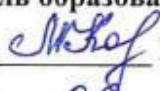


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  М.Р. Яхутлова  
« 02 » 09 2022г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
 А.Х. Шапсигов  
« 02 » 09 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ»

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**  
(код и наименование направления подготовки)

**«Проектирование систем искусственного интеллекта»**  
(наименование профиля подготовки)

**Бакалавр**

Квалификация (степень) выпускника

**Очная**

Форма обучения

Нальчик - 2022

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» /сост. Ф.Х. Кудоева –  
Нальчик: КБГУ, 2022. – 49с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта» в 6 семестре 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 9 (зарегистрировано в Минюсте России 06 февраля 2018г. № 49937).

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4. Содержание и структура дисциплины.....	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	10
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	29
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	32
7.1. Нормативно-законодательные акты .....	32
7.2. Основная литература .....	33
7.3. Дополнительная литература .....	34
7.4. Периодические издания .....	34
7.5. Интернет-ресурсы .....	35
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	45
9. Лист изменений (дополнений) .....	49

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** дисциплины «Исследование операций» состоит в изучении основных понятий, утверждений и методов, играющих фундаментальную роль в моделировании процесса выработки эффективных решений, а также достижения следующих результатов образования.

**Задачи** изучения дисциплины:

- Определение в формальной модели основных моментов, присущих выбору;
- Обеспечение устойчивости выбора;
- Установление связи устойчивости выбора с выгодностью результатов для каждой из сторон.

В дисциплине демонстрируется также математическое единство моделей выбора решения, имеющих различную содержательную интерпретацию.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Исследование операций» относится к обязательной части Блока 1 основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика, профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по данному направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата):

**общепрофессиональных (ОПК):**

Коды	Содержание компетенции
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных, формализации;
- основные представления о методах принципах выявления и формирования культурных потребностей различных социальных групп в рамках изученных на 1 курсе предметов;

- методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных, формализации;

**Уметь:**

- собирать и обрабатывать статический, экспериментальный, теоретический, графический и т.п. материал, необходимый для реализации процедур и алгоритмов, расчетов и конкретных практических выводов;
- использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач;
- использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач

**Владеть:**

- навыками сбора данных, их обработки для решения практических задач, приёмами описания научных задач и инструментарием для решения математических задач прикладной математики и информатики;
- основными приемами сбора, обработки и хранения экспериментальных данных, их анализа и синтеза;
- профессионально профильными знаниями и практическими навыками прикладной математики и информатики.

#### 4. Содержание и структура дисциплины

**Таблица 1. Содержание дисциплины «Исследование операций», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1.	Введение в теорию игр и исследование операций.	Предмет, история и перспективы развития исследования операций. Математические модели исследования операций. Методы исследования операций. Этапы исследования операций. Некоторые понятия теории игр.	ОПК-4	Домашнее задание (ДЗ), Контрольная работа (КР), Коллоквиум (К), Тестирование (Т), Рубежный контроль (РК)
2.	Основные задачи исследования операций.	Обобщенная схема операций. Принципы исследования операций. Типовые классы	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК

		задач исследования операций.		
3.	Принятие решений в условиях неопределенности и риска.	Принятие решений в условиях риска. Принятие решений с помощью дерева решений. Принятие решений в условиях полной неопределенности.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
4.	Статистические игры.	Статистические игры без эксперимента. Статистические игры с проведением единичного эксперимента. Использование апостериорных вероятностей. Статистические игры с последовательными выборками.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
5.	Общая основная задача линейного программирования.	Свойство основной задачи линейного программирования. Геометрическое истолкование задачи линейного программирования. Симплексный метод решения задачи Линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
6.	Транспортная задача.	Математическая постановка задачи. Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Метод аппроксимации Фогеля. Определение оптимального плана транспортной задачи (метод потенциалов).	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
7.	Сетевые модели.	Основные понятия потоков в графах. Теорема о максимальном потоке. Алгоритмы определения потоков и максимального потока. Выбор оптимального плана.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
8.	Вероятностные модели.	Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания. Модель чистого рождения. Модель чистой гибели. Специализированные системы обслуживания. Модели массового обслуживания. Сети систем массового обслуживания.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
9.	Элементы теории	Определение игры. Исходы.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК

	игр.	Классификация игр. Матричные игры. Седловая точка матрицы. Примеры игр с седловыми точками в матрицах и без седловых точек. Приемы вычисления минимаксов и максиминов для нахождения стратегий. Смешанные стратегии. Основная теорема теории матричных игр.		
10.	Методы решения матричных игр.	Методы решения матричных игр. Правило доминирования. Аффинное правило. Биматричные игры. Графический метод решения игр $2 \times n$ и $m \times 2$ . Решение игр вида $m \times n$ с помощью линейного программирования. Итерационный метод решения матричных игр. Метод присоединенных матриц.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК
11.	Имитационное моделирование.	Понятие имитационного моделирования. Метод Монте-Карло. Типы имитационных моделей. Элементы дискретного моделирования. Генерация случайных чисел. Механика дискретной имитации. Методы сбора статистических данных. Языки имитационного моделирования.	ОПК-4	ДЗ, КР, К, Т, РК

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов)

**Таблица 2. Структура дисциплины «Исследование операций»**

Вид работы	Трудоемкость, часов/ зачетных единиц	
	6 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>89</b>	<b>89</b>
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	89	89
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-

Вид работы	Трудоемкость, часов/ зачетных единиц	
	6 семестр	Всего
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

