

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

**Институт информационных технологий и радиоэлектроники**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
**Директор института**  
**А. А. Галкин**  
**2021 г.**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

**направление подготовки / специальность  
09.03.03 Прикладная информатика**

**направленность (профиль) подготовки  
Прикладная информатика в экономике**

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения** дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» являются:

- формирование у студентов компетенции, направленной на поиск наиболее эффективных решений поставленных прикладных задач, освоение типовых моделей этих задачи и алгоритмов их решения

- ознакомление студентов с основами теории принятия решений и исследования операций как методологического инструмента в профессиональной деятельности для принятия адекватных (т.е. обоснованных, целесообразных и реализуемых) управленческих решений;

- ознакомление студентов с основными современными научно-практическими и методическими направлениями и методами принятия решений применительно к информационным системам и процессам.

**Задачи дисциплины:**

- изучение методов оптимизации;
- изучение теоретических основ методов исследования операций и принятия решений;
- формирование представлений о современных направлениях и методах в области исследования операций и принятия решений применительно к процессам в различных прикладных областях;

- формирование представлений о методах практического применения методов исследования операций и принятия решений в задачах, связанных с управлением в различных прикладных областях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает этапы жизненного цикла проекта, принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы, основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности. УК-2.2. Умеет разрабатывать концепцию проекта, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методи-	Знает: основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности Умеет: ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления. Владеть: способностью к сопровождению разрабатываемых аппаратных и программных средств, систем и	Тестовые вопросы

	<p>ческую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p> <p>УК-2.3 Владеет навыками составления плана реализации проекта и контроля его выполнения.</p>	<p>комплексов на этапах проектирования и производства и контроля выполнения проекта.</p>	
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности</p> <p>Умеет: ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления.</p> <p>Владеть: способностью к сопровождению разрабатываемых аппаратных и программных средств, систем и комплексов на этапах проектирования и производства и контроля выполнения проекта.</p>	
<p>ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</p>	<p>ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.</p> <p>ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</p> <p>ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p>Знает: основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности</p> <p>Умеет: ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления.</p> <p>Владеть: способностью к сопровождению разрабатываемых аппаратных и программных средств, систем и комплексов на этапах проектирования и производства и контроля выполнения проекта.</p>	

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, **180** час.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации ( <i>по семестрам</i> )
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия исследования операций.	5	1	2					
2	Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности.	5	2	2				6	
3	Решение игр	5	3	2	2			6	
4	Основы теории статистических игр (статистических решений)	5	4	2	2			6	
5	Принятие решений в условиях полной неопределенности.	5	5-7	4				6	Рейтинг-контроль 1
6	Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).	5	8	2	2			6	
7	Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач. Примеры оптимизационных задач.	5	9	2				6	
8	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	5	10	2	2			6	
9	Задачи, модели и методы линейного программирования	5	11	2				6	

10	Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения	5	12	2	2			6	Рейтинг-контроль 2
11	Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения	5	13	4	2			6	
12	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	5	14	2	2			6	
13	Численные методы поиска экстремума целевой функции	5	15	2				6	
14	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	5	16	2	2			6	
15	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации	5	17	2				6	
16	Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации	5	18	2	2			6	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр				36	18			90	Экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				<b>36</b>	<b>18</b>			<b>90</b>	<b>Экзамен (36)</b>

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, **144** час.

**Тематический план**  
**форма обучения – заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия исследования операций.	5	1					2	
2	Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности.	5	2	0,5				7	
3	Решение игр	5	3	0,5				7	
4	Основы теории статистических игр (статистических решений)	5	4	0,5	0,5			7	
5	Принятие решений в условиях полной неопределенности.	5	5-7	0,5				7	Рейтинг-контроль 1
6	Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).	5	8	0,5	0,5			7	
7	Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач. Примеры оптимизационных задач.	5	9	0,5				7	
8	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	5	10	0,5	0,5			7	
9	Задачи, модели и методы линейного программирования	5	11	0,5				7	
10	Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения	5	12	0,5	0,5			7	Рейтинг-контроль 2
11	Транспортные задачи	5	13	0,5	0,5			7	

	линейного программирования и методы их решения								
12	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	5	14	0,5	0,5			7	
13	Численные методы поиска экстремума целевой функции	5	15	0,5				7	
14	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	5	16	0,5	0,5			7	
15	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации.	5	17	0,5				7	
16	Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации	5	18	0,5	0,5			7	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр				6	4			107	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				<b>6</b>	<b>4</b>			<b>107</b>	<b>Экзамен (27)</b>

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, **180** час.

