#### **Транспортная задача и методы ее решения.**

Матричная постановка транспортной задачи. Построение начального плана в транспортной задаче. Поиск оптимального плана методом потенциалов.

#### **Сетевые задачи.**

Метод потенциала для транспортной задачи в сетевой постановке. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Минти.

### **Тема 4. Задача о назначениях.**

#### **Метод Мака решения задачи о назначениях.**

Решение задачи о назначениях с помощью алгоритма Мака.

#### **Задача о составлении расписаний.**

Представление задачи о составлении расписаний в виде пары задач о назначениях.

### **Тема 5. Дискретное программирование.**

#### **Типы задач дискретного программирования.**

Построение математических моделей, допускающих представление в виде задач дискретного программирования.

#### **Метод Гомори.**

Решение задач дискретного программирования методом Гомори.

#### **Метод ветвей и границ.**

Решение задач дискретного программирования методом ветвей и границ.

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

#### **Общая схема методов динамического программирования.**

Построение математических моделей, допускающих представление в виде задач динамического программирования.

**Задача о капиталовложениях.**

Решение задачи о вложении капитала методами прямой и обратной прогонки.

**Задача о найме работников.**

Решение задачи о найме работников методами прямой и обратной прогонки. Выбор метода в зависимости от характера начальных данных.

**5.3.Планы лабораторного практикума (не предусмотрены)****6.Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)****Структура СРС**

Код формируемой компетенции	Тема	Вид	Форма	Перечень учебно-методического обеспечения
ОПК-2, ПК-17, ПК-18	Тема 1	Решение задач	КСР, СРС	Рабочая программа, рекомендуемая литература
ОПК-2, ПК-17, ПК-18	Тема 2	Подготовка к проверочной работе	СРС	Рабочая программа, рекомендуемая литература
ОПК-2, ПК-17, ПК-18	Тема 3	Решение задач	СРС	Рабочая программа, рекомендуемая литература
ОПК-2, ПК-17, ПК-18	Тема 4	Подготовка к проверочной работе	СРС	Рабочая программа, рекомендуемая литература
ОПК-2, ПК-17, ПК-18	Тема 5	Решение задач	КСР	Рабочая программа, рекомендуемая литература
ОПК-2, ПК-17, ПК-18	Тема 6	Решение задач	СРС	Рабочая программа, рекомендуемая литература

**Образовательные технологии**

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются традиционные технологии сообщающего обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекции, практические занятия, контрольные работы. Использование традиционных технологий обеспечивает формирование и развитие профессиональных компетенций у учащихся.

Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

**7.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**7.1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.**

Планируемые результаты освоения образовательной программы	Этап	Показатели и критерии оценивания результатов обучения				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
1.	2.	3.				
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ОПК-2 способность находить организационно-управленческие решения и готов нести за них ответственность; готов к ответственному и целеустремленному решению поставленных профессиональных задач во взаимодействии с обществом, коллективом, партнерами	1 этап: Знания о методах поиска и выбора оптимальных или эффективных организационно-управленческих решений	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основ	Успешное знание основ, проблем, теории и методов	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
	2 этап: Умения использовать математический аппарат выбора эффективных организационно-управленческих решений	Отсутствие умений	В целом успешное, но несистематическое применение умений обобщений, анализа, восприятия информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обобщения, анализа и восприятия информации	Успешное и систематическое умение формировать и анализировать	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
	3 этап: Владения навыками решения оптимизационных задач, применительно к решению организационно-	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контроли-



	управленческих задач					рующему этапу (зачету)
ПК-17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	1 этап: Знания о методах естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основ	Успешное знание основ, проблем, теории и методов	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
	2 этап: Умения использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Отсутствие умений	В целом успешное, но несистематическое применение умений обобщений, анализа, восприятия информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обобщения, анализа и восприятия информации	Успешное и систематическое умение формировать и анализировать	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
	3 этап: Владения опытом использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
ПК-18 способность использовать соответствующий мате-	1 этап: Знания математического аппарата и инстру-	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание	В целом успешное, но содержащее	Успешное знание основ, проблем, теории и	Задания на практические работы Задания на прове-

математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	ментальных средств для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования			отдельные пробелы знание основ	методов	ручную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
	2 этап: Умения использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие умений	В целом успешное, но несистематическое применение умений обобщений, анализа, восприятия информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обобщения, анализа и восприятия информации	Успешное и систематическое умение формировать и анализировать	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)
	3 этап: Владения опытом использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	Задания на практические работы Задания на проверочную работу Задания- тесты Вопросы к контролирующему этапу (зачету)

Освоение дисциплины оценивается по следующей шкале оценивания:

Описание шкалы	Шкала оценивания	
	Экзамен	Зачет
полностью освоены все компетенции	Отлично	Зачтено
освоены все основные компетенции	Хорошо	
компетенции освоены частично	Удовлетворительно	
компетенции не освоены	Неудовлетворительно	Не зачтено

## **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Темы рефератов и методические рекомендации по их подготовке

Тема выбирается магистрантом из числа предложенных или может быть определена самостоятельно по рекомендации научного руководителя. Реферат должен включать в себя оглавление, введение, основную часть, заключение, биографические справки об упоминаемых в тексте ученых и подробный библиографический список, составленный в соответствии со стандартными требованиями к оформлению литературы, в том числе к ссылкам на электронные ресурсы. Работа должна носить самостоятельный характер, в случае обнаружения откровенного плагиата (дословного цитирования без ссылок) реферат не засчитывается. Сдающий реферат магистрант должен продемонстрировать умение работать с литературой, отбирать и систематизировать материал, увязывать его с существующими математическими теориями и фактами общей истории.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, определяются цели и задачи реферата, приводятся характеристика проработанности темы в историко-математической литературе и краткий обзор использованных источников.

В основной части, разбитой на разделы или параграфы, излагаются основные факты, проводится их анализ, формулируются выводы (по разделам). Необходимо охарактеризовать современную ситуацию, связанную с рассматриваемой тематикой.

Заключение содержит итоговые выводы и, возможно, предположения о перспективах проведения дальнейших исследований по данной теме.

Биографические данные можно оформлять сносками или в качестве приложения к работе. Список литературы может быть составлен в алфавитном порядке или в порядке цитирования, в полном соответствии с государственными требованиями к библиографическому описанию. Ссылки в тексте должны быть оформлены также в соответствии со стандартными требованиями (с указанием номера публикации по библиографическому списку и страниц, откуда приводится цитата).

Подготовку реферата рекомендуется начинать с библиографического поиска (см. рекомендации к работе с литературой) и составления библиографического списка, а также подготовки плана работы. Каждый из намеченных пунктов плана должен опираться на различные источники, при этом желательно провести сравнительный анализ как результатов, полученных разными специалистами, так и взглядов на эту тему различных специалистов в области истории науки. Необходимо выявить предпосылки и отметить последствия анализируемых теорий, отметить философские и методологические особенности. Текст реферата должен быть связным, недопустимы повторения, фрагментарный пересказ разрозненных сведений и фактов.

