

**Федеральное государственное образовательное бюджетное  
учреждение высшего образования  
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных и машинного обучения  
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Е.А. Каменева

01.12.2022 г.

**Моисеев Г.В.**

**Математические методы принятия решений**

**Рабочая программа дисциплины**

для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
38.03.05 - Бизнес-информатика,  
ОП «Цифровая трансформация управления бизнесом»,  
Профили: «ИТ-менеджмент в бизнесе», «Технологии цифровых бизнес-моделей»

*Рекомендовано Ученым советом  
Факультета информационных технологий и анализа больших данных  
(протокол № 26 от 24.11.2022 г.)*

*Одобрено Советом учебно-научного  
Департамента анализа данных и машинного обучения  
(протокол № 5 от 21.11.2022 г.)*

**Москва 2022**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Наименование дисциплины.....	2
2.Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине .....	2
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
4.Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся.....	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий .....	5
5.1. Содержание дисциплины.....	5
5.2. Учебно-тематический план.....	9
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	15
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	15
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю .....	17
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	24
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	31
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	32
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	32
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	33
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	33

## 1. Наименование дисциплины

«Математические методы принятия решений».

## 2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Дисциплина «Математические методы принятия решений» обеспечивает формирование следующих компетенций: УК-4, УК-10, УК-11.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
УК-4	Способность использовать прикладное программное обеспечение при решении профессиональных задач	<p>1. Использует основные методы и средства получения, представления, хранения и обработки данных.</p> <p>2. Демонстрирует владение профессиональными пакетами прикладных программ.</p> <p>3. Выбирает необходимо прикладное программное обеспечение в зависимости от решаемой задачи.</p> <p>4. Использует прикладное программное обеспечение для решения конкретных прикладных задач.</p>	<p><b><u>Знать</u></b> основные методы получения, представления, хранения и обработки данных. <b><u>Уметь</u></b> применять основные методы получения, представления, хранения и обработки данных на практике.</p> <p><b><u>Знать</u></b> перечень и функции основных пакетов прикладных программ. <b><u>Уметь</u></b> решать практические задачи с помощью основных пакетов прикладных программ.</p> <p><b><u>Знать</u></b> перечень и функции необходимого прикладного ПО. <b><u>Уметь</u></b> выбирает необходимо прикладное ПО в зависимости от решаемой задачи.</p> <p><b><u>Знать</u></b> алгоритмы решения прикладных задач <b><u>Уметь</u></b> реализовать алгоритмы решения прикладных задач на прикладном ПО.</p>

УК-10	Способность осуществлять поиск, критически анализировать, обобщать и систематизировать информацию, использовать системный подход для решения поставленных задач	<p>1. Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации.</p> <p>2. Обосновывает сущность происходящего, выявляет закономерности, понимает природу variability.</p> <p>3. Формулирует признак классификации, выделяет соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицирует общие свойства элементов этих групп, оценивает полноту результатов классификации, показывает прикладное назначение классификационных групп.</p> <p>4. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>5. Аргументировано и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания.</p>	<p><b><u>Знать</u></b> состав и структуру требуемых данных и информации.  <b><u>Уметь</u></b> грамотно реализовать процессы их сбора, обработки и интерпретации.</p> <p><b><u>Знать</u></b> природу variability.  <b><u>Уметь</u></b> обосновывать сущность происходящего, выявить закономерности.</p> <p><b><u>Знать</u></b> признаки классификации  <b><u>Уметь</u></b> выделять соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицировать общие свойства элементов этих групп, оценивать полноту результатов классификации, показывать прикладное назначение классификационных групп.</p> <p><b><u>Знать</u></b> отличия фактов от мнений, интерпретаций и оценок  <b><u>Уметь</u></b> формировать собственные суждения и оценки, отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок.</p> <p><b><u>Знать</u></b> основные принципы системного описания  <b><u>Уметь</u></b> представить свою точку зрения посредством и системного описания.</p>
УК-11	Способность к постановке целей и задач исследований, выбору оптимальных путей и методов их достижения	1. Аргументировано переходит от первоначальной субъективной формулировки проблемы к целостному структурированному	<p><b><u>Знать</u></b> основы структурного описания проблемной ситуации.  <b><u>Уметь</u></b> переходить от первоначальной формулировки проблемы к структурированному описанию ситуации.</p>