**Тематический план**  
**форма обучения – заочная (ускоренная)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия исследования операций.	4	1	0,25				2	
2	Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности.	4	2	0,25				7	
3	Решение игр	4	3	0,25				7	
4	Основы теории статистических игр (статистических решений)	4	4	0,25	0,5			7	
5	Принятие решений в условиях полной неопределенности.	4	5-7	0,25				7	Рейтинг-контроль 1
6	Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).	4	8	0,25	0,5			7	
7	Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач. Примеры оптимизационных задач.	4	9	0,25				7	
8	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	4	10	0,25	0,5			7	
9	Задачи, модели и методы линейного программирования	4	11	0,5				7	
10	Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения	4	12	0,25	0,5			7	Рейтинг-контроль 2



11	Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения	4	13	0,25	0,5			7	
12	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	4	14	0,25	0,5	4		7	
13	Численные методы поиска экстремума целевой функции	4	15	0,5				7	
14	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	4	16	0,25	0,5			7	
15	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации.	4	17	0,5				7	
16	Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации	4	18	0,5	0,5			7	Рейтинг-контроль 3
Всего за 4 семестр				6	4	4		139	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>139</b>	<b>Экзамен (27)</b>

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Тема 1. «Введение»

Основные понятия исследования операций. Операция, эффективность операции. Математическая модель операции. Общая постановка задачи исследования операций. Детерминированный случай. Оптимизация решения в условиях неопределенности.

#### Тема 2. «Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности»

Основы теории стратегических игр. Основные понятия теории игр. Матричные игры. Игры с седловой точкой. Определение оптимальных чистых стратегий. Игры без седловой точки. Построение смешанных стратегий.

#### Тема 3. «Решение игр»

Доминирующие и полезные стратегии. Решение игры путем сведения ее к задаче линейного программирования. Графоаналитический метод решения стратегических игр. S-игра в играх  $2 \times 2$ ,  $2 \times n$  и  $m \times 2$ . S-игра при решении игр  $m \times n$ . S-игра в бесконечных играх.

**Тема 4.** Основы теории статистических игр( статистических решений)

Отличия теории статистических решений от теории стратегических игр. Байесовское действие. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции Статистические игры с последовательными выборками.

**Тема 5.** Критерии принятия решений в условиях неопределенности

Классические критерии принятия решений. Минимаксный критерий. Критерий Байеса – Лапласа. Критерий Сэвиджа. Производные критерии. Критерий Гурвица. Критерий Ходжа–Лемана.

**Тема 6.** Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры)

**Тема 7.** «Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач».

Примеры оптимизационных задач из реальных областей техники, экономики и т.п. Понятие о критерии оптимальности (целевой функции) и ограничениях.

**Тема 8.** «Методика формализации оптимизационных задач их классификация».

Разбор различных примеров с описанием содержательной постановки задачи и получения ее математической модели. Изложение общей методики формализации. Классификация оптимизационных задач: скалярная и векторная, статическая и динамическая, детерминированная и стохастическая. Задачи и модели математического программирования и их разновидности: линейное, нелинейное, квадратичное, сепарабельное, геометрическое программирование.

**Тема 9.** «Задачи, модели и методы линейного программирования (ЛП)».

Модель ЛП и ее запись в развернутом и векторно-матричном виде. Общая и каноническая задачи ЛП. Понятие о свободных и базисных переменных, основные свойства систем линейных алгебраических уравнений. Геометрическая интерпретация задач ЛП и их графическое решение. Основные свойства решения задач ЛП. Сущность алгебраического метода решения задач ЛП – симплекс-метод. Проблемы отыскания начального опорного решения и ее решение методом штрафов.

**Тема 10.** «Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения».

Основные сведения о графах. Формулировка задачи о кратчайших путях в графе и ее решение методом Дейкстры. Формулировка задачи о критическом пути в графе и алгоритм ее решения, понятие о сетевом планировании и его связь с задачей о критическом пути. Понятие о транспортной сети, формулировка задачи об отыскании максимального потока в транспортной сети и ее решение методом Форда – Фалкерсона. Формулировка задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети и алгоритм ее решения.

**Тема 11.** «Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения».

Формулировка классической транспортной задачи, ее прикладное значение. Решение транспортной задачи с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов. Особенности несбалансированных транспортных задач, многопродуктовых задач и задач с промежуточными пунктами.