*Таблица 3. Лекционные занятия*

№ п/п	Тема
1.	<b>Введение в исследование операций.</b> 1. Предмет, история и перспективы развития исследования операций. 2. Математические модели исследования операций. 3. Методы исследования операций. 4. Этапы исследования операций.
2.	<b>Принятие решений и ее место в исследовании операций.</b> 1. Основные задачи исследования операций. 2. Обобщенная схема операций. 3. Принципы исследования операций. 4. Типовые классы задач исследования операций.
3.	<b>Линейные модели.</b> 1. Общая основная задача линейного программирования. 2. Свойство основной задачи линейного программирования. 3. Геометрическое истолкование задачи линейного программирования. 4. Симплексный метод решения задачи Линейного программирования. 5. Двойственные задачи линейного программирования.
4.	<b>Линейные модели. Транспортная задача.</b> 1. Математическая постановка задачи. 2. Метод северо-западного угла. 3. Метод минимального элемента. 4. Метод аппроксимации Фогеля. 5. Определение оптимального плана транспортной задачи (метод потенциалов).
5.	<b>Сетевые модели.</b> 1. Основные понятия потоков в графах. 2. Теорема о максимальном потоке. 3. Алгоритмы определения потоков и максимального потока. 4. Выбор оптимального плана.
6.	<b>Вероятностные модели.</b> 1. Моделирование систем массового обслуживания. 2. Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания. 3. Модель чистого рождения. 4. Модель чистой гибели.
7.	<b>Элементы теории игр.</b> 1. Определение игры. Исходы. Классификация игр. 2. Матричные игры. Седловая точка матрицы. Примеры игр с седловыми точками в матрицах и без седловых точек. 3. Приемы вычисления минимаксов и максиминов для нахождения стратегий. 4. Смешанные стратегии. Основная теорема теории матричных игр.
8.	<b>Методы решения матричных игр.</b> 1. Правило доминирования. 2. Аффинное правило.



	3. Биматричные игры. Графический метод решения игр $2 \times n$ и $m \times 2$ . 4. Решение игр вида $m \times n$ с помощью линейного программирования. 5. Итерационный метод решения матричных игр. <b>6. Метод присоединенных матриц.</b>
9.	<b>Принятие решений в условиях неопределенности и риска. (Игры с природой).</b> 1. Принятие решений в условиях риска. 2. Принятие решений с помощью дерева решений. 3. Принятие решений в условиях полной неопределенности.
10.	<b>Имитационное моделирование.</b> 1. Понятие имитационного моделирования. 2. Метод Монте-Карло. 3. Типы имитационных моделей. 4. Элементы дискретного моделирования. 5. Генерация случайных чисел. 6. Механика дискретной имитации. 7. Методы сбора статистических данных. <b>8. Языки имитационного моделирования.</b>

**Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)**

№ п/п	Тема
1.	Линейные модели.
2.	Линейные модели.
3.	Сетевые модели.
4.	Вероятностные модели.
5.	Методы решения матричных игр.
6.	Имитационное моделирование
7.	Принятие решений и ее место в исследовании операций.

**Таблица 5. Лабораторные работы**

№ п/п	Тема
1.	Не предусмотрены

**Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

№ п/п	Тема
1.	Позиционные игры. Дерево игры. Выигрышные и проигрышные позиции. Существование выигрышной стратегии у одного из игроков.
2.	Статические игры: игроки, стратегии, платежи. Примеры игр: «дилемма заключённого», «семейный спор», «пенальти». Доминирующие и доминируемые стратегии. Решение игр по доминированию. Понятие равновесия Нэша. Несоответствие равновесия и оптимума. Смешанные стратегии. Смешанное равновесие Нэша. Равновесие в игре «пионеры и вожатый». Приложения равновесий Нэша в экономике. Модели олигополий Курно и Бертрана. Статические игры с неполной информацией. Равновесие Байеса-Нэша.
3.	Динамические игры. Динамические игры с полной информацией. Равновесие Нэша, совершенное на подыграх, и его соотношение с обычным равновесием. Теорема Куна. Динамические игры с неполной информацией. Информационные множества. Условие совершенной памяти. Равновесие Байеса. Игры сигнализирования.

	Смешивающее и разделяющее равновесия. Повторяющиеся игры.
4.	Кооперативные игры. Кооперативные игры с трансферабельной полезностью. Определение игры, доступные дележи, ядро и вектор Шепли. Игра «Аэропорт». Устойчивые паросочетания. Алгоритм Гейла-Шепли.
5.	Приложения теории игр. Механизмы голосования. Требования к ним. Теорема Эрроу о невозможности построения неманипулируемой системы выборов. Концепция рекуррентной устойчивости. Модель Асемоглу-Егорова-Сонина внутренней устойчивости авторитарных систем. Элементы теории аукционов. Равновесные стратегии в аукционах первой и второй цены.
6.	Статистические игры без эксперимента.
7.	Статистические игры с проведением единичного эксперимента.
8.	Статистические игры с последовательными выборками.
9.	Использование апостериорных вероятностей.
10.	Сети систем массового обслуживания.
11.	Модели массового обслуживания.
12.	Специализированные системы обслуживания.

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида знаний и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

*Контрольные мероприятия по дисциплине* проводятся в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе аттестации студентов КБГУ (19.01.2016г.). Оценка успеваемости студентов осуществляется в ходе текущего и рубежного контроля, а также промежуточной аттестации.

### **5.1. Оценочные материалы для текущего контроля**

*Текущий контроль* знаний, умений и владений по дисциплине осуществляется в форме устного или письменного опроса на лекционных и лабораторных занятиях, а также в ходе проведения самостоятельной работы студентов.

*Цель текущего контроля* – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

*Текущий контроль* успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Вариационно-разностные схемы» и включает: ответы на теоретические вопросы на лабораторном занятии, решение практических задач и выполнение заданий на

лабораторных занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом (защитой) в установленный срок.

**5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Исследование операций» (контролируемая компетенция ОПК-4)**

**Тема №1. Введение в теорию игр и исследование операций.**

- 1) Что предполагается при решении задачи с использованием методов исследования операций?
- 1) Что важно при постановке задачи организационного управления?
- 2) Что такое цель?
- 3) Что лежит в основу построения математической модели?
- 4) Какие модели можно использовать кроме математических?
- 5) Перечислите этапы исследования операций.

**Тема №2. Принятие решений и ее место в исследовании операций.**

- 1) Основные задачи исследования операций.
- 2) Обобщенная схема операций.
- 3) Принципы исследования операций.
- 4) Типовые классы задач исследования операций.
- 5) Что является основной задачей исследования операции?

**Тема №3. Линейные модели.**

- 1) Общая задача ЛП, стандартный вид задачи ЛП.
- 2) Понятие двойственности в задачах линейного программирования, правила построения двойственной задачи.
- 3) Экономический смысл двойственных задач.
- 4) Экономический смысл теорем двойственности.
- 5) Задача о плане производства при условии ограниченных ресурсов (графический метод).