		<p>описанию проблемной ситуации.</p> <p>2. Обосновывает системную формулировку цели и постановку задачи управления.</p> <p>3. Взвешенно и системно подходит к анализу ситуации, формулировке критериев и условий выбора.</p> <p>4. Критически переосмысливает свой выбор, сопоставляя с альтернативными подходами. Оценивает последствия принимаемых решений, учитывая неочевидные цепочки «последствия последствий» («причины причин») и контурные связи.</p> <p>5. Корректно использует процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза при решении практических задач управления и подготовке аналитических отчетов.</p> <p>6. Логично, последовательно и убедительно излагает в отчете цели, задачи, теорию и методологию исследования, результаты и выводы.</p>	<p><b><u>Знать</u></b> способы обоснования системной формулировки цели и постановки задач управления.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> обосновывать системную формулировку цели и постановку задачи управления.</p> <p><b><u>Знать</u></b> формулировки критериев и условия выбора.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> системно подходить к анализу ситуации, формулировке критериев и условиям выбора.</p> <p><b><u>Знать</u></b> способы переосмысления сделанного выбора и оценки последствий принимаемых решений.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> учитывать неочевидные цепочки «последствия последствий» (причины причин) и контурные связи.</p> <p><b><u>Знать</u></b> процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> корректно использовать процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза</p> <p><b><u>Знать</u></b> способы изложения материалов в отчете.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> излагать в отчете цели, задачи, теорию и методологию исследования, результаты и выводы.</p>
--	--	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательных программ

Дисциплина «Математические методы принятия решений» относится к Циклу математики и информатики по направлению подготовки 38.03.05 - Бизнес-информатика, ОП «Цифровая трансформация управления бизнесом», Профили: «ИТ-менеджмент в бизнесе», «Технологии цифровых бизнес-моделей».

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 4 (в часах)
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 з/е, 144 ч.</b>	<b>144 ч.</b>
<b><i>Контактная работа - Аудиторные занятия</i></b>	<b>68</b>	<b>68</b>
<i>Лекции</i>	34	34
<i>Семинары, практические занятия</i>	34	34
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

#### 5.1. Содержание дисциплины

#### 1. Линейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)

История возникновения исследования операций. Задачи исследования операций. Задачи теории принятия решений. Этапы и процесс принятия решений. Ситуации принятия решений. Соответствие ситуаций принятия решений математической модели линейного программирования (ЛП). Состав и этапы построения математической модели ЛП.

Производственная задача. Графическое представление производственной задачи. Понятие о симплексе. Алгоритм симплекс-метода. Решение производственной задачи симплекс-методом.

Классическая транспортная задача. Постановка задачи. Запись в виде задачи линейного программирования. Открытая (сбалансированная) и закрытая (несбалансированная) задачи. Сведение к закрытой транспортной задаче. Решение симплекс-методом.

Задача о назначениях. Постановка задачи. Запись в виде задачи линейного программирования. Решение симплекс-методом.

## **2. Дискретное и нелинейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)**

Задача о рюкзаке. Постановка задачи. Запись в виде задачи дискретного программирования. Отличия модели от производственной, транспортной задачи и о назначениях. Метод Гомори (отсечений). Практические применения задачи о рюкзаке: составление портфеля проектов.

Задача об оптимальном портфеле Марковица. Постановка задачи. Запись в виде задачи нелинейного программирования. Метод градиента. Решение задачи об оптимальном портфеле методом градиента.

## **3. Теория графов (сетевые модели принятия решений)**

Задача Эйлера о мостах. Основные понятия теории графов. Виды графов.