**Тема 12** «Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа».

Модель задачи оптимизации с нелинейной целевой функцией, примеры прикладных задач такого типа. Необходимое и достаточное условия экстремума. Понятие градиента и матрицы Гессе и их использование при использовании необходимого и достаточного условий экстремума. Трудности использования аналитических условий для отыскания экстремума в реальных практических задачах.

**Тема 13** «Численные методы поиска экстремума целевой функции».

Алгоритмы поиска экстремума, использующие производные: алгоритм Ньютона-Рафсона, градиентные алгоритмы и их версии, графическая интерпретация поиска экстремума с использованием градиентного метода. Алгоритмы поиска, не использующие производных: алгоритм полного перебора узловых точек сетки в области допустимых значений, покоординатный поиск, симплекс-метод, алгоритм случайного поиска.

**Тема 14** «Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования».

Общая формулировка задачи динамической оптимизации, понятие о функционале качества, роль и характер ограничений. Основные направления математической теории динамической оптимизации (оптимального управления):

- классическое вариационное исчисление;
- принципы максимума Понтрягина;
- динамическое программирование Беллмана.

Формулировка классической задачи динамического программирования и принципа оптимальности Р.Беллмана. Иллюстрация его применения. Примеры задач динамического программирования.

**Тема 15** «Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации».

Прикладные значения задач многокритериальной оптимизации. Методы сведения их к однокритериальной задаче.

**Тема 16** «Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации».

Прикладное значение задач стохастической оптимизации, методика их математического описания, основные подходы к решению.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

**Тема №1.** Разбор примеров задач оптимизации и их формализации.

**Тема № 2.** Решение задач линейного программирования графическим способом.

**Тема № 3.** Решение задач линейного программирования симплекс-методом.

**Тема № 4.** Решение задач линейного программирования, интерпретируемых на графах – задачи о кратчайших путях и критическом пути. Сетевое планирование.

**Тема № 5.** Транспортные сети и решение задач о максимальном потоке и оптимальном распределении заданного потока.

**Тема № 6.** Решение классических транспортных задач с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов.

**Тема № 7.** Решение задач с нелинейной целевой функцией средствами классического математического анализа.

**Тема № 8.** Примеры задач динамического программирования – о распределении выделенных средств одному предприятию, об оптимальном календарном графике замены оборудования, об оптимальном управлении персоналом при неравномерном плане производства.

**Тема 9.** Решение матричных игр. Проверка седловой точки. Определение доминирования стратегий.

**Тема 10.** Решение матричной игры методами линейного программирования.

**Тема 11.** Графоаналитический метод решения игр.

**Тема 12.** Статистические игры. Нахождение Байесовского действия.

**Тема 13.** Нахождение решений в условиях полной неопределенности

**Тема 14.** Нахождение решения с использованием деревьев решений.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1 Текущий контроль успеваемости**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализации оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:
  - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
  - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
  - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
  - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
  - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
  - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования:- квадратичного;- геометрического;- сепарабельного;- линейного;- целочисленного.
11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?
16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?

17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?
21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?
22. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
23. Как определяется матрица смежности графа?
24. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
25. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
26. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
27. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
28. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
29. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
30. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
31. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования?
32. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
33. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
34. В чем состоит многопродуктовая транспортная задача?

## Рейтинг-контроль №2

1. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
2. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
3. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
4. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
5. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
6. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
7. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
8. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.

9. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
10. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для  $n=2$ .
11. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
12. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
13. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
14. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
15. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
16. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
17. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
18. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
19. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
20. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
  - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
  - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
  - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
  - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
21. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования
  
22. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
23. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми?
24. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?
25. В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?
26. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.
27. Жизненный цикл неопределенности в системах.
28. Использование эквивалентных S-игр.
29. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?
30. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?
31. Моделирование систем. Основные типы моделей.
32. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
33. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
34. Основные особенности стратегических игр.
35. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
36. Особенности игр с седловой точкой
37. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.

38. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии?
39. Системы управления. Классификация систем.
40. Управление системами. Оптимальное управление.
41. Управление системами. Оптимальное управление. и смешанные стратегии.
42. Чистые и смешанные стратегии.
43. Энтропия и неопределенность

### Рейтинг –контроль №3

1. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
2. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми?
3. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?
4. В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?
5. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.
6. Деревья решений и их использование для принятия решений.
7. Жизненный цикл неопределенности в системах.
8. Игры с единичным экспериментом.
9. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
10. Измерение отношения к риску
11. Использование апостериорных вероятностей при решении статистических игр.
12. Использование апостериорных вероятностей.
13. Использование эквивалентных S-игр.
14. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?
15. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратеги?
16. Моделирование систем. Основные типы моделей.
17. Нахождение байесовских стратегий.
18. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
19. Определение Байесовских действий.
20. Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.
21. Определение системы. Системы управления . Классификация систем.
22. Основные особенности статистических игр.
23. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
24. Особенности игр с седловой точкой
25. Понятие риска, виды рисков.
26. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.
27. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии?
28. Принятие решений в условиях полной неопределенности (критерий Лапласа)
29. Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Вальда).
30. Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Гурвица)
31. Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Сэвиджа)
32. Принятие решений с использованием деревьев решений.
33. Принятие решений с помощью деревьев решений.
34. Системы управления, Классификация систем.
35. Статистические игры с единичным экспериментом.
36. Статистические игры. Основные понятия и определения.
37. Управление системами. Оптимальное управление.

38. Функции полезности Неймана-Моргенштерна
39. Функции риска и решающие функции в статистических играх.
40. Функции риска и решающие функции.
41. Чистые и смешанные стратегии .
42. Эквивалентные S-игры в статистических играх.
43. Энтропия и неопределенность

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

### *Контрольные вопросы к экзамену*

1. Основные понятия исследования операций. Операция, эффективность операции.
2. Общая постановка задачи исследования операций. Детерминированный случай.
3. Оптимизация решения в условиях неопределенности.
4. Стратегические игры основные понятия и определения.
5. Особенности игр с седловой точкой.
6. Чистые и смешанные стратегии.
7. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.
8. Принцип минимакса в стратегических играх.
9. Решение игры путем сведения ее к задаче линейного программирования.
10. Статистические игры (решения). Основные понятия, определения.
11. Основные особенности статистических игр.
12. Эквивалентные S-игры в статистических играх.
13. Статистические игры с единичным экспериментом.
14. Функции риска и решающие функции в статистических играх.
15. Использование апостериорных вероятностей.
16. Нахождение байесовских стратегий.
17. Принятие решений в условиях полной неопределенности.
18. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).
19. Принятие решений с применением дерева решений.
20. Анализ и решение задач с помощью дерева решений.
21. Функции полезности Неймана-Моргенштерна.
22. Основные определения и аксиомы.
23. Измерение отношения к риску.
24. Страхование от риска.
25. В чем состоит сущность оптимизации?
26. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
27. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
28. Что представляет собой критерий оптимизации?
  1. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
  2. В чем состоит формализации оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
  3. Примеры формализации оптимизационных задач:
    - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
    - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.



- об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
  - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
  - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
  - задача о рюкзаке.
4. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
  5. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
  6. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования:
    - квадратичного;
    - геометрического;
    - сепарабельного;
    - линейного;
    - целочисленного?
  7. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
  8. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
  9. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
  10. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
  11. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?
  12. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
  13. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
  14. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
  15. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
  16. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?
  17. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?
  18. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
  19. Как определяется матрица смежности графа?
  20. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
  21. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
  22. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
  23. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
  24. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
  25. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.

26. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
  27. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования.
  28. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
  29. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
  30. В чем состоит многопродуктовая транспортная задача?
- 
27. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
  28. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
  29. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
  30. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
  31. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
  32. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
  33. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
  34. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
  35. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
  36. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для  $n=2$ .
  37. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
  38. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
  39. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
  40. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
  41. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
  42. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
  43. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
  44. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
  45. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
  46. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
    - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
    - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.

- Задача об оптимальном плане замены оборудования.
  - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
- 47 Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