**Тема №4. Линейные модели. Транспортная задача.**

- 1) Транспортная задача. Построение начального допустимого плана. Сбалансированность ТЗ.
- 2) Метод наименьшего элемента ТЗ.
- 3) Правило северо-западного угла.
- 4) Метод Фогеля.
- 5) Метод потенциалов ТЗ.

**Тема №5. Сетевые модели.**

- 1) Основные понятия потоков в графах.

- 2) Теорема о максимальном потоке.
- 3) Алгоритмы определения потоков и максимального потока.
- 4) Выбор оптимального плана.

**Тема №6. Вероятностные модели.**

- 1) Что такое система массового обслуживания?
- 2) Что такое реальные операции?
- 3) Что такое фиктивные операции?
- 4) Из каких элементов состоит система массового обслуживания?
- 5) Что называется каналом обслуживания?

**Тема №7. Элементы теории игр.**

- 1) Как возникают минимаксные (максиминные) задачи в исследовании операций?
- 2) Что называется матричной игрой?
- 3) Что называется нижней ценой игры?
- 4) Какой принцип называется принципом максимина?
- 5) Какая стратегия называется максиминной стратегией?

**Тема №8. Методы решения матричных игр.**

- 1) Какими условиями определяется смешанная стратегия игрока А?
- 2) Что такое прямая задача?
- 3) Что такое двойственная задача?
- 4) Как свести игру к задаче линейного программирования?
- 5) Как ставится задача линейного программирования?

**Тема №10. Принятие решений в условиях риска. Статистические игры.**

- 1) Что называется арбитражной схемой?
- 2) Какой вид имеет модель формирования сделки?
- 3) Как формулируются аксиомы Нэша?
- 4) Как построена модель с угрозами?
- 5) Как расширить понятия стратегии введением угроз?

**Тема №11. Имитационное моделирование.**

- 1) Понятие имитационного моделирования.
- 2) Метод Монте-Карло.
- 3) Типы имитационных моделей.
- 4) Элементы дискретного моделирования.
- 5) Генерация случайных чисел.

***Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса***

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Исследование операций». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:**

**5 баллов** ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**4 балла** ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**3 балла** ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов** ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «5», «4», «3» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

#### **5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося ( типовые задачи) (контролируемая компетенция ОПК-4)**

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Исследование операций»:

1. В «дуэли» принимают участие два противника (первый и второй «дуэлянты»). В начальный момент времени они находятся друг от друга на расстоянии D. Затем противники начинают без остановки сближаться, но не ближе барьеров, расстояние между

которыми равно  $d$ ,  $d < D$ . Каждый из противников имеет в своем распоряжении по одному выстрелу и может выстрелить в любой момент времени после начала сближения. Дуэль заканчивается либо когда оба противника сделали по выстрелу, либо когда выстрелил один из них и поразил другого. Пусть  $p_i(d_i)$  - вероятность поражения  $i$ -м «дуэлянтом» противника, если выстрел был произведен с расстояния  $d_i, i = 1, 2$ . Предположим, что каждый «дуэлянт» слышит выстрел «другого». Будем считать первого «дуэлянта» оперирующей стороной. Составить модель операции, предполагая, что критерии эффективности принимает значение 0 или 1 в зависимости от выполнения следующих целей оперирующей стороны: а) поражение противника; б) сохранение собственной жизни; в) сохранение собственной жизни и поражение противника. Осреднить полученные критерии по случайностям. В случаях а)-в) найти оценку эффективности стратегии, которая рекомендует первому «дуэлянту» стрелять с расстояния  $d$ , если противник выстрелил раньше него и промахнулся.

2. Пусть задана следующая игра с участием двух игроков:

Первый игрок загадывает любое целое число от 1 до 3. Второй игрок должен отгадать это число. Если второй игрок указывает число правильно, он получает выигрыш, равный значению этого числа. В противном случае этот выигрыш получает первый игрок.

1. Определите число стратегий игроков и составьте платёжную матрицу задачи.

2. Определите нижнюю и верхнюю цену игры. Установите, существует ли в данной игре решение в чистых стратегиях.

1. Разработайте компьютерную программу, выполняющую следующие действия:

1. Ввод платёжной матрицы (по вариантам, предложенным преподавателем);

2. Определение нижней и верхней цены игры и вывод их значений, а также названий стратегий, в которых достигаются эти значения.

3. Определение наличия или отсутствия оптимальной чистой стратегии в игре. В случае существования оптимальной чистой стратегии вывод информации о названиях стратегий игроков, в которых она достигается. В случае отсутствия оптимальной чистой стратегии вывод соответствующего сообщения.

3. Дежурный по администрации города имеет 8 телефонов. Телефонные звонки поступают с интенсивностью 120 заявок в час. Средняя продолжительность разговора составляет 2 мин. Определить показатели дежурного администратора как объекта СМО.

4. На стоянке автомобилей возле магазина имеются 3 места, каждое из которых отводится под один автомобиль. Автомобили прибывают на стоянку с интенсивностью 20

автомобилей в час. Продолжительность пребывания автомобилей на стоянке составляет в среднем 15 мин. Стоянка на проезжей части не разрешается. Определить среднее количество мест, не занятых автомобилями, и вероятность того, что прибывший автомобиль не найдет на стоянке свободного места.

5. Два игрока одновременно и независимо друг от друга показывают один, два или три пальца. Пусть  $k$  - общее число показанных пальцев. Если  $k$  - четное, то первый из игроков платит второму  $k$  рублей. Если  $k$  - нечетное, то второй игрок платит  $k$  рублей первому. Найти оптимальные смешанные стратегии игроков и значения игры.

6. Решите следующие игры графически: 1)  $\begin{pmatrix} -2 & 2 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$ ; 2)  $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ ;

7. Постройте теоретико-игровую модель эксперимента на обучение, в котором, чтобы получить поощрение, животное должно сделать выбор одного из четырех возможных вариантов. Опишите какие-нибудь типы неоптимального поведения, которые можно наблюдать. Как может измениться поведение, когда разница в поощрении за различные варианты выбора становится: а) меньше; б) больше?

8. Вам предлагается инвестировать (вложить) средства в два предприятия на выбор. При этом следует учитывать, что: первая инвестиция допускает потерю вами 1 млн. руб. с вероятностью 0,5; вторая - потерю 2 млн. руб. с вероятностью 0,3. Какое решение сопряжено с меньшим риском?

