

**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	
1	2	3	4
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				36	18			90	Экзамен (36)

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				6	4			107	Экзамен (27)

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 (<i>по семестрам</i>)
				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				6	4	4		139	Экзамен (27)

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 2×2 , $2 \times n$ 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 неравна 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 цены 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:
- один 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	http://library.miit.ru/methodics/28062019/
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	https://www.livelib.ru/book/
Горелик, В.А. Исследование операций и методы оптимизации: Учебник / В.А. Горелик. - М.: Academia, 2018. - 384 с.	2018	http://library.miit.ru/methodics/28062019/
Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: Риор, 2016. - 48 с.	2016	http://library.miit.ru/methodics/28062019/
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	http://www.iprbookshop.ru/752307.html .— ЭБС «IPRbooks»
Дополнительная литература		

Исследование операций [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ — Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/75575.html .— 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	http://www.iprbookshop.ru/75377.html .— ЭБС «IPRbooks»
Катулев А.Н. Математические методы в системах поддержки принятия решений : Учеб. пособие / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. - М. : Абрис	2012	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=395912

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

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

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 21 / 20 22 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой _____ К.В.Куликов

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 14 от 13.06.22 года

Заведующий кафедрой _____ К.В.Куликов

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____ К.В.Куликов

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____ К.В.Куликов