Оформление реферата должно быть аккуратным, при использовании редакторов La-TeX или MS WORD рекомендуется шрифт 12 пт. Ориентировочный объем – не менее 15 страниц, при этом не допускается его искусственное увеличение за счет междустрочных интервалов. Титульный лист готовится в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению титульных листов курсовых работ. Ниже представлен примерный перечень тем рефератов по данной дисциплине:

1. Геометрия задачи линейного программирования.
2. Двойственный симплекс-метод и доказательство теоремы двойственности.
3. Задачи целочисленного программирования.
4. Задачи параметрического линейного программирования в экономике.
5. Варианты транспортной задачи. Транспортная задача по критерию времени.
6. Методы решения систем линейных неравенств.

7. Конечность симплекс алгоритма.
8. Сетевые задачи (о почтальоне, коммивояжере, задача размещения).
9. Составление кратчайших маршрутов.
10. Задача о максимальном потоке в сети.
11. Задачи оптимизации в математике и физике.
12. Метод ветвей и границ в задаче о коммивояжере.
13. Метод ветвей и границ в задаче календарного планирования.
14. Основные понятия теории графов.
15. Модели сетевого планирования.
16. Основные понятия многокритериальной оптимизации.
17. Метод блочного программирования.
18. Задачи дробно-линейного программирования.
19. Задача квадратичного программирования и ее решение симплекс-методом.
20. Задача о рюкзаке.

Рубежный контроль для проверки текущих знаний  
 Типовой вариант проверочных и контрольных работ  
 Контрольная работа №1  
 Вариант 1

**Задача 1.** Предприятие предполагает выпускать два вида продукции A1 и A2, для производства которых используется сырье трех видов. Производство обеспечено сырьем каждого вида в количествах:  $b_1, b_2, b_3$  кг. На изготовление единицы изделия A1 требуется затратить сырья каждого вида  $a_{11}, a_{21}, a_{31}$  кг, соответственно, а для единицы изделия A2 -  $a_{12}, a_{22}, a_{32}$  кг. Прибыль от реализации единицы изделия A1 составляет  $c_1$  д. ед., для единицы изделия A2 -  $c_2$  д. ед.

Требуется составить план производства изделий A1 и A2, обеспечивающий максимальную прибыль предприятия от реализации готовой продукции. Необходимо:

- решить задачу симплекс-методом;
- сформулировать двойственную задачу и найти ее решение;
- определить интервалы устойчивости двойственных оценок по отношению к изменению сырья каждого вида в отдельности;
- оценить стоимость готовой продукции, если запасы сырья каждого вида на производстве изменились на величину  $\square b_1, \square b_2$  и  $\square b_3$  кг, соответственно, а также найти новый оптимальный план;
- решить исходную задачу геометрически.

Вид сырья	Продукция		Ограничения по сырью	Изменения запасов
	A1	A2		
1-й	2	5	432	113
2-й	3	4	424	37
3-й	5	3	532	-100
Прибыль	34	50		

**Задача 2.** Нефтеперерабатывающая установка может работать в двух различных режимах. При работе в первом режиме из одной тонны нефти производится 300 кг темных и 600 кг светлых нефтепродуктов; при работе во втором режиме — 700 кг темных и 200 кг светлых нефтепродуктов. Ежедневно на этой установке необходимо производить 110 т темных и 70 т светлых нефтепродуктов. Это плановое задание необходимо ежедневно выполнять, расходуя минимальное количество нефти.

Вопросы:

1. Сколько тонн нефти следует ежедневно перерабатывать в первом режиме?
2. Сколько тонн нефти следует ежедневно перерабатывать во втором режиме?
3. Каков минимальный ежедневный расход нефти?
4. На сколько тонн увеличится ежедневный минимальный расход нефти, если потребуется производить

в день 80 т. светлых нефтепродуктов?

Контрольная работа №2

**Задача 1.** Компания «Видео», производитель видеомагнитофонов, планирует производство и запасы продукции на первое полугодие следующего года. Прогноз спроса на соответствующие шесть месяцев отражен в таблице. «Видео» хотела бы иметь такой план, который обеспечит возможность полностью удовлетворить спрос.

Из-за колебаний затрат на сырье и энергию себестоимость продукции (затраты на единицу продукции) изменяется от месяца к месяцу. Максимальный объем производства компании «Видео» также колеблется из месяца в месяц из-за неравномерного ремонта оборудования и различного числа рабочих дней в месяце.

Компания не проводит политику частого изменения числа рабочих. Поэтому, чтобы предотвратить простои, она устанавливает минимальный объем производства, составляющий 50% от максимального. В таблице представлены также максимальный и минимальный уровни запасов на каждый месяц:

№ п/п	Месяц	Прогноз спроса	Себестоимость единицы продукции,	Максимальный объем производства	Уровень запасов	
						минимальный
1	Январь	1000	460	7000	7000	2500
2	Февраль	4000	470	5000	7000	2500
3	Март	6000	480	4000	7000	2500
4	Апрель	5000	500	8000	7000	2500
5	Май	3000	500	6000	7000	2500
6	Июнь	2000	500	3000	7000	2500

На 1 января запас видеомагнитофонов отсутствует. Страховой уровень запасов, который компания старается регулярно поддерживать, составляет 2500 шт.; это означает, что и в конце каждого месяца такое количество видеомагнитофонов должно храниться на складе как минимально допустимое. Однако площади складов позволяют хранить 7000 магнитофонов. Это отражено в предпоследнем столбце таблицы.

Бухгалтерия «Видео» подсчитала, что хранение одного видеомагнитофона на складе обходится в 8 руб. в месяц. Затраты на хранение следует определять по величине запаса на конец месяца.

Определите объемы производства и запасов на каждый месяц, при которых суммарные затраты (затраты на производство плюс затраты на хранение) минимальны при условии удовлетворения спроса на продукцию без отсрочки поставок.

Вопросы:

1. Сколько магнитофонов следует произвести в феврале?
2. Каков запас на складе на конец апреля?
3. Каковы минимальные издержки на выполнение полугодического плана (в тыс. руб.)?

**Задача 2.** Необходимо решить транспортную задачу: минимизировать расходы на доставку продукции заказчикам со складов фирмы, учитывая следующие затраты на доставку одной единицы продукции, объем заказа и количество продукции, хранящейся на каждом складе. Тарифы на перевозку единицы продукции, объемы запасов продукции на складах, а также объемы заказанной продукции представлены в таблице №1.

Склад	Магазины заказчики					Запасы на складе (ед. прод)
	“Анна”	“Вада”	“Ева”	“Алла”	“Мех”	
“Таганка”	1	3	4	5	2	20
“ВВЦ”	2	1	1	4	5	15
“Щёлково”	1	3	3	2	1	40
“Коньково”	3	1	4	2	3	15

Объём заказа (ед. прод)	15	10	25	5	9	
-------------------------	----	----	----	---	---	--

Типовой вариант тестовых заданий Вариант 1

1. Стандартная задача линейного программирования, помимо условий неотрицательности переменных ( $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$ ), включает в себя только...:

- a) неравенства
- b) уравнения
- c) тождества
- d) графики

2. Базисное решение, в котором хотя бы одна базисная переменная равна нулю, называется ...:

- a) основным
- b) симплексным
- c) вырожденным
- d) оптимальным

3. Симплексный метод-это:

a) метод целенаправленного перебора допустимых базисных решений задачи линейного программирования, который позволяет за конечное число шагов расчета либо найти оптимальное решение, либо установить, что оптимального решения не существует

b) метод беспорядочного, непоследовательного перебора допустимых базисных решений задачи линейного программирования с целью отыскания оптимального решения

c) метод целенаправленного перебора допустимых базисных решений задачи линейного программирования, который применяется для доказательства того, что данная задача линейного программирования не имеет оптимального решения

d) графический метод решения задачи линейного программирования

4. Прямая, на которой целевая функция задачи принимает постоянное значение, называется:

- a) опорной прямой
- b) линией уровня
- c) линией регрессии
- d) все ответы верны

5. Любой метод исследования операций включает ... этапа (-ов):

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

6. Решить задачу линейного программирования симплекс – методом:

$$\max Z(x) = 5x_1 + 2x_2 + 20$$

$$\begin{aligned} Z(x) = & 16x_1 + 9x_2 + \max \\ & 1 \qquad \qquad \qquad 2 \qquad \qquad \qquad \begin{matrix} x_1 & x_2 & b \\ \hline 1 & 1 & 2 \\ & 1 & 2 \end{matrix} \end{aligned}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$x_1 \leq 1 \qquad \qquad \qquad 2$$

- a)  $Z_{\max} = 16$
- b)  $Z_{\max} = 9$
- c)  $Z(x) = 16$
- d)  $Z_{\max} = 9$

7. Оптимальные решения двойственной пары задач связаны между собой следующим образом:

- a) если исходная задача имеет оптимальное решение, то двойственная к ней не имеет

- b) если одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, то и другая задача имеет оптимальное решение
- c) если одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, то и другая задача имеет оптимальное решение, но с противоположным знаком
- d) если одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, то другая задача не имеет оптимального решения
8. Исходом конфликта считается:
- выигрыш
  - проигрыш
  - реванш
  - достижение консенсуса
9. Игра (при двух игроках), когда проигрыш одного равен выигрышу другого, будет называться:
- коалиционной игрой с ненулевой суммой
  - парной игрой с нулевой суммой
  - коалиционной игрой с нулевой суммой
  - парной игрой с ненулевой суммой
10. Вторая основная теорема двойственности формулируется следующим образом:
- если одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, причем максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи чисел равны
  - если в оптимальном плане исходной задачи значение какой-либо переменной задачи при подстановке в него оптимального плана становится равенством
  - если взаимодвойственные задачи допустимы, то они обе имеют решение и одинаковое значение
  - компоненты оптимального решения двойственной задачи равны абсолютным значениям коэффициентов при соответствующих переменных линейной функции исходной задачи
11. Количество занятых клеток ( $m$  - количество поставщиков,  $n$  - количество потребителей) определяется по формуле:
- $N = m + n$
  - $N = m - n + 2$
  - $N = m + n - 1$
  - $N = (m * n) / 2$
12. Метод наименьшей стоимости используется для решения:
- задач сетевого моделирования
  - задач линейного программирования
  - транспортной задачи
  - задач динамического программирования
13. Элемент в матрице, который является одновременно наибольшим в своем столбце и наименьшим в своей строке, называется:
- минимаксом
  - максимином
  - седловой точкой
  - спорной точкой
14. Целочисленное программирование ориентировано на решение задач, в которых ...:
- принимается решение в условиях конфликтной ситуации двумя и более разумными противниками, интересы которых не совпадают
  - все или некоторые переменные должны принимать целочисленные значения
  - несколько переменных заданы в пространстве
  - принимают участие две стороны
15. Метод отсекающих плоскостей используется для решения задач:
- динамического программирования
  - сетевого моделирования
  - целочисленного линейного программирования

d) линейного программирования

16. Алгоритм обратной прогонки решения задач о нахождении кратчайшего расстояния в динамическом программировании определяется по формуле:

a)  $f_i(x_i) = \min_{x_{i-1}} \{d(x_{i-1}, x_i) + f_{i-1}(x_{i-1})\}$

b)  $f_i(x_i) = \max_{x_{i-1}} \{d(x_{i-1}, x_i) + f_{i-1}(x_{i-1})\}$

c)  $f_i(x_i) = \min_{(x_{i-1}, x_i)} \{d(x_{i-1}, x_i) + f_{i-1}(x_{i-1})\}$

d)  $f_i(x_i) = \min_{(x_i, x_{i-1})} \{d(x_i, x_{i-1}) + f_{i-1}(x_{i-1})\}$   
 $\max_{(x_i, x_{i-1})} \{d(x_i, x_{i-1}) + f_{i-1}(x_{i-1})\}$

17. Оптимальное решение n-мерной задачи определяется путем ее разделения на n этапов, каждый из которых представляет подзадачу относительно одной переменной, в задачах ...:

- a) линейного программирования
- b) динамического программирования
- c) целочисленного линейного программирования
- d) сетевого моделирования

18. Если процесс не имеет запасов для времени своего начала и завершения, то он называется ...:

- a) некритическим
- b) свободным
- c) сжатым
- d) критическим

19. Основное неравенство теории двойственности состоит в том, что для любых допустимых решений исходной и двойственной задач справедливо неравенство:

- a)  $F(X) \leq Z(X)$
- b)  $F(X) \geq Z(X)$
- c)  $F(X) = Z(X)$
- d)  $F(X) \leq Z(X)$

20. Если одна из задач не имеет оптимального решения, то

- a) система ограничений двойственной задачи неправильна
- b) система ограничений двойственной задачи противоречива
- c) система ограничений двойственной задачи отсутствует
- d) другая задача имеет оптимальное решение

Типовые задания для выполнения практических работ

Практических работа №1

Типовые математические модели задач линейного программирования

Цель: Приобретение навыков построения математических моделей задач линейного программирования и их решения в среде Microsoft Excel.

Требуется:

Задача №1

- 1. Построить экономико-математическую модель задачи .
- 2. Решить задачу графическим методом .
- 3. Решить задачу средствами MS Excel . Задача №2
- 1. Решить задачу симплекс-методом:
  - a. с естественным базисом
  - b. с искусственным базисом (М-метод)
- 2. Решить задачу средствами MS Excel .

Вариант 1



Задача 1. Решить типовую задачу оптимизации

Инвестор, располагающий суммой в 300 тыс. ден. ед., может вложить свой капитал в акции автомобильного концерна А и строительного предприятия В. Чтобы уменьшить риск, акций А должно быть приобретено по крайней мере в два раза больше, чем акций В, причем последних можно купить не более чем на 100 тыс. ден. ед. Дивиденды по акциям А составляют 8% в год, по акциям В – 10%. Какую максимальную прибыль можно получить в первый год?

Задача 1.

Вариант	Пункт а)	Пункт б)
1.	$\max f(X) = 6x_1 + 6x_2 + 4x_3$ $2x_1 + x_2 + x_3 \leq 800$ $2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 1200$ $x_1, 2, 3 \geq 0$	$f(x) = 2x_1 + 8x_2 + 3x_3 + 4x_4 \rightarrow \min$ $13x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 7x_4 + 8$ $7x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 2$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$

Практическая работа №2

Двойственные задачи линейного программирования. Двойственные оценки в задачах анализа использования ресурсов.

Цель работы. Приобретение навыков построения и решения математических моделей двойственных задач, а также решения этих задач в Microsoft Excel.

Требуется

Использовать аппарат теории двойственности для экономико-математического анализа оптимального плана задачи линейного программирования.

Вариант 1.