1. Почему при исследовании операций можно ограничиться лишь задачей максимизации критерия эффективности?
2. Какие виды решения задач исследования операций могут использоваться в детерминированных ситуациях?
3. В игре с седловой точкой:
  - нижняя цена игры не равна верхней;
  - нижняя цена игры меньше верхней;
  - нижняя цена игры значительно меньше верхней;
  - нижняя цена игры равна верхней.
4. В игре с седловой точкой:
  - игрок может гарантировать себе выигрыш меньшей цены игры;
  - игрок может гарантировать себе выигрыш большей цены игры;
  - игрок гарантирует себе выигрыш равный цене игры.
5. Смешанные стратегии представляют собой:
  - произвольную комбинацию чистых стратегий;
  - линейную комбинацию чистых стратегий;
  - комбинацию чистых стратегий, выбираемых с помощью механизма случайного выбора;
  - комбинацию чистых стратегий, предлагаемых третьей стороной.
6. Полезные стратегии находятся:
  - на правой верхней границе многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
  - на левой нижней границе многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
  - внутри многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
  - вне многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
7. Минимаксный критерий выбора решений позволяет:
  - минимизировать возможные потери;
  - получить наибольший выигрыш;
  - исключить возможность наихудшего результата;
  - позволяет получить результат оптимальный в среднем.
8. Минимаксный критерий выбора решений применяют в условиях:
  - детерминированных;
  - решение реализуется несколько раз;
  - когда известно распределение вероятностей состояний природы;
  - когда необходимо исключить какой-либо риск;
  - неизвестно распределение вероятностей состояний природы;
  - решение реализуется один раз;
  - допускается некоторый уровень риска.
9. Критерий Байеса -Лапласа применяют в условиях:
  - распределение вероятностей состояний природы не изменяется во времени;
  - решение реализуется многократно;

- необходимо исключить риск при любом числе реализаций решений;
  - распределение вероятностей состояний природы может изменяться во времени;
  - когда известно распределение вероятностей состояния природы;
  - допускается некоторый риск при малом числе реализации решений;
  - детерминированных.
10. Критерий недостаточного основания Лапласа применяют в условиях:
- детерминированных;
  - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
  - вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
  - не известно распределение вероятностей состояний природы;
  - вероятности отдельных состояний природы примерно одинаковы;
  - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
  - известно распределение состояний природы.
11. Критерий Гурвица применяют в условиях:
- вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
  - детерминированных;
  - когда известно распределение вероятностей состояния природы;
  - решение реализуется многократно;
  - когда неизвестно распределение вероятностей состояний природы;
  - решение реализуется однократно;
  - решение реализуется малое число раз.
12. Критерий Ходжа-Лемана это:
- комбинация критериев Байеса –Лапласа и Гурвица;
  - комбинация критериев Байеса –Лапласа и ММ –критерия;
  - комбинация критериев недостаточного основания Лапласа и Гурвица;
  - комбинация критериев Гурвица и ММ –критерия.
13. Критерий Ходжа-Лемана применяют в условиях:
- не известно распределение вероятностей состояний природы и нет возможности выдвинуть какую-либо гипотезу о нем;
  - решение реализуется многократно;
  - решение реализуется только малое число раз;
  - риск допускается только при большом числе реализаций решения;
  - не известно распределение вероятностей состояний природы, но имеется возможность выдвинуть какую-либо гипотезу о нем;
  - вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
  - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
  - риск допускается только при малом числе реализаций решения;
  - допускается только однократное использование решения.
14. Статистические игры – это игры, в которых:
- одни из участников может провести дополнительный эксперимент;
  - участвуют несколько сторон;
  - моделируется конфликтная ситуация;
  - все участники стремятся к выигрышу;
  - у одной из сторон нет стремления к выигрышу.
15. Рандомизация – это процедура, когда:
- решения выбираются по заранее установленному правилу;
  - решения выбираются группой экспертов;
  - решения выбираются случайным образом;

- решение выбирается случайным образом без учета наблюдаемой реализации случайной величины;
- решение выбирается случайным образом с учетом наблюдаемой реализации случайной величины.

16. Функция риска определяет:

- вероятность возникновения нежелательного состояния природы;
- вероятность возникновения потерь статистика при произвольном состоянии природы;
- выбор статистиком некоторого решения при наблюдаемой реализации случайной величины;
- потери статистика в статистической игре;

17. Функция риска определяется как:

- минимальный элемент матрицы потерь;
- максимальный элемент матрицы потерь;
- среднее арифметическое элементов матрицы потерь;
- математическое ожидание на множестве элементов матрицы потерь и множестве состояний природы;
- среднегеометрическое элементов матрицы потерь.

18. Функция решений:

- определяется в начале решения игры;
- определяется внешними условиями;
- определяется, исходя из необходимости минимизации функции риска;
- определяется на основе максиминного критерия;
- определяется величиной среднего арифметического элементов матрицы потерь.