Задача поиска кратчайшего пути на графе. Алгоритм Дейкстры. Запись задачи поиска кратчайшего пути в виде задачи линейного программирования. Гамильтонов цикл.

Задача коммивояжера. Обзор алгоритмов решения задачи (ветвей и границ, муравьиный, генетический и др.). Запись задачи коммивояжера в виде задачи комбинаторного программирования. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

Задача о максимальном потоке в сети. Понятие сети и потока в сети (граф). Постановка задачи о максимальном потоке. Запись в виде задачи линейного программирования. Решение симплекс-методом.

Задача о минимальном разрезе сети. Понятие разреза в сети, величины разреза. Теорема Форда-Фалкерсона. Постановка задачи о минимальном разрезе. Алгоритм Штор-Вагнера. Оптимизация сети путем нахождения минимального разреза.

Задача о паросочетаниях. Двудольный граф. Постановка задачи о нахождении оптимальных паросочетаний. Запись задачи в виде задачи линейного программирования. Сведение к задаче о назначениях. Сведение к задаче о минимальном разрезе. Решение задачи симплекс-методом.

Задача выравнивания (перераспределения) ресурсов проекта. Сетевое планирование проекта. Постановка задачи. Построение сетевого графика проекта. Критический путь проекта. Запись в виде задачи нелинейного программирования. Решение методом градиента.

#### **4. Регрессионный анализ (прогнозирование при принятии решений)**

Понятие регрессии и временного ряда. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Построение линейной регрессии. Прогнозирование с помощью линейной регрессии. Фильтрация исходных данных как метод повышения точности прогнозирования. Построение доверительных интервалов. Полиномиальные регрессии 2 и 3 степени. Общий вид регрессии и приведение к линейности. Множественная регрессия. Сравнение результатов линейной и множественной регрессии.

#### **5. Многокритериальная оптимизация (принятие решений при множестве альтернатив)**

Постановка задачи двухкритериальной оптимизации. Понятие оптимальности по Парето. Графический и алгоритмический способ нахождения паретооптимальных решений. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Линейная свертка критериев. Сведение к однокритериальной задаче методом линейной свертки. Метод идеальной точки. Метод контрольных показателей. Сравнение результатов оптимизации различными методами.

#### **6. Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)**

Методы экспертных оценок. Классификация методов экспертных оценок. Стадии проведения экспертных оценок. Виды регламентов проведения экспертизы. Методы подбора экспертов. Обработка результатов экспертных оценок. Метод средних баллов.



Метод медианы рангов. Коэффициент компетентности экспертов. Метод средневзвешенных рангов с учетом компетентности экспертов. Понятие расстояния и медианы Кемени. Метод бинарных отношений. Сравнение результатов, полученных различными методами.

### **7. Матричные игры (принятие решений в условиях противодействия)**

Понятие игры. Основные понятия теории игр. Антагонистические игры (с нулевой суммой). Верхняя и нижняя цена игры. Принцип «минимакса» и «максимина». Чистая цена игры. Седловая точка. Чистые и смешанные стратегии. Задача поиска оптимальной смешанной стратегии игры в виде задачи линейного программирования. Прямая и обратные задачи. Биматричные игры. Дилемма заключенного. Простое равновесие (Парето-эффективное). Равновесие по Нэшу. Поиск равновесия по Нэшу в чистых стратегиях. Задача поиска равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях в виде задачи нелинейного программирования. Метод градиента решений задач нелинейного программирования.

### **8. Игры с природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)**

Понятие природы в теории игр. Принятие решений в условиях риска. Запись матричной игры с природой. Вероятности наступления состояний природы. Критерий Байеса. Критерий Лапласа. Матрица и критерий Гермейера. Принятие решений в условиях неопределенности. Критерии пессимизма («минимин») и оптимизма («максимакс»). Критерий Вальда («максимин»). Критерий Гурвица (линейная свертка функции риска). Матрица рисков и критерий Сэвиджа («минимакс»).