9. Студент сдает зачет письменно одному из трех преподавателей. Студент подготовлен плохо и его априорная вероятность сдать зачет равен 0,1. Выясняется, что один из преподавателей «добрый» и вероятность у него получить зачет выше (равна 0,4). Студент наугад сдает работу одному из преподавателей. Как повлияет его результат на идентификацию преподавателя.

10. В матрице:

	S1	S2	S3
$P_j$	0,7	0,2	0,1
A1	$20+N$	18	$15-N$
A2	26	$17+N/2$	9
A3	$40-N$	16	$N-1$

где  $N$  – номер Вашей фамилии в списке студентов группы, определить оптимальные стратегии и значения выигрышей при выборе оптимальных стратегий по каждому из критериев, указанных в теоретической части данного занятия.

Разработайте компьютерную программу, выполняющую следующие функции:

1. Ввод коэффициентов платёжной матрицы статистической игры, значений вероятностей состояний окружающей среды, значений коэффициента пессимизма и параметра

достоверности информации о вероятностях состояний окружающей среды (по вариантам, предложенным преподавателем).

2. Определение оптимальных стратегий по каждому из критериев, указанных в теоретической части данного занятия.
3. Вывод информации о наименованиях оптимальных стратегий и значениях выигрышей при выборе оптимальной стратегии по каждому критерию.

Сельскохозяйственное предприятие производит картофель. Посевная площадь картофеля составляет 100 га. Хозяйство имеет договор с магазином, который гарантированно закупит весь произведённый картофель по цене  $4+0,1 \cdot N$  ( $N$  – номер варианта, указанный преподавателем) д.е. за 1 кг. При выращивании картофеля хозяйство может принять одно из трёх решений, различающихся по сумме затрат на производство продукции:

- A1. Провести комплексную обработку растений для предотвращения поражения сорняками, вредителями и болезнями (затраты – 6 млн. д.е.).
- A2. Провести частичную обработку растений (затраты – 4 млн. д.е.).
- A3. Не проводить обработку растений (затраты – 2.5 млн. д.е.).

В зависимости от погодных условий, наличия и развития сорняков, вредителей и болезней возможны следующие ситуации:

- S1. Условия для развития сорняков, вредителей и болезней неблагоприятные.
- S2. Условия для развития сорняков, вредителей и болезней обычные.
- S3. Условия для развития сорняков, вредителей и болезней благоприятные.

Значения урожайности картофеля в зависимости от решений сельскохозяйственного предприятия и развития сорняков, вредителей и болезней приведены в таблице

Урожайность картофеля в сельскохозяйственном предприятии, ц/га

Стратегии хозяйства	Развитие сорняков, вредителей и болезней		
	S1	S2	S3
A1	$250+N$	$250+N$	$250+N$
A2	$250+N/2$	200	$150-N/2$
A3	250	100	$50-N$

С помощью программы, разработанной при выполнении практической части предыдущих задания, определите наиболее выгодные стратегии по всем критериям, приведённым в теоретической части занятия. Вероятности состояний S1, S2 и S3 для определения оптимальной стратегии по критерию максимального математического ожидания выигрыша составляют соответственно 0,1, 0,5 и 0,4. Коэффициент пессимизма



для определения оптимальной стратегии по критерию пессимизма-оптимизма –  $0,39+N/50$ .  
Параметр достоверности для определения оптимальной стратегии по критерию Ходжа - Лемана –  $0,9-N/100$ .

Дайте экономическую интерпретацию результатов решения задачи.

### ***Методические рекомендации по выполнению заданий***

Подготовка к выполнению заданий включает предварительное ознакомление с необходимым теоретическим материалом по конспекту лекций и/или методическим указаниям к практическим работам. Необходимым условием своевременного и качественного выполнения работы является также освоение программной среды, в которой будет выполняться работа. Рекомендуется при подготовке к практической работе повторить материал, содержащий описание интерфейса программной среды и её возможностей.

### ***Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента ( типовые задачи)***

(4-5 баллов) - студент выполнил задания без ошибок, обосновал выбор методов решения, ответил все на поставленные теоретические вопросы;

(2-3 балла) - студент в целом выполнил задания с небольшими недочетами, не обосновал некоторый выбор методов и приемов решения, ответил не на все на поставленные теоретические вопросы;

(1 балл) - студент допустил существенные ошибки, не смог обосновать выбор методов и приемов решения, ответил не на все поставленные теоретические вопросы;

(0 баллов) – студент не смог выполнить задания.

### ***5.1.3. Оценочные материалы для выполнения рефератов (контролируемые компетенции ОПК-4)***

#### ***Примерные темы рефератов***

1. Смешанные стратегии.
2. Биматричные игры.
3. Матричные игры и линейное программирование.
4. Существование решения матричной игры с любой матрицей как следствие того, что соответствующая линейная программа всегда имеет решение.
5. Априорное распределение вероятностей для состояний природы и априорный риск.
6. Антагонистическая игра. Теорема фон Неймана.
7. Роль информации в действиях другой стороны в антагонистической игре без устойчивых решений.

8. Модель формирования сделки.
9. Модели теории антагонистических игр.
10. Статистические игры и их применение.
11. Теория выбора и принятие решений.
12. Использование цепей Маркова в моделировании социально-экономических процессов.
13. Модели динамического программирования.
14. Модели конечных автоматов.
15. Бескоалиционные игры.
16. Смешанные стратегии и усреднение ядра антагонистической игры.
17. Модель формирования сделки. Аксиомы Нэша.
18. Модель с угрозами.
19. Принцип Байеса. Байесовские стратегии и байесовский риск.
20. Позиционная (развернутая) форма модели. Приведение позиционной модели в нормальной форме.
21. Сравнение устойчивого и арбитражного решений.
22. Априорное распределение вероятностей для состояний природы и априорный риск.
23. Испытуемые гипотезы, принятие и отвержение гипотез, выборочная точка и критическая область, ошибки первого и второго рода.
24. Байесовский риск как функция ошибок первого и второго рода.
25. Бесконечные, непрерывные и многошаговые игры.

#### ***Методические рекомендации по написанию реферата***

**Реферат** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

**Требования к реферату:** Общий объем реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине

страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц.