19. В полностью расширенной статистической игре:

- один из участников использует чистые стратегии;
- смешанные стратегии использует только статистик;
- оба участника используют чистые стратегии;
- оба участника используют смешанные стратегии;
- смешанные стратегии использует только статистик.

20. Анализ примеров оптимизационных задач.

21. Формализация оптимизационных задач: изучение примеров из различных предметных областей; изучение общей методики получения математической модели.

22. Модель линейного программирования, графическое и алгебраическое решение, отыскание начального опорного решения, самостоятельное решение задач с заданными исходными условиями.

23. Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах: изучение формулировок задач и методов решения – задачи о кратчайших путях, задачи о графе наименьшей длины, задачи о критическом пути в графе, задачи о максимальном потоке в транспортной сети, задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети. Самостоятельное решение задач каждого типа с заданными исходными условиями.

24. Модели и алгоритмы решения классической транспортной задачи, самостоятельное решение задач с помощью метода северо-западного угла и метода потенциалов.

25. Поиск экстремума нелинейной целевой функции методами классического математического анализа: изучение теории, разбор примеров, самостоятельное решение задач.

26. Поиск экстремума нелинейной целевой функции с использованием численных методов: изучение алгоритмов и программ поиска экстремума, самостоятельное решение задач.

27. Динамическая оптимизация и динамическое программирование: изучение теории, анализ прикладных задач с разбором техники их решения.
28. Многокритериальная оптимизация: изучение прикладных задач, ознакомление с примерами их формализации и решение.
29. Стохастическая оптимизация: изучение примеров прикладных задач, их формализация и решение.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
Основная литература		
Герасимов М.М., Разуваев А.Д. Общая теория систем и системный анализ: Учебно-методическое пособие. – М.: РУТ (МИИТ), 2019. – 42 с.	2019	<a href="http://library.miit.ru/methodics/28062019/">http://library.miit.ru/methodics/28062019/</a>
Джозеф О’Коннор, Иан Макдермотт. Искусство системного мышления. Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. Изд-во Альпина Паблишер, 2018. ISBN 978-5-9614-1175-1	2018	<a href="https://www.livelib.ru/book/">https://www.livelib.ru/book/</a>
Горелик, В.А. Исследование операций и методы оптимизации: Учебник / В.А. Горелик. - М.: Academia, 2018. - 384 с.	2018	<a href="http://library.miit.ru/methodics/28062019/">http://library.miit.ru/methodics/28062019/</a>
Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: Риор, 2016. - 48 с.	2016	<a href="http://library.miit.ru/methodics/28062019/">http://library.miit.ru/methodics/28062019/</a>
ТОМСК 2019 2 МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники Факультет систем управления Кафедра автоматизированных систем управления ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ Часть 1. Лекционный курс Учебное пособие 2019	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/752307.html">http://www.iprbookshop.ru/752307.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
Дополнительная литература		

Исследование операций [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ — Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75575.html">http://www.iprbookshop.ru/75575.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
Дязитдинова А.Р. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дязитдинова А.Р.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75377.html">http://www.iprbookshop.ru/75377.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
Катулев А.Н. Математические методы в системах поддержки принятия решений : Учеб. пособие / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. - М. : Абрис	2012	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=395912">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=395912</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Прикладная информатика - журнал
2. Информационно-управляющие системы - журнал
3. Современные проблемы науки и образования - журнал

## 6.3. Интернет ресурсы

<http://www.gpss.ru/index-h.html>, <http://www.wintersim.org/prog99.htm>,  
<http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/ode/theme17/theory.asp>,<http://www.xjtek.ru/downloads/book>,[www.minutemansoftware.com](http://www.minutemansoftware.com)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

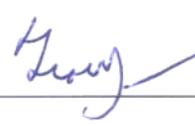
Практические занятия проводятся в компьютерных классах кафедры ВТиСУ 109-3, 111-3, 117-3, оснащенных современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS DOS фирмы Microsoft (режим эмуляции), Windows 2008, MS Office 2010, лицензированные пакеты автоматизированного конструкторского и технологического проектирования Protel, Altium Designer Summer.

Рабочую программу составил к.т.н., профессор

 А.А.Галкин

Рецензент (представитель работодателя):  
Генеральный директор ООО «АЙТИМ»

 Е.А. Уланов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Протокол № 1 от 30.08.2011 года

ВТ и СУ

Заведующий кафедрой

 В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления «Прикладная информатика»

Протокол № 1 от 31.08.11 года

Председатель комиссии

 В.Г.Чернов