### **9. Позиционные игры (принятие решений с использованием дерева вариантов)**

Позиционные игры (в развернутой форме). Понятие дерева игры. Позиционные игры с противником. Построение дерева игры с противником. Выбор вариантов стратегии по дереву. Алгоритм Куна выбора оптимальной стратегии. Сведение к матричным играм (антагонистическим и биматричным). Позиционные игры с природой. Построение дерева игры с природой. Сворачивание дерева для нахождения оптимальной стратегии. Сведение к матричным играм (с природой).

## 5.2. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекц ии	Семинары, практическ ие занятия		
1	Линейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)	22	12	6	6	10	Самостоятельн ые работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям.
2	Дискретное и нелинейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)	14	8	4	4	6	
3	Теория графов (сетевые модели принятия решений)	30	16	8	8	14	
4	Регрессионный анализ (прогнозирование при принятии решений)	10	4	2	2	6	
5	Многокритериальная оптимизация (принятие решений при множестве альтернатив)	10	4	2	2	6	
6	Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)	10	4	2	2	6	
7	Матричные игры (принятие решений в условиях противодействия)	18	8	4	4	10	Самостоятельн ые работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям.
8	Игры с природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)	12	4	2	2	8	
9	Позиционные игры (принятие решений с использованием дерева вариантов)	18	8	4	4	10	
	В целом по дисциплине	144	68	34	34	76	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		47	50	50	53	

### 5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Линейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)	<p>1. Выбрать предметную область для построения производственной задачи (изготовление нескольких товаров из материалов и комплектующих).</p> <p>2. Задать значения расхода материалов на единицу продукции, запаса материалов на складе, спроса на рынке и себестоимости товара.</p> <p>3. Построить модель задачи линейного программирования: задать целевую функцию и ограничения, определить искомые переменные. Размерность задачи должна отличаться от примера преподавателя.</p> <p>4. Найти оптимальные значения искомых переменных <math>x_{ij}</math> с помощью модуля «Поиск решения» в MS Excel или на любом языке программирования.</p> <p>5. Дать словесную интерпретацию полученных результатов.</p> <p>1. Выбрать предметную область для построения формализма «классической транспортной задачи» (перевозки однотипных продуктов, распределение кредитов, клиентов по менеджерам, серверного пространства и др.).</p> <p>2. Задать значения <math>a_i</math>, <math>b_j</math>, <math>c_{ij}</math> для 3 видов продуктов (многопродуктовая модель). Размерность задачи должна отличаться от примера преподавателя. Модель должна быть открытая (несбалансированная).</p> <p>3. Свести к закрытой постановке, записать целевую функцию и ограничения.</p> <p>4. Найти оптимальные значения искомых переменных <math>x_{ij}</math> с помощью модуля «Поиск решения» в MS Excel или на любом языке программирования.</p> <p>5. Дать словесную интерпретацию полученных результатов.</p> <p>6. Выбрать предметную область для построения формализма «задачи о назначениях» (назначение исполнителей на работы, техники на объекты, менеджеров на клиентов, машин на адреса, клиентов на сервера и др.).</p> <p>7. Повторить п.п. 2-5 для «задачи о назначениях» (однопродуктовая модель).</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.