***Уровень оригинальности текста – 60%***

### ***Критерии оценки реферата***

(5 баллов) ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

(4 балла) – выполнены основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

(3 баллов) – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

(0 баллов) – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

### **5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля**

*Рубежный контроль* проводится с целью определения качества освоения учебного материала в целом. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам курса и проводится по окончании изучения материала в заранее установленное время.

В течение семестра проводится *три рубежных контрольных мероприятия по графику*.

Рубежный контроль проводится в виде коллоквиумов (или самостоятельных, контрольных) на лабораторных занятиях, а также компьютерного тестирования.

Выполняемые работы хранятся на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляются в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия выносятся программный материал (разделы) по дисциплине.

По каждой контрольной точке обязательным является компьютерное тестирование, которое проводится в группе вне рамок учебного расписания. Разработана и сертифицирована в установленном порядке база тестовых заданий по дисциплине. Она ежегодно обновляется и (или) дополняется на 15%.

Проведение бально-рейтинговых контрольных мероприятий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается адаптированными контрольно-измерительными материалами и соответствующей технологией аттестации.

#### **5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы (коллоквиумов) (контролируемая компетенция ОПК-4)**

##### **Тема №1. Линейные модели**

**Задание 1.** Составить диету включающие белки, жиры и углеводы в количестве не менее  $b_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ). Для составления смеси можно использовать три вида продуктов  $B_j$  ( $j = 1, 2, 3$ ), содержащую белки жиры и углеводы в количестве  $a_{ij}$ . Цена продуктов  $C_j$ . Необходимо определить такой набор продуктов, который обеспечил бы необходимое содержание питательных веществ, и полная стоимость его при этом была бы наименьшей. Требуется:

- 1) Составить математическую модель прямой и двойственной задач. Раскрыть экономический смысл всех переменных, принятых в задаче;
- 2) Симплекс – методом решить двойственную задачу;

Трудовые бригады  $B_1, B_2, B_3$  численностью,  $a_1, a_2$ , и  $a_3$  человек, сформированы для уборки картофеля.

Необходимые исходные числовые данные приведены в таблице:

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a_{11}$	5	2	7	4	10	4	10	2	7	4
$a_{12}$	4	2	10	5	1	1	4	6	6	10

## Тема №2. Линейные модели. Транспортная задача

**Задание 1.** Для уборки картофеля на четырех полях  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  и  $\Pi_4$  необходимо выделить  $b_1, b_2, b_3$ , и  $b_4$  работников. Производительность труда работника зависит от урожайности картофеля, а так же от численности бригады и характеризуется для указанных бригад и полей элементами матрицы  $P_{ij}$  (в центнерах на человека за рабочий день). Требуется:

- 1) Распределить работников каждой трудовой бригады по полям так, чтобы за рабочий день было убрано максимально возможное количество картофеля;
- 2) Определить сколько центнеров картофеля будет убрано с четырех полей при оптимальном распределении работников.

Необходимые исходные числовые данные приведены в таблице:

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A_1$	82	99	99	45	54	70	49	73	92	79
$A_2$	42	34	57	69	73	99	87	51	51	60

## Тема №3. Вероятностные модели.

### Вариант №1

1. В следующей ситуации определите клиента и сервис (средства обслуживания): самолеты, прибывающие в аэропорт.
2. Среднее время между отказами механизма распределено по закону со средним 6 часов. Если механизм работал безотказно на протяжении последних трех часов, то какова вероятность того, что не будет отказа на протяжении следующего часа? Найдите также вероятность того, что на протяжении следующего получаса произойдет отказ?

3. Подберите пример, который иллюстрирует характер функционирования системы массового обслуживания: «Требование поступает в систему по одному»; «скорость обслуживания зависит от длины очереди».
4. Как Вы понимаете термины: «стационарный процесс», «модель чистой гибели».

#### Вариант №2

1. Аэропорт обслуживает пассажиров трех категорий: городских жителей, жителей пригородов и транзитных пассажиров. Прибытие в аэропорт пассажиров всех трех категорий во времени происходит в соответствии с распределением Пуассона со средней интенсивностью 15, 10 и 7 пассажиров в час соответственно. Время регистрации пассажиров подчиняется экспоненциальному распределению с математическим ожиданием 6 минут. Определите количество сток для регистрации пассажиров, которыми должен располагать аэропорт в каждом из следующих случаев.
  - Среднее время пребывания пассажиров в режиме ожидания и регистрации не должно превышать 15 минут;
  - Процент свободных регистрационных стоек не превышает 10%;
  - Вероятность того, что все регистрационные стойки свободны, не превышает 0,17.
2. В парикмахерской работает один мастер, обслуживая одного посетителя в среднем 15 мин. Ожидать обслуживание могут не более 2 человек. Определите показатели эффективности такой системы, считая все потоки простейшими, если интенсивность потока клиентов 5 человек в час.

#### Вариант №3

1. Автомойка может принять на обслуживание 3 автомашины. В очереди могут находиться не более 6 машин. В среднем машины прибывают через 2 мин., а средняя продолжительность мойки – 10 мин. Считая все потоки простейшими, определите основные характеристики работы мойки.
2. За работой справочной с одним телефонным аппаратом наблюдали в течение 8 часов. Дозвонились 27 человек. Телефон не был занят 20 минут. Считая все потоки простейшими, оцените абсолютную пропускную способность данной одноканальной системы с отказами.

### Тема № 4. Элементы теории игр.

#### Вариант №1

1. Найдите седловую точку и значение игры. Платежи заданы для игрока. А:

	В			
А	8	6	2	8

$$\begin{vmatrix} 8 & 9 & 4 & 5 \\ 7 & 5 & 3 & 5 \end{vmatrix};$$

2. Продавец берется продать  $k$  газет, причем за каждую проданную газету получает прибыль, равную  $a$ . Непроданные газеты он возвращает, но при этом терпит убыток, равный  $b$ , на каждой непроданной газете. Спрос, т.е. количество  $z$  людей, покупающих газеты, является неконтролируемым фактором, принимающим значения на отрезке  $[\alpha, \beta]$ , где  $\alpha, \beta$  - известные натуральные числа. Цель продавца - так выбрать количество газет для продажи, чтобы по мере возможности увеличить прибыль от продажи. Составить модель операции. Найти оценку эффективности произвольной стратегии, если: а) спрос  $z$  является неопределенным фактором; б) спрос  $z$  является случайной величиной с известным математическим ожиданием  $\bar{z}$  и дисперсией  $D > 0$ .