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

Тип сырья	Нормы расхода сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
I	1	2	1	0	18
II	1	1	2	1	30
III	1	3	3	2	40
Цена изделия	12	7	18	10	

Требуется:

1) Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум выручки от реализации готовой продукции, получить оптимальный план выпуска продукции. (пояснить нулевые значения)

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

3) Пояснить нулевые значения переменных в оптимальном плане.

4) На основе свойств двойственных оценок и теорем двойственности:  
- проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане исходной задачи;

определить, как изменятся выручка и план выпуска продукции при увеличении запасов сырья I и II вида на 4 и 3 единицы соответственно и уменьшении на 3 единицы сырья III вида;

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

### Практическая работа № 3

Двухиндексные задачи линейного программирования.

Транспортная задача, задача о назначении.

Цель работы. Приобретение навыков построения математических моделей транспортных задач и задач о назначении, а также решения этих задач в Microsoft Excel.

Порядок выполнения работы

Для предложенной транспортной задачи

1. Составить математическую модель задачи.
2. Построить начальные опорные решения
  - методом северо-западного угла и
  - методом минимальной стоимости.
3. Сравнить полученные значения целевой функции, сделать вывод.
4. Найти решение методом потенциалов.

5 Проверить решение с помощью инструмента Поиск решения табличного процессора MS Excel.

#### Транспортная задача

Компания, занимающаяся ремонтом автомобильных дорог, в следующем месяце будет проводить ремонтные работы на пяти участках автодорог. Песок на участки ремонтных работ может доставляться из трех карьеров, месячные объемы предложений по карьерам известны. Из планов производства ремонтных работ известны месячные объемы потребностей по участкам работ. Имеются экономические оценки транспортных затрат (в у.е.) на перевозку тонны песка с карьеров на ремонтные участки.

Числовые данные для решения содержатся ниже в матрице планирования (повариантно).

Требуется:

- 1) Предложить план перевозок песка на участки ремонта автодорог, который обеспечивает минимальные совокупные транспортные издержки.
- 2) Что произойдет с оптимальным планом, если изменятся условия перевозок:  
а) появится запрет на перевозки от первого карьера до второго участка работ?; б) по этой коммуникации будет ограничен объем перевозок 3 тоннами?

#### Вариант № 1. Матрица планирования:

Участки работ Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	5	3	4	6	4	40
A2	3	4	10	5	7	20
A3	4	6	9	3	4	40
Потребности	25	10	20	30	15	

### Практическая работа № 4 Задачи управления производством.

Для предложенной балансовой задачи

Требуется

1. Составить математическую модель задачи.
2. Проверить продуктивность матрицы A;
3. Построить баланс производства и распределения продукции отраслей.
4. Построить межотраслевой баланс труда и фондов.
5. Проверить решение с помощью инструмента Поиск решения табличного процессора MS Excel.

Промышленная группа предприятий (холдинг) выпускает продукцию трех видов,

при этом каждое из трех предприятий группы специализируется на выпуске продукции одного вида: первое предприятие специализируется на выпуске продукции первого вида, второе предприятие - продукции второго вида; третье предприятие - продукции третьего вида. Часть выпускаемой продукции потребляется предприятиями холдинга (идет на внутреннее потребление), остальная часть поставляется за его пределы (внешним потребителям, является конечным продуктом). Специалистами управляющей компании получены экономические оценки  $a_{ij}$  ( $i=1,2,3$ ;  $j=1,2,3$ ) элементов технологической матрицы  $A$  (норм расхода, коэффициентов прямых материальных затрат) и элементов  $u_i$  вектора конечной продукции  $Y$ .

В табл. 1 указан номер задачи. В соответствии с ним из табл. 1 выберите числовые значения для табл. 2. В таблице 3 указаны коэффициенты прямых затрат труда и фондоемкости.

Таблица 1

№	Для первой строки				Для второй строки				Для третьей строки			
	1А	2А	3А	4А	1Б	2Б	3Б	4Б	1В	2В	3В	4В
1.	0,1	0,2	0,1	200	0,2	0,1	0	150	0	0,2	0,1	250
2.	0	0,1	0,2	180	0,1	0,2	0,1	200	0,2	0,1	0,2	200
3.	0,2	0,1	0,2	150	0	0,1	0,2	180	0,1	0	0,1	100
4.	0,1	0	0,1	100	0,1	0	0,2	300	0,2	0,1	0	160
5.	0,2	0,3	0	120	0,3	0,1	0,2	250	0,1	0	0,3	180

Таблица 2

Отрасли	Коэффициенты прямых затрат, $a_{ij}$			Конечный продукт $Y$
	1	2	3	
1	1А	2А	3А	4А
2	1Б	2Б	3Б	4Б
3	1В	2В	3В	4В

Таблица 3

№	Коэффициенты					
	Прямой трудоемкости (t)			Прямой фондоемкости (f)		
	1	2	3	1	2	3
1	2,2	3,7	3,5	1,5	2,4	3,4
2	3,3	2,5	1,4	2,1	3,1	2,5
3	2,0	2,7	3,3	1,6	3,8	3,4
4	2,1	2,4	2,9	3,0	1,8	1,5
5	2,9	1,2	2,8	2,3	3,6	3,6

### Перечень вопросов для экзамена

Тема 1. Понятие и этапы исследования операций. Математические модели:

- 1.1. Что понимают под исследованием операций?
- 1.2. Перечислите основные классификационные признаки и типы моделей.
- 1.3. Перечислите основные элементы модели исследования операций.
- 1.4. Какие виды задач линейного программирования существуют? Примеры.

Тема 2. Линейное программирование: модели задач линейного программирования.

**КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ**

- Общая задача линейного программирования (ОЗЛП).
- Каноническая задача линейного программирования (КЗЛП).
- Допустимый план.

- Оптимальный план.
- Первая геометрическая интерпретация ЗЛП.
- Базисное решение ЗЛП.
- Вторая геометрическая интерпретация ЗЛП.
- Вырожденный и невырожденный план ЗЛП.
- Симплекс-метод — метод последовательного улучшения плана.
- Критерий оптимальности допустимого базисного плана.
- Метод минимизации невязок.
- Модифицированный симплекс-метод — вычислительная схема, связанная с преобразованием обратных матриц.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 2.1. Сформулируйте задачу линейного программирования.
- 2.2. Дайте определение для следующих понятий: план, допустимый план, оптимальный план, решение задачи.
- 2.3. Чем отличается общая задача линейного программирования от канонической?
- 2.4. Всегда ли общую задачу линейного программирования можно привести к каноническому виду?
- 2.5. Дайте определения для следующих понятий: аффинное множество, гиперплоскость, базис.
- 2.6. Чем отличается выпуклый многогранник от многогранного выпуклого множества?
- 2.7. В чем отличие понятий «линейная оболочка» и «выпуклая оболочка»?
- 2.8. Любой ли конус является выпуклым множеством?
- 2.9. Какая точка выпуклого множества называется угловой?
- 2.10. В чем суть графического анализа чувствительности? Примеры.
- 2.11. В чем заключается первая геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
- 2.12. В чем заключается вторая геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
- 2.13. Какой план называется базисным?
- 2.14. Как связаны базисные планы и угловые точки области определения задачи линейного программирования?
- 2.15. Какой план задачи линейного программирования называется вырожденным?
- 2.16. Как с точки зрения второй геометрической интерпретации можно представить процесс поиска оптимального плана в задаче линейного программирования?
- 2.17. Сформулируйте критерий оптимальности допустимого базисного плана, применяемый в симплекс-методе.
- 2.18. Сформулируйте основные этапы стандартной итерации симплекс-метода.
- 2.19. Для чего применяется преобразование Жордана—Гаусса?
- 2.20. Какой элемент симплекс-таблицы называется ведущим?
- 2.21. При каких условиях делается вывод о неограниченности целевой функции в решаемой задаче? Какая геометрическая интерпретация соответствует данному случаю?
- 2.22. Можно ли заранее точно определить количество итераций, которое потребуются для решения задачи симплекс-методом? Можно ли найти верхнюю границу для данной величины?
- 2.23. Какая задача называется вырожденной? По каким признакам можно узнать, что текущий план является вырожденным?
- 2.24. Какие проблемы возникают при решении вырожденных задач?