<p>Дискретное и нелинейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать предметную область для построения формализма «задачи о рюкзаке» (упаковка грузов, раскрой материалов, назначение работ, выбор заказов, ценные бумаги или др.)</li> <li>2. Задать значения исходных данных. Размерность задачи должна отличаться от примера преподавателя. Модель может быть классической или с доработками.</li> <li>3. Решить задачу в MS Excel с помощью метода Гомори (симплекс-метод + условие целочисленности переменных).</li> <li>4. Дать словесную интерпретацию полученных результатов.</li> <li>5. Выбрать предметную область для построения задачи нелинейного программирования (аналогично задачам линейного и дискретного программирования).</li> <li>6. Задать вид нелинейной целевой функции и прочие ограничения.</li> <li>7. Решить задачу в MS Excel с помощью метода ОПГ.</li> <li>8. Дать словесную интерпретацию полученных результатов.</li> </ol> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	
<p>Теория графов (сетевые модели принятия решений)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать граф дорог и перекрестков (транспортную сеть), нанести вес ребер и дуг, определить исходный и конечный пункт маршрута, сформировать матрицу смежности.</li> <li>2. Решить задачу поиска кратчайшего пути на графе как задачу дискретного программирования в MS Excel</li> <li>3. Для тех, кто чувствует в себе силы написать программу поиска кратчайшего пути в графе с помощью алгоритма Дейкстры на любом языке программирования (вместо реализации в MS Excel)</li> <li>4. Нарисовать граф, вершинами которого являются адреса доставки, а ребрами маршруты переезда между адресами, нанести вес ребер и дуг, определить исходный пункт маршрута, сформировать матрицу смежности.</li> <li>5. Решить задачу коммивояжера как задачу комбинаторного программирования с помощью эволюционного метода поиска решений в MS Excel.</li> <li>6. Для тех, кто все еще чувствует в себе силы решить аналогичную задачу методом ветвей и границ на любом языке программирования (вместо п. 5).</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать любую транспортную сеть (район проживания, железную дорогу, коммунальную сеть, сеть передачи данных, финансовые потоки и др.).</li> <li>2. Построить граф дорог (каналов) и нанести пропускные способности дуг.</li> <li>3. Определить пропускные способности входов и выходов сети.</li> </ol>	<p>Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.</p>

	<p>4. Рассчитать максимальный поток с помощью средств MS Excel и нанести его на граф дорог и карту района.</p> <p>5. Найти минимальные разрезы вашей сети.</p> <p>6. Определить где можно с наименьшими затратами повысить пропускную способность дуг, чтобы достичь максимальной пропускной способности.</p> <p>7. Повторно рассчитать максимальный поток на оптимизированном графе с помощью средств MS Excel и нанести его на карту района.</p> <p>1. Выберите интересующие вас две группы сущностей (партнеры в танцах, космонавты в длительном перелете, соседи по комнате или др.).</p> <p>2. Расставьте связи между сущностями, каждой связи определите вес.</p> <p>3. Запишите задачу в виде задачи линейного программирования.</p> <p>4. Найдите оптимальные пары с помощью симплекс-метода.</p> <p>5. Выберите близкую вам предметную область какого-либо проекта (написание программы, сдача сессии, приготовление борща, полет на Венеру или др.).</p> <p>6. Распишите работы по проекту и расставьте ресурсы и ориентировочные длительности работ.</p> <p>7. Постройте сетевой график работ по проекту.</p> <p>8. Определите критический путь проекта и запасы времени.</p> <p>9. Проведите выравнивание ресурсов .</p> <p>10. Рассчитайте сэкономленное время проекта после оптимизации.</p> <p>11. Постройте оптимизированный сетевой график работ по проекту.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	
Регрессионный анализ (прогнозирование при принятии решений)	<p>1. Найдите в интернете любой временной ряд (статистику вида <math>(x_k, t_k)</math>, <math>k \approx 30</math>), например, курс акций, архив торгов, цен на продукцию или др.</p> <p>2. Методом наименьших квадратов вычислите коэффициенты линейной регрессии <math>a</math> и <math>b</math>.</p> <p>3. Восстановите значения <math>(x, t)</math> по формуле линейной регрессии.</p> <p>4. Постройте график статистических значений и уравнения регрессии.</p> <p>5. Рассчитайте отклонения <math>x - \hat{x}</math>, дисперсию и СКО.</p> <p>6. Отфильтруйте ряд на предмет выпадающих точек и ошибок измерений.</p> <p>7. Сравните отфильтрованные дисперсию и СКО с исходной.</p> <p>8. Постройте доверительные интервалы 1, 2 и 3 сигма.</p> <p>9. Отобразите доверительные интервалы на графике.</p>	Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.