### Тема №5. Методы решения матричных игр.

#### Вариант №1

1. Используя правило доминирования, упростите следующую игру и найдите решение

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 0 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

2. Решить итерационным методом игру с платежной матрицей  $\begin{pmatrix} -2 & -1 & -3 \\ 0 & 4 & -1 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$ .

3. Решите следующую игру методом линейного программирования:

$$\begin{array}{c|cccc} & \text{B} & & & \\ \text{A} & \begin{vmatrix} 1 & 2 & -5 & 3 \\ -1 & 4 & 7 & 2 \\ 5 & -1 & 1 & 9 \end{vmatrix} & & & \end{array}$$

#### Вариант №2

- Решить задачу методом линейного программирования  $\begin{pmatrix} 2 & 4 & 0 & 3 \\ 8 & 3 & 6 & 4 \end{pmatrix}$ .
- Решить графически задачу №1.
- Решить задачу №1 итерационным методом.
- Решить задачу №1 методом присоединенных матриц.

**Тема №6. Принятие решений в условиях неопределенности и риска. (Игры с природой).**

### Вариант №1

1. Вам предлагается инвестировать (вложить) средства в два предприятия на выбор. При этом следует учитывать, что: первая инвестиция допускает потерю вами 1 млн. руб. с вероятностью 0,5; вторая - потерю 2 млн. руб. с вероятностью 0,3. Какое решение сопряжено с меньшим риском?
2. Вычислите матрицу сожалений, если матрица дохода имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 3 & 4 & 8 & 7 \\ 2 & 0 & 1 & 4 \\ 6 & 7 & 3 & 9 \\ 4 & 8 & -2 & 7 \\ 9 & 5 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

### Вариант №2

1. Студент сдает зачет письменно одному из трех преподавателей. Студент подготовлен плохо, и его априорная вероятность сдать зачет равен 0,1. Выясняется, что один из преподавателей «добрый» и вероятность у него получить зачет выше (равна 0,4). Студент наугад сдает работу одному из преподавателей. Как повлияет его результат на идентификацию преподавателя.
2. Используя критерий Лапласа, найдите оптимальное решение, зная матрицу дохода:

$$N(G,S)=\begin{pmatrix} 6 & 12 & 3 & -8 \\ -5 & 7 & 1 & 0 \\ 7 & -2 & 5 & 4 \\ 0 & 3 & -1 & -6 \end{pmatrix}.$$

### ***Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)***

1. (4-5 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;
2. (2-3 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;
3. (1 балла) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой.



Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

4. (0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее  $2/3$  всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

### **5.2.2. Оценочные материалы для компьютерного тестирования (контролируемая компетенция ОПК-4)**

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС –  
<http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=3798>

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

I:

S: Разделы математики, на которых базируется исследование операций:

- : Теория алгоритмов
- +: Теория вероятностей
- +: Теория игр
- : Дискретная математика
- : Теория чисел

I:

S: Входят в классификацию задач исследования операций по виду критерия оптимальности, задачи

- +: математического программирования
- +: принятия решений в условиях риска
- : многокритериальной оптимизации
- : динамического программирования
- : целочисленного программирования
- : нелинейного программирования

I:

S: Задача исследования операций является представимой как задача линейного программирования при выполнении условия

- +: аддитивности
- : рефлексивности
- : транзитивности
- : симметричности
- : коллинеарности

-: компланарности

I:

S: Исследование операций – это ...

-: допустимое решение задачи

+: дисциплина, занимающаяся построением, анализом и применением математических моделей принятия оптимальных решений

-: совокупность действий, направленных на достижение некоторой цели

-: способы использования активных средств.

I:

S: Существует \_\_\_\_\_ видов классификаций возможных постановок задач исследования операций

+: не менее четырех

-: не более двух

-: не более одного

-: только два

-: только три

-: только четыре

I:

S: Модели линейного программирования – пример принятия решения в

+: условиях определенности

-: условиях неопределенности

-: критических ситуациях

-: некритических ситуациях

I:

S: Задача исследования операций представлена как задача линейного программирования, при выполнении условий

+: пропорциональности

+: аддитивности

+: неотрицательности

-: отрицательности

-: положительности

-: линейности

I:

S: Процедуры принятия решений в задачах линейного программирования являются

+: одношаговыми

-: двухшаговыми

-: трехшаговыми

-: многошаговыми

I:

S: Существует этапов решения задач принятия решений с бесконечным числом

+: 2

I:

S: Задачи линейного программирования, по виду информационного состояния „лица, принимающего решения» являются \_\_\_\_\_ задачами исследования операций

+: статическими

-: динамическими

-: вероятностными

-: дифференциальными

-: многошаговыми

#### ***Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:***

(5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 91- 100 % предложенных тестовых вопросов;

(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70 –90 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 –69% от общего объема заданных тестовых вопросов;

(2 балла) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-49 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(1 балл) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-39 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(0 баллов) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 0-29 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

#### ***5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации***

*Целью промежуточной аттестации по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.*

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в форме проведения экзамена, которым заканчивается изучение дисциплины.

Для получения экзамена в 6 семестре студенту необходимо иметь не менее 61 балла. Для допуска к экзамену студент должен по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости набрать число баллов не менее 36. На экзамене он может повысить сумму баллов от 61 и выше (до 100), необходимых для получения экзамена.

***Вопросы и типовые задачи, выносимые на экзамен (контролируемые компетенции  
ОПК-4)***

1. Предмет, история и перспективы развития исследования операций.
2. Этапы исследования операций.
3. Основные задачи исследования операций.
4. Типовые классы задач исследования операций.
5. Общая основная задача линейного программирования.
6. Свойство основной задачи линейного программирования.
7. Геометрическое истолкование задачи линейного программирования.
8. Симплексный метод решения задачи Линейного программирования.
9. Двойственные задачи линейного программирования.
10. Транспортная задача. Математическая постановка задачи.
11. Метод северо-западного угла.
12. Метод минимального элемента.
13. Метод аппроксимации Фогеля.
14. Определение оптимального плана транспортной задачи (метод потенциалов).
15. Сетевые модели. Основные понятия потоков в графах.
16. Теорема о максимальном потоке.
17. Алгоритмы определения потоков и максимального потока.
18. Выбор оптимального плана.
19. Определение игры. Исходы. Классификация игр.
20. Матричные игры. Седловая точка матрицы. Примеры игр с седловыми точками в матрицах и без седловых точек.
21. Приемы вычисления минимаксов и максиминов для нахождения стратегий. Смешанные стратегии. Основная теорема теории матричных игр.
22. Правило доминирования. Аффинное правило.
23. Биматричные игры. Графический метод решения игр  $2 \times n$  и  $m \times 2$ .
24. Решение игр вида  $m \times n$  с помощью линейного программирования.
25. Итерационный метод решения матричных игр.
26. Метод присоединенных матриц.
27. Принятие решений в условиях риска.