- 2.25. Какую экономическую интерпретацию имеет ситуация вырожденности?
- 2.26. Сформулируйте основные отличия модифицированного симплекс-метода по отношению к стандартному.
- 2.27. Перечислите преимущества модифицированного симплекс-метода.
- 2.28. Будет ли отличаться количество итераций при решении одной и той же задачи при решении ее стандартным и модифицированным симплекс-методом?
- 2.29. Как решить ЗЛП с помощью графического метода? Перечислите достоинства и недостатки этого метода.
- 2.30. Можно ли утверждать, что если текущей итерации симплекс-метода соответствует вырожденное допустимое базисное решение, то и на следующей итерации будет получено вырожденное допустимое базисное решение?
- 2.31. В каком случае допустимое базисное решение называют альтернативным оптимальным?
- 2.32. Сформулируйте алгоритм симплекс-метода.
- 2.33. Что означает отсутствие конечного оптимума? Как распознать в симплексной таблице?
- 2.34. В каком случае целесообразно использовать метод искусственного базиса?
- 2.35. Какая задача называется двойственной?
- 2.36. Каков экономический смысл двойственной задачи?
- 2.37. Сформулируйте первую и вторую теоремы двойственности.

### Тема 3. Двойственность в задачах ЛП.

#### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- Двойственная задача линейного программирования.
- Симметричность отношения двойственности.
- Теоремы двойственности.
- Экономическая интерпретация двойственных оценок.
- Параметрическая устойчивость решения ЗЛП.
- Двойственный симплекс-метод — метод последовательного уточнения оценок.
- Сопряженный (двойственно допустимый) базис.
- Опорный план и псевдоплан.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 3.1. Дайте определение двойственной задачи.
- 3.2. Какими основными свойствами обладает пара двойственных задач?
- 3.3. В чем заключается экономическая интерпретация переменных двойственной задачи?
- 3.4. Какой смысл вкладывается в понятие «параметрическая устойчивость»?
- 3.5. Сформулируйте условия для допустимых изменений целевой функции задачи, при которых ее оптимальный план остается неизменным.
- 3.6. Перечислите основные идеи, на которых базируется алгоритм двойственного симплекс-метода.
- 3.7. Дайте определение сопряженного базиса.
- 3.8. Что такое псевдоплан?
- 3.9. Сформулируйте критерий оптимальности, используемый в алгоритме двойственного симплекс-метода.
- 3.10. По каким признакам можно определить, что множество допустимых планов задачи, решаемой двойственным симплекс-методом, пусто?

- 3.11. В каких ситуациях могут быть реализованы преимущества двойственного симплекс-метода?
- 3.12. Что такое связывающие, несвязывающие, избыточные ограничения; дефицитные и недефицитные ресурсы?
- 3.13. Каковы предпосылки и основные задачи анализа оптимального решения на чувствительность?
- 3.14. Как графически проводится анализ изменения запаса дефицитных ресурсов?
- 3.15. Каким образом, опираясь на результаты графического анализа, можно численно рассчитать новый (улучшенный) запас дефицитного ресурса?
- 3.16. Как графически проводится анализ изменения запаса недефицитных ресурсов?
- 3.17. Каким образом, опираясь на результаты графического анализа, можно численно рассчитать новый запас недефицитного ресурса?
- 3.18. Что такое ценность дополнительной единицы  $i$ -го ресурса?
- 3.19. Как проводится графический анализ изменения коэффициентов ЦФ?
- 3.20. Как численно определить диапазон изменения коэффициентов ЦФ, не изменяющий оптимального решения?
- 3.21. Какую информацию о чувствительности оптимального решения задачи ЛП можно получить из отчета по результатам и отчета по устойчивости?
- 3.22. Проанализируйте на чувствительность задачу о производстве полок (согласно своему варианту)?

#### Тема 4. Частные случаи ЗЛП:

##### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- Транспортная таблица
- Метод северо-западного угла.
- Потенциал.
- Цепочка преобразования плана.
- Задача о назначениях.
- Задача о распределении ресурсов.

##### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 4.1. Что такое задача о размещении?
- 4.2. Какова постановка стандартной ТЗ?
- 4.3. Запишите математическую модель ТЗ.
- 4.4. Какие специфические свойства позволяют выделить транспортные задачи в отдельный класс из множества задач линейного программирования?
- 4.5. Опишите метод построения допустимого плана транспортной задачи.
- 4.6. Сколько ненулевых элементов должен содержать невырожденный базисный план транспортной задачи?
- 4.7. Сформулируйте критерий оптимальности для допустимого плана транспортной задачи.
- 4.8. Что положено в основу метода потенциалов?
- 4.9. Из чего вытекает критерий оптимальности допустимого плана транспортной задачи?
- 4.10. Перечислите основные этапы метода потенциалов.
- 4.11. Какие условия должны быть соблюдены при построении цепочки преобразования плана в методе потенциалов?
- 4.12. Что следует делать при возникновении ситуации вырожденности текущего плана в транспортной задаче?

- 4.13. Перечислите исходные и искомые параметры модели ТЗ.
- 4.14. Какова суть каждого из этапов построения модели ТЗ?
- 4.15. Раскройте понятие сбалансированности ТЗ.
- 4.16. Что такое фиктивные и запрещающие тарифы?
- 4.17. В каком соотношении должны находиться величины фиктивных и запрещающих тарифов при необходимости их одновременного использования в транспортной модели?
- 4.18. В каком случае транспортную задачу называют «открытой»?
- 4.19. Каков алгоритм решения транспортной задачи?
- 4.20. Как связаны между собой задача о назначениях и транспортная задача?
- 4.21. В чем заключается специфика задачи о назначениях?
- 4.22. Почему симплекс-метод не является эффективным средством решения для задачи транспортной?
- 4.23. Какие методы нахождения начального допустимого базисного решения транспортной задачи существуют? Привести алгоритм одного из методов.
- 4.24. Для нахождения чего используют метод потенциалов при решении транспортных задач?
- 4.25. Какова постановка задачи о назначениях?
- 4.26. В чем отличие модели задачи о назначениях от модели ТЗ?
- 4.27. Каковы исходные и искомые параметры задачи о назначениях?
- 4.28. Запишите математическую модель задачи о назначениях.
- 4.29. Как записать модель задачи о назначениях, подразумевающую максимизацию ЦФ?
- 4.30. Каким образом в модели задачи о назначениях можно запретить конкретное назначение?
- 4.31. В чем особенности процесса приведения задачи о назначениях к сбалансированному виду?
- 4.32. Поясните модель задачи о назначениях, построенную по заданному варианту.