	<p>10.Спрогнозируйте значения <math>x_k</math> на 10 периодов (дней) вперед <math>tk+10</math>.</p> <p>11.Постройте оценку вида: «Через 10 дней величина <math>x_k</math> с вероятностью <math>p</math> будет принимать значения <math>x_{min}...x_{max}</math>», где <math>x_{min}...x_{max}</math>-границы доверительного интервала.</p> <p>12.С помощью функции MS Excel «Работа с диаграммами –Макет –Линия тренда» постройте полиномиальные регрессии 2 и 3 степени.</p> <p>13.Рассчитайте их СКО и сравните с ранее найденным СКО линейной регрессии.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	
<p>Многокритериальная оптимизация (принятие решений при множестве альтернатив)</p>	<p>1. Выбрать некоторый объект, имеющий несколько числовых характеристик (например, квартира, машина, спортсмен и др.), выбрать 2 основных характеристики и 6 вспомогательных, найти в интернете не менее 10 экземпляров этого объекта с характеристиками и записать в таблицу Excel.</p> <p>2.Построить точечную диаграмму по 2 основным характеристикам объекта и определить паретооптимальные точки.</p> <p>3.Провести линейную свертку 2 основных критериев и изменяя параметр свертки от 0 до 1 найти оптимальные значения. Проверить совпадение с полученными в п.2 паретооптимальными точками.</p> <p>4.Провести линейную свертку 8 критериев, для основных критериев выбрать весовые коэффициенты большие, чем для вспомогательных, найти оптимальное решение.</p> <p>5.Применить метод контрольных показателей, построить лепестковую диаграмму, сделать словесную трактовку результата.</p> <p>6.Применить метод идеальной точки, построить лепестковую диаграмму, сделать словесный вывод о полученных результатах.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	<p>Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.</p>
<p>Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)</p>	<p>1.Взять результаты предыдущего семинара в качестве исходных данных -выбрать точки Парето (паретооптимальные значения) и перенести в данный семинар.</p> <p>2.Попросить 5 одноклассников выступить в качестве экспертов –расставить баллы от 1 до 10 каждому из паретооптимальных решений в соответствии со своими предпочтениями (10 соответствует лучшему варианту, 1 –худшему). Рассчитать для каждого варианта средний балл (матожидание), дисперсию, СКО, построить доверительный интервал, сделать словесный вывод.</p> <p>3.Попросить вышеуказанных экспертов расставить ранги каждому паретооптимальному решению (отранжировать по местам 1, 2, 3 и т.д.). Найти медиану рангов. Определить коэффициенты компетентности экспертов,</p>	<p>Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.</p>

	<p>построить средневзвешенные ранги с учетом коэффициентов компетентности.</p> <p>4.Попросить вышеуказанных экспертов попарно сравнить парето-оптимальные варианты между собой, составить матрицу бинарных отношений для каждого эксперта, решить задачу поиска нелинейного программирования по поиску медианы Кемени (усредненного мнения).</p> <p>5.Сравнить результаты, полученные тремя способами (п.п. 2, 3, 4), дать словесную трактовку сравнения результатов.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	
Матричные игры (принятие решений в условиях противодействия)	<p>1.Выбрать любой тип антагонистической игры, определить стратегии, построить платежную матрицу.</p> <p>2.Найти решение игры в чистых стратегиях по принципам «минимакса» и «максимина». Определить имеет ли игра «седловую точку»?</p> <p>3.Найти решение игры в смешанных стратегиях путем решения ЗЛП.</p> <p>4.Выбрать любой тип биматричной игры, определить стратегии, построить платежные матрицы.</p> <p>5.Найти ситуацию равновесия по Нэшу в чистых стратегиях, если такая имеется.</p> <p>6.Найти равновесие в смешанных стратегиях путем решения ЗНЛП.</p> <p>Работу можно выполнять в среде MS Excel или на любом языке программирования.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.
Игры с природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)	<p>1.Выбрать любой тип игры с природой (товар -рынок, действия -экономика, человек -природа).</p> <p>2.Составить платежную матрицу на реальных или виртуальных данных.</p> <p>3.Определить вероятности наступления состояний природы.</p> <p>4.Найти оптимальные чистые стратегии в условиях риска по критериям Байеса, Лапласа и Гермейера, сравнить полученные результаты.</p> <p>5.Найти оптимальные чистые стратегии в условиях неопределенности по критериям пессимизма, оптимизма, Вальда, Гурвица и Сэвиджа. Критерий Гурвица рассчитать на сетке значений от 0 до 1 с шагом 0,1.</p> <p>6.Дать словесную интерпретацию полученных результатов.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.
Позиционные игры (принятие решений с использованием дерева вариантов)	<p>1.Выбрать интересующую вас сферу позиционной игры <b>с противником</b> (выход на рынок, аргументы в переговорах, единоборства, теннис и др.).</p>	Интерактивная форма, практикум по решению задач