28. Принятие решений в условиях полной неопределенности.
29. Имитационное моделирование.
30. Определить нижнюю и верхнюю цену игры с платежной матрицей.....
31. Решить итерационным методом игру с платежной матрицей.
32. Используя критерий Гурвица при  $\alpha=0,5$  найдите оптимальное решение зная матрицу дохода.
33. Определить методом присоединенных матриц цену игры, заданной матрицей.
34. Вычислите матрицу сожалений, если матрица дохода имеет вид...
35. Найти решение игры с платежной матрицей: графическим способом.
36. Вычислите матрицу сожалений, если матрица затрат имеет вид.....
37. Определить имеет ли игра с платежной матрицей седловую точку.
38. Используя критерий Гурвица при  $\alpha=0,5$ , найдите оптимальное решение, зная матрицу потерь:  $N(G,S)=\dots\dots$
39. Используя критерий Лапласа, найдите оптимальное решение, зная матрицу дохода:  $N(G,S)=\dots\dots$
40. Используя критерий Лапласа, найдите оптимальное решение, зная матрицу потерь:  $N(G,S)=\dots\dots$
41. Решить итерационным методом игру с платежной матрицей. Определить нижнюю и верхнюю цену игры с платежной матрицей....
42. Используя критерий Гурвица при  $\alpha=0,5$  найдите оптимальное решение зная матрицу дохода.
43. Используя правило доминирования, упростите следующую игру и найдите решение.
44. Решить графическим способом: задачу ЛП
45. Сформулировать двойственную задачу.
46. Найти начальное решение транспортной задачи методом северо-западного угла.
47. Найти начальное решение транспортной задачи методом Фогеля.
48. Найти начальное решение транспортной задачи методом минимальной стоимости.

**Критерии формирования оценок (оценивания) по промежуточной аттестации**

Семестр	Шкала оценивания (по итогам текущего и рубежного контроля)			
	Неудовлетворит. (36-60 баллов)	Удовлетворит. (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
<b>6</b>	Обучающийся имеет 36-60 баллов по итогам	Обучающийся имеет 36-50 баллов по	Обучающийся имеет 51-60 баллов по	Обучающийся имеет 61-70 баллов по итогам

	<p>текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.</p> <p>Обучающийся имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос</p>	<p>итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Обучающийся имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса.</p> <p>Обучающийся имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос</p>	<p>итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Обучающийся имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй.</p> <p>Обучающийся имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.</p>	<p>текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p>
--	--	--	---	---

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине, включает две составляющие:

*первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

*вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной

аттестации (не более 30 –баллов).

Общий балл *текущего и рубежного контроля* складывается из следующих составляющих:

***Распределение баллов текущего и рубежного контроля***

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма в баллах	1-я точка	2-я точка	3-я точка
<b>1</b>	<b>Посещение занятий</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Текущий контроль:</b>	<b>до 30</b>	<b>до 10</b>	<b>до 10</b>	<b>до 10</b>
	<b>Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)</b>	0 -15	0 – 5	0 -5	0 - 5
<b>3</b>	<b>Рубежный контроль:</b>	<b>до 30</b>	<b>до 10</b>	<b>до 10</b>	<b>до 10</b>
	<i>тестирование</i>	0- 12	0- 4	0- 4.	0- 4.
	<i>коллоквиум</i>	0 - 18	0 - 6	0 -6	0 - 6
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>до 70</b>	<b>до 23</b>	<b>до 23</b>	<b>до 24</b>
<b>В случае экзамена</b>					
<b>4</b>	<b>Первый этап (базовый уровень) – оценка «удовлетворительно»</b>	не менее 36 б.	не менее 12	не менее 12	не менее 12
<b>5</b>	<b>Второй этап (продвинутый уровень) – оценка «хорошо»</b>	менее 70 (51-69)	менее 23	менее 23	менее 24
<b>6</b>	<b>Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»</b>	не менее 70	не менее 23	не менее 23	не менее 24

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ОПК-4 представлены в таблице 7.

***Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке***

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенции	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Виды оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
<b>ОПК-4.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<b>ОПК-4.1.</b> Способен владеть базовыми знаниями в области информатики, программирования и информационно-коммуникационных технологий, информационной безопасности	<b>ОПК-4.1.</b> З-1. Знает основные требования информационной безопасности, существующие информационно коммуникационные технологии <b>ОПК-4.1.</b> У-1. Умеет решать задачи профессиональной деятельности с применением	Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типичные оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типичные оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.2.)

		информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности <b>ОПК-4.1.</b> В-1. Владеет навыками использования существующих информационно-коммуникационных технологий.	
	<b>ОПК-4.2.</b> Способен использовать имеющиеся знания в области информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности для решения задач прикладной математики и информатики	<b>ОПК-4.2.</b> З-1. Знает классификацию языков программирования, основные методы разработки программного обеспечения, стандарты оформления программной документации и причины нарушения компьютерной безопасности <b>ОПК-4.2.</b> У-1. Умеет использовать информационные сервисы глобальных телекоммуникаций, базы данных, web-ресурсы, системное и программное обеспечение с учетом основных требований информационной безопасности <b>ОПК-4.2.</b> В-1. Владеет навыками использования существующих информационно-коммуникационных технологий.	

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).



2. Федеральный государственный образовательный стандарт по образовательным программам ВО (ФГОС 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата). Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. №9 (Зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018г. № 49937);
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)
4. Программа «Цифровая экономика», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р.
5. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».

## **7.2. Основная литература**

1. Ловянников Д.Г. Исследование операций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Г. Ловянников, И.Ю. Глазкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 110 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69386.html>
2. Минько Э.В. Методы прогнозирования и исследования операций: учебное пособие / Минько Э.В., Минько А.Э. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017. — 316 с. — ISBN 978-5-4486-0035-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70613.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/70613>
3. Донкова, И. А. Исследование операций и методы оптимизации: учебное пособие / И. А. Донкова. — Тюмень: ТюмГУ, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-400-01220-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122106>
4. Новиков, А. И. Исследование операций в экономике: учебник / А. И. Новиков. — 2-е изд. — Москва: Дашков и К, 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173918>
5. Половина И.П. Исследование операций [Электронный ресурс]: сборник заданий / И.П. Половина. — Электрон. текстовые данные. — Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2017. — 80 с. — 978-5-85218-869-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70625.html>

### **7.3. Дополнительная литература**

1. Гадельшина Г.А. Введение в теорию игр [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Гадельшина, А.Е. Упшинская, И.С. Владимирова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 112 с. - 978-5-7882-1709-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61829.html>
2. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М., Наука, 2014.
3. Алексеев В. М., Галеев Э. М., Тихомиров В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи: учебное пособие. Физматлит, 2011.  
<http://www.knigafund.ru/books/207427>
4. Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения [Электронный ресурс] / Р.Г. Стронгин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 245 с. — 978-5-94774-547-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52203.html>
5. Дюбин Г.Н., Суздаль В.Г. Введение в прикладную теорию игр. М., Наука, 1981.
6. Воробьев Н.Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры. М.: Наука, 2015.
7. Лемешко Б.Ю. Теория игр и исследование операций. НГТУ, ЭБС «Книгафонд», 2013. - 167с.
8. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. М., Мир, 1964.
9. Грень Е. Статистические игры и их применение. М. Статистика, 1976.
10. Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум. 4-е изд. Пер. и доп. Учебное пособие для бакалавров. – М.: Юрайт, 2016. – 295 с.
11. Давыдов Э.Г. Методы и модели теории антагонистических игр. М.- МГУ, 1978.
12. Оуэн Г. Теория игр. М.: Наука, 1971.
13. Протасов И.А. Теория игр и исследование операций. М. «Гелиос АРВ», 2003.
14. Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. Учебник. М.: Дашков и К. ISBN: 5-94798-342-7, 2011. – 400 с.
15. Челноков, А. Ю. Теория игр: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Ю. Челноков. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 223 с. (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00233-1.

### **7.4. Периодические издания**

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Информатика и управление»

## 7.5. Интернет-ресурсы

1. <http://fcior.edu.ru/>
2. <http://www.yandex.ru/>
3. <http://www.rambler.ru/>
4. <http://www.taurion.ru/>
5. <https://openedu.ru/course/mipt/GAMETH>
6. <http://www.consultant.ru>
7. <http://www.garant.ru>

При проведении занятий лекционного типа практических (семинарских) занятий используются сведения об электронных информационных ресурсах, к которым обеспечен доступ для пользователей библиотеки КБГУ.

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,  
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ  
(2022-2023 уч. год)**

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации- владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ

		журналов.			
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) <b>Договор №750КС/07- 2022</b> От 26.09.2022 Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке) »	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс » (г. Москва) <b>Договор №701КС/02- 2022</b> от 13.04.2022 Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт- Петербург) <b>Договор №6ЕП/223</b> от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» <b>Договор №101/НЭБ/166</b> 6-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) <b>Договор №9200/22П</b> от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное	Полный доступ

		литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.		издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №192/ЕП-223</b> От 29.10.2021 Активен до 31.10.2022 г.	(регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<b>Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
10.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

**7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы**  
**Методические рекомендации по изучению дисциплины**

Цель курса - подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики, к умению применять полученные знания к решению прикладных задач математической физики. Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения

необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

#### ***Методические рекомендации по работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

#### ***Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии обучающихся. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения

учебного материала, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Для *самостоятельной работы* имеются помещения, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную библиотеку. Имеется электронный вариант конспекта лекций,

Самостоятельная работа обучающихся – способ активного, целенаправленного приобретения обучающимся новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль обучающегося в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

- 1) проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- 2) выполнение разно уровневых задач и заданий;
- 3) работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- 4) выполнение итоговой контрольной работы.

Обучающемуся рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса обучающийся может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций и лабораторный практикум. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

Самостоятельная работа обучающихся предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости обучающийся может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее обучающимся и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по



различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы обучающегося и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Обучающийся может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Обучающийся имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде обучающегося имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет обучающемуся своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий – это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

#### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает обучающемуся сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов обучающийся будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

- чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название, автор, источник, основная идея текста, фактический материал, анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам, новизна;
- прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм: медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного; выделить ключевые слова в тексте; постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
- прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий

#### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену***

Экзамен в 6 семестре является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий

дисциплины.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины «Исследование операций» имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование, позволяющее наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

**зарубежное лицензионное программное обеспечение:**

<b>№</b>	<b>Производитель</b>	<b>Наименование</b>	<b>Лицензии</b>	<b>№ договора на 2020 год</b>	<b>№ договора на 2021 год</b>
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
4.	MSAcademicEES	WINEDuperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
5.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
6.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №80/ЕЛ-223
7.	Embarcadero	RAD Studio Architect <b>Concurrent</b> AcademicEdition 1 Year Term License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
8.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
9.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
10.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
11.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
12.	ABBYY	ABBYY FineReader	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

***Зарубежное программное обеспечение (свободно распространяемое)***

№	Производитель	Наименование	Лицензии
1.		Web Browser - Firefox	Бесплатно
2.		AtomEditor	Бесплатно
3.		Python	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	Бесплатно
5.	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Бесплатно

***Российское лицензионное программное обеспечение:***

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	-
3.		Антиплагиат ВУЗ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

***Российское программное обеспечение (свободно распространяемое)***

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

***8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья***

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий обучающемуся необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений);

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию обучающегося экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.



### 9. Лист изменений (дополнений)

в рабочей программе дисциплины «Исследование операций» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта» на 2022-2023 учебный год.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			
2.			
3.			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

Прикладной математики и информатики

Протокол №2 от «02» сентября 2022г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Р. Бечелова