Тема 5. Целочисленное программирование. Нелинейное программирование: классические методы оптимизации и модели динамического программирования.

#### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- Задачи с неделимостями.
- Экстремальные комбинаторные задачи.
- Задачи с разрывными целевыми функциями.
- Правильное отсечение.
- Метод Гомори.
- Методы ветвей и границ.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Какие основные проблемы возникают при решении дискретных задач?
- 5.2. Сформулируйте задачу о ранце.
- 5.3. Какие экономико-математические модели могут быть сведены к задаче о коммивояжере?
- 5.4. Приведите пример моделей с разрывными целевыми функциями.
- 5.5. Какой принцип используется для построения правильного отсечения в методе Гомори?
- 5.6. Перечислите основные этапы, входящие в «большую» итерацию метода Гомори.

- 5.7. Какую роль играет алгоритм двойственного симплекс-метода при решении цело- численной линейной задачи методом Гомори?
- 5.8. Перечислите принципиальные идеи, лежащие в основе методов ветвей и границ.
- 5.9. Как производится построение отсечения при решении целочисленной линейной задачи методом ветвей и границ?
- 5.10. Опишите схему решения целочисленной задачи линейного программирования методом ветвей и границ.
- 5.11. За счет каких преобразований удастся построить сопряженный базис при добавлении отсекающего ограничения?
- 5.12. Какое программирование называют нелинейным?
- 5.13. Дать определение стационарной точки?
- 5.14. Какой экстремум называют локальным (глобальным, условным)?
- 5.15. Сформулируйте теорему Куна-Такера.
- 5.16. В чем суть метода множителей Лагранжа?
- 5.17. Перечислите этапы метода штрафных функций.
- 5.18. Как определить функцию Лагранжа?
- 5.19. Перечислите основные элементы моделей динамического программирования.
- 5.20. Сформулируйте алгоритмы прямой и обратной прогонки. В чем состоит их различие?
- 5.21. Что такое состояние системы на определенном этапе?
- 5.22. Как решить задачу о кратчайшем пути с помощью динамического программирования?
- 5.23. Принципы допустимости и оптимальности в задачах динамического программирования.
- 5.24. Выполните постановку задачи о загрузке. Примеры.
- 5.25. Каков алгоритм решения задачи о загрузке?
- 5.26. Что объединяет методы отсечений с методом ветвей и границ? В чем заключается их принципиальное различие?
- 5.27. Выполните общую постановку задачи целочисленного линейного программирования. Приведите примеры.
- 5.28. Можно ли решить полностью целочисленную задачу путем введения отсечений для частично целочисленной задачи?
- 5.29. С чем связаны основные недостатки метода ветвей и границ?
- Тема 6. Сетевое программирование.

#### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- Граф (ориентированный и неориентированный).
- Ребра и вершины.
- Путь и контур.
- Цепь и цикл.
- Связность.
- Дерево.
- Частичный граф.
- Транспортная сеть.
- Поток.
- Линейная сетевая задача.
- Остов сети.
- Опора потока.
- Невырожденный поток.



- Задача о кратчайшем пути.
- Алгоритм Минти.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Дайте определение понятия «остов сети». Какая связь существует между остовом сети и базисом транспортной задачи в сетевой постановке?
- 6.2. Какой поток называют невырожденным?
- 6.3. Перечислите основные этапы метода потенциалов для транспортной задачи в сетевой постановке.
- 6.4. Каким способом можно получить допустимый поток в транспортной сети?
- 6.5. В чем состоит задача о кратчайшем пути?
- 6.6. Перечислите основные этапы метода Минти.
- 6.7. Приведите формулировку линейной сетевой задачи.
- 6.8. Какое программирование называют сетевым?
- 6.9. Дать определение остовного дерева?
- 6.10. Какой путь называют критическим путем?
- 6.11. Сформулируйте алгоритм построения минимального остовного дерева.
- 6.12. Что такое поток? Приведите примеры.
- 6.13. Выполните постановку задачи о нахождении потока наименьшей стоимости.
- 6.14. Каков алгоритм для сетей с ограниченной пропускной способностью?
- 6.15. В чем суть алгоритма о нахождении кратчайшего пути?
- 6.16. Перечислите этапы методов сетевого планирования.
- 6.17. Как вычисляется метод критического пути?
- 6.18. Для чего определяют запасы времен?
- 6.19. Что включает в себя этап построения временного графика?

Тема 7. Модели управления запасами.

#### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- Модель Уилсона
- интенсивность потребления;
- время поставки заказа
- затраты на хранение
- интенсивность (скорость) потребления запаса,
- затраты на осуществление заказа, включающие оформление и доставку заказа,
- размер заказа;
- общие затраты на управление запасами в единицу времени;
- период поставки
- точка заказа,
- Модель со скидкой
- Модель с производством.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 7.1. Назовите основные ограничения модели Уилсона.
- 7.2. Назовите основные ограничения модели с производством.
- 7.3. Назовите основные ограничения модели со скидками.

Примерный перечень экзаменационных вопросов

1. Математическое моделирование экономических систем. Этапы моделирования. Классификация моделей. Связь с другими научными дисциплинами.
2. Экономико-математическая модель (ЭММ). Понятие, пример, общая класси-

фика- ция ЭММ.

3. Основные этапы применения математических методов в финансово-экономических расчетах (иллюстрация на конкретном примере).

4. Общая запись оптимизационной ЭММ (задача оптимального программирования). Основные элементы и понятия. Методы получения оптимальных решений.

5. Постановка ЗЛП. Различные формы записи ЗЛП. Основные теоремы линейного программирования.

6. Графический метод решения задачи линейного программирования.

7. Формы записи ЗЛП. Каноническая форма записи ЗЛП. Способы приведения ЗЛП к каноническому виду.

8. Основы симплекс-метода: общая схема алгоритма метода. Понятие базиса системы векторов. Базисные и опорные решения системы линейных уравнений, переход от одного базисного решения к другому

9. Симплексный метод. Условие оптимальности. Условие допустимости. Особые случаи симплекс – метода.

10. Симплексный метод с искусственным базисом (М - метод).

11. Теоремы двойственности и их использование для анализа оптимальных решений.

12. Свойства двойственных оценок и их использование для анализа оптимальных решений.

13. Особые случаи решения ЗЛП графическим методом.

14. Экономическая интерпретация ЗЛП: задача об оптимальном использовании ограниченных ресурсов, двойственная задача и её экономическое содержание.

15. Двойственные оценки в ЗЛП, интервалы устойчивости двойственных оценок, определение средствами Excel.

16. Двойственная задача линейного программирования Теоремы двойственности и их экономическая интерпретация.

17. Транспортная задача и способы ее решения.

18. Транспортная задача. Метод северо - западного угла.

19. Транспортная задача. Метод наименьшей стоимости.

20. Транспортная задача. Метод потенциалов.

21. Постановка и экономико-математическая модель открытой транспортной задачи. Компьютерная реализация ЭММ транспортной задачи (технология получения решения средствами Excel).