	<p>2. Построить дерево игры, определить выигрыш каждого хода и цену игры, рассмотреть различные варианты стратегий поведения игроков.</p> <p>3. Найти оптимальную стратегию игроков с помощью алгоритма Куна.</p> <p>4. Свести игру к антагонистической и биматричной форме, найти цену игры и условия равновесия по Нэшу соответственно.</p> <p>5. Выбрать интересующую вас сферу позиционной игры с <b>природой</b> (открытие магазинов, инвестирование, игра «носки-айфон», blackjack и др.).</p> <p>6. Построить дерево игры, определить выигрыши каждого хода и вероятности наступления состояний «природы».</p> <p>7. Найти оптимальную стратегию путем сворачивания дерева решений игры.</p> <p>8. Свести игру к матричной форме, найти оптимальные стратегии по критериям принятия решений в условиях риска (или неопределенности если состояния «природы» не заданы).</p> <p>9. Дать словесную трактовку получившихся результатов.</p> <p>Рекомендуемые источники: 1 - 4.</p>	<p>по тематике занятия в индивидуально и сдача преподавателю в конце занятия с кратким словесным описанием.</p>
--	--	---

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Линейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)	<b>Классическая транспортная задача.</b> Постановка задачи. Запись в виде задачи линейного программирования. Открытая (сбалансированная) и закрытая (несбалансированная) задачи. Сведение к закрытой транспортной задаче. Решение симплекс-методом.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
	<b>Задача о назначениях.</b> Постановка задачи. Запись в виде задачи линейного программирования. Решение симплекс-методом.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.



Дискретное и нелинейное программирование (принятие решений в условиях полной информации)	<b>Задача об оптимальном портфеле Марковица.</b> Постановка задачи. Запись в виде задачи нелинейного программирования. Метод градиента. Решение задачи об оптимальном портфеле методом градиента.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Теория графов (сетевые модели принятия решений)	<b>Задача о максимальном потоке в сети.</b> Понятие сети и потока в сети (граф). Постановка задачи о максимальном потоке. Запись в виде задачи линейного программирования. Решение симплекс-методом.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
	<b>Задача о минимальном разрезе в сети.</b> Понятие разреза в сети, величины разреза. Теорема Форда-Фалкерсона. Постановка задачи о минимальном разрезе. Алгоритм Штор-Вагнера. Оптимизация сети путем нахождения минимального разреза.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
	<b>Задача выравнивания (перераспределения) ресурсов проекта.</b> Сетевое планирование проекта. Постановка задачи. Построение сетевого графика проекта. Критический путь проекта. Запись в виде задачи нелинейного программирования. Решение методом градиента.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Регрессионный анализ (прогнозирование при принятии решений)	Полиномиальные регрессии 2 и 3 степени. Общий вид регрессии и приведение к линейности. Множественная регрессия. Сравнение результатов линейной и множественной регрессии	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Многокритериальная оптимизация (принятие решений при множестве альтернатив)