22. Постановка и экономико-математическая модель закрытой транспортной задачи. Компьютерная реализация ЭММ транспортной задачи (технология получения решения средствами Excel).

23. Матрица планирования транспортной задачи, учёт особых случаев (запрет на перевозку по коммуникации, ограничение пропускной способности, промежуточное складирование).

24. Задача о назначениях, постановка и ЭММ. Анализ полученных оптимальных решений. Компьютерная реализация задачи о назначениях (технология получения решения средствами Excel).

25. Типовые задачи производственного планирования на базе методов ЛП (задачи о диете, о смесях, о раскрое и др.): пример постановки конкретной задачи и ЭММ.

26. Задачи целочисленного программирования, пример (постановка задачи и ее ЭММ). Метод Гомори.

27. Задачи нелинейного программирования. Графический метод решения ЗНП.

28. Задачи нелинейного программирования. Метод неопределенных множителей

Лагранжа. Компьютерная реализация задачи нелинейной оптимизации (технология получения решения средствами Excel).

29. Задачи динамического программирования. Постановка задачи.
30. Задачи динамического программирования Принцип оптимальности Беллмана.
31. Основные понятия о методах сетевого планирования и управления. Остов сети. Связь между остовом сети и базисом транспортной задачи в сетевой постановке?
32. Невырожденным поток в сети. Остовное дерево. Критический путь.
33. Алгоритм о нахождении кратчайшего пути. Этапы методов сетевого планирования.
34. Построение временного графика и основных характеристик.
35. Метод PERT.
36. Метод СРМ.
37. Модели управления запасами. Классическая постановка.
38. Детерминированные статические модели управления запасами
39. Модель управления запасами при вероятностном спросе и мгновенных поставках
40. Модель управления запасами, учитывающая скидки.

### **7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценивание знаний, умений и навыков, формируемых при изучении учебной дисциплины, осуществляется в процессе текущей и промежуточной аттестации.

**Текущая аттестация** проводится в течение периода обучения, отведенного на изучение учебной дисциплины, и включает контроль формирования компетенций в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

**Промежуточная аттестация.** Промежуточной аттестацией завершается изучение дисциплины. Промежуточная аттестация проводится согласно расписанию экзаменационной сессии.

Промежуточная аттестация, проводимая в виде зачета, может быть выставлена без дополнительных проверок, по результатам текущего контроля сформированности знаний, умений и навыков у обучающихся на практических занятиях.

#### **Формами текущего контроля являются:**

- проверка присутствия и активности работы обучающихся на лекции, семинаре, практическом занятии;
- разбор практических ситуаций, решение задач;
- тестирование (письменное, компьютерное и Интернет – тестирование);
- выполнение контрольной работы;
- устный опрос на практических и семинарских занятиях (групповой, индивидуальный);
- самостоятельное выполнение индивидуальных заданий, рефератов и эссе;
- дискуссии, тренинги, круглые столы;
- различные виды коллоквиумов (устный, письменный, комбинированный, экспресс и др.);
- собеседование;
- выполнение заданий в форме деловых игр.

**Формы промежуточной аттестации учебной дисциплины:**

- тестирование;
- собеседование с письменной фиксацией ответов обучающихся;
- письменная контрольная работа;
- устный (письменный) экзамен (зачет);
- прием выполненных самостоятельно заданий, рефератов

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **Критерии оценивания практических работ.**

#### **Отметка "5"**

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

#### **Отметка "4"**

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

#### **Отметка "3"**

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

#### **Отметка "2"**

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

### **Критерии оценивания устного опроса:**

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания: 1) полноту и правильность ответа; 2) степень осознанности, понимания изученного; 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом

### **Критерии оценивания теста:**

Критерии выставления оценок за тест, состоящий из пяти вопросов.

Время выполнения работы: 7-10 мин.

Оценка «отлично» – 5 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 4 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 3 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – 2 правильных ответов.

Критерии выставления оценок за тест, состоящий из десяти вопросов.

Время выполнения работы: 10-15 мин.

Оценка «отлично» – 10 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 9-7 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 6-5 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – менее 5 правильных ответов.

### **Критерии оценивания сообщения:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания и техническими требованиями оформления реферата; реферат имеет чёткую композицию и структуру; в тексте реферата отсутствуют логические нарушения в представлении материала; корректно оформлены и в полном объёме представлены список использованной литературы и ссылки на использованную литературу в тексте реферата; отсутствуют орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; реферат представляет собой самостоятельное исследование, представлен качественный анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания реферата, но есть погрешности в техническом оформлении; реферат имеет чёткую композицию и структуру; в тексте реферата отсутствуют логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлены список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; корректно оформлены и в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; отсутствуют орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; реферат представляет собой самостоятельное исследование, представлен качественный анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата.

Оценка «удовлетворительно», если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; в целом реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания реферата, но есть погрешности в техническом оформлении; в целом реферат имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте реферата есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; есть единичные орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; в целом реферат представляет собой самостоятельное исследование, представлен анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата.

Оценка «неудовлетворительно», если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; в реферате отмечены нарушения общих требований, написания реферата; есть погрешности в техническом оформлении; в целом реферат имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте реферата есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; есть частые орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; в целом реферат представляет собой достаточно самостоятельное исследование, представлен анализ найденного материала, присутствуют единичные случаи фактов плагиата

## Критерии оценивания сообщения:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания и техническими требованиями оформления реферата; реферат имеет чёткую композицию и структуру; в тексте реферата отсутствуют логические нарушения в представлении материала; корректно оформлены и в полном объёме представлены список использованной литературы и ссылки на использованную литературу в тексте реферата; отсутствуют орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; реферат представляет собой самостоятельное исследование, представлен качественный анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания реферата, но есть погрешности в техническом оформлении; реферат имеет чёткую композицию и структуру; в тексте реферата отсутствуют логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлены список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; корректно оформлены и в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; отсутствуют орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; реферат представляет собой самостоятельное исследование, представлен качественный анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата.

Оценка «удовлетворительно», если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; в целом реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания реферата, но есть погрешности в техническом оформлении; в целом реферат имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте реферата есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; есть единичные орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; в целом реферат представляет собой самостоятельное исследование, представлен анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата.

Оценка «неудовлетворительно», если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; в реферате отмечены нарушения общих требований, написания реферата; есть погрешности в техническом оформлении; в целом реферат имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте реферата есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; есть частые орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; в целом реферат представляет собой достаточно 12 самостоятельное исследование, представлен анализ найденного материала, присутствуют единичные случаи фактов плагиата

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная:**

1. Исследование операций в экономике : учебник для академического бакалавриата / под ред. Н. Ш. Кремера. — 3-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 438 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9922-8. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/3961E887-EEA2-4B82-9052-630B23FBEE8D](http://www.biblio-online.ru/book/3961E887-EEA2-4B82-9052-630B23FBEE8D).
2. Ловянников Д.Г. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Г. Ловянников, И.Ю. Глазкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 110 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69386.html>
3. Кремер, Н. Ш. Математика для экономистов: от Арифметики до Эконометрики : учеб.-спр. пособие рек. УМО РФ для вузов по специальности 080116 (061800) "Мат. методы в

- экономике" и др. экон. специальностям / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин ; под ред. Н. Ш. Кремера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011
4. Есипов, Б.А. Методы исследования операций / Б.А. Есипов. – СПб. : Лань, 2010. – 256 с. – Электронное издание.
  5. Таха, Х. Введение в исследование операций / Х. Таха. - М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
  6. Шуликовская В.В. Исследование операций. Динамическое программирование. (Методическое пособие.) – Ижевск, 2005.
  7. Шуликовская В.В. Исследование операций. Целочисленное программирование. (Методическое пособие.) – Ижевск, 2005.

**Дополнительная:**

1. Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : учеб. пособие для студентов вузов рек. МО РФ / Е. С. Вентцель. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2007
2. "Вуколов, Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL : учеб. пособие для вузов рек. УМО по спец. ""Менеджмент организации"" / Э.А. Вуколов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФОРУМ, 2012
3. "
4. "Половина И.П. Исследование операций [Электронный ресурс] : сборник заданий / И.П. Половина. — Электрон. текстовые данные. — Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2017. — 80 с. — 978-5-85218-869-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70625.html>
5. "
6. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для академического бакалавриата / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под ред. П. С. Краснощекова. — 2-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 319 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/81B52599-3F74-4000-8611-98525768FCF9](http://www.biblio-online.ru/book/81B52599-3F74-4000-8611-98525768FCF9).
- 7.

**8.2.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля) Электронно-библиотечные системы (ЭБС)**

1. Удмуртская научно-образовательная Электронная библиотека (УДНОЭБ) (<http://elibrary.udsu.ru/xmlui/>)
2. ЭБС «Издательство Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
3. ЭБС «Юрайт» (<https://www.biblio-online.ru/>)



### **8.3.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На занятиях используются средства мультимедиа (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)), специализированных и офисных программ, баз данных (см. таблицу программного обеспечения). Преподаватель организует взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты, компьютерного тестирования и локальной сети филиала. Также через электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС) для студентов предусмотрена доступность рабочих программ и примерных фондов оценочных средств для любого участника учебного процесса, возможность консультирования обучающихся с преподавателем (проверка домашних заданий и т.д.) в любое время и в любой точке посредством сети Интернет (через электронную почту и социальные сети).

№п/п	Название программных продуктов
	Microsoft Office 2010
	Microsoft Visio 7
	Microsoft Windows 7
	MathCAD 14

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Требования к аудитории (помещению, местам) для проведения занятий: стандартно оборудованные лекционные аудитории, аудитории для проведения лекционных и практических занятий со специальным оборудованием (интерактивные доски, видеопроекторы, экран настенный, компьютер). Требования к специализированному оборудованию:

При проведении практических занятий необходим компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами с выходом в интернет. Программное обеспечение – Microsoft Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010, Mathcad 14

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Подготовка к практическим занятиям начинается с анализа лекционного материала. Работа на лекции предполагает не только ознакомление с содержательным аспектом темы, но и понимание логики овладения материалом курса, осознание проблематики темы. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно понятое во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Хорошо овладеть содержанием лекции – это: 1) знать тему; 2) понимать значение и важность ее в данном курсе; 3) четко представлять план; 4) уметь выделять главное; 5) усвоить значение примеров и иллюстраций; 6) связать вновь полученные сведения о предмете или явления с уже имеющимся; 7) представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Непосредственная подготовка к занятию осуществляется на основе методических рекомендаций по изучаемой теме. При этом необходимо изучить предлагаемую литературу по вынесенным темам, обратить внимание на проблемы, обозначенные преподавателем трудности, обычно возникающие у студентов.

Работа с книгой – основной вид самостоятельной работы студента в вузе и одновременно подготовка к будущей практической работе. Знакомство с книгой целесообразно начать с изучения оглавления. Именно оно позволяет получить общее представление о структуре и содержании книги, принятой автором систематизации материала. Независимо от выбранного объема изучаемого текста целесообразно прочитать введение и предисловие. В них обычно формулируются задачи и методы изложения. Знакомство с книгой целесообразно завершать чтением заключения, которое позволяет понять основные обобщенные выводы, главные мысли автора.

Основные положения прочитанной книги целесообразно излагать в конспекте. Конспектирование – наиболее распространенная форма, краткого, связного и последовательного письменного пересказа содержания с аргументами и личными замечаниями. Особенностью конспекта является то, что в него входят различные формы записей – план, тезисы, выписки, доводы, цитаты, расчеты, выводы и др.

Следует учитывать, что подготовка к занятиям предполагает осуществление деятельности на репродуктивном и творческом уровнях. При этом студенту необходимо сформировать свою позицию по вынесенной на занятие проблематике и подготовить ее обоснование. При выполнении практических заданий необходимо самостоятельно сформировать цель деятельности, выбрать средства и методы решения поставленных задач, что становится возможным при условии достаточно полного овладения теоретическим материалом курса.

Следует помнить, что в случае возникновения затруднений при подборе и анализе материала, выполнении практических заданий студент может обратиться к преподавателю в часы, выделенные для консультаций. Именно качественное выполнение самостоятельной работы способствует формированию навыков профессионального мышления, умений решать практические задачи, правильно оценивать ситуацию.

Программа курса предполагает большой объем самостоятельной работы студента. Количество аудиторных занятий не позволяет изучить вопросы тем в полном объеме, поэтому студент овладевает материалом путем дополнительного изучения учебной и научной литературы. Контроль их изучения может осуществляться посредством проверки реферата, а также по усмотрению преподавателя либо в форме мини опроса в устной или письменной форме (тесты), либо в форме собеседования или письменной проверочной работы.

## **11. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Реализация дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для маломобильных групп населения имеется необходимое материально-техническое обеспечение (пандусы, оборудованные санитарные комнаты, кнопки вызова персонала, оборудованные аудитории для лекционных и практических занятий)

Для адаптации программы освоения дисциплины используются следующие методы:

- Для лиц с нарушениями слуха используются методы визуализации информации (презентации, использование компьютера для передачи текстовой информации и др.)
- Для лиц с нарушениями зрения используются такие методы, как увеличение текста и картинки (в программах Windows), программы-синтезаторы речи, в том числе в ЭБС.


Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.), при необходимости выделяется дополнительное время на подготовку.

## 12. Порядок утверждения рабочей программы

Разработчик(и) рабочей программы дисциплины

ФИО	Ученая степень	Ученое звание	Должность	Контактная информация (служебные E-mail и телефон)
Виноградова М.Н.			Старший преподаватель	

### Экспертиза рабочей программы

<i>Первый уровень</i> (оценка качества содержания программы и применяемых педагогических технологий)		
Наименование кафедры	№ протокола, дата	Подпись зав. кафедрой
Кафедра информационных и инженерных технологий	№ 7 от 14.03.2023	
<i>Выписка из решения</i> Качество содержания рабочей программы и педагогических технологий соответствует требованиям ФГОС. Рабочая программа рекомендована для использования в учебном процессе.		

<i>Второй уровень</i> (соответствие целям подготовки и учебному плану образовательной программы)		
Научно-методический совет	№ протокола, дата	Подпись председателя НМС
	№ 3 от 21.03.2023	
<i>Утвердить рабочую программу на 2023/2024 учебный год</i>		

### Утверждение рабочей программы дисциплины

должностное лицо (ФИО директора, заместителя по учебной работе)	подпись
Бралгина Е.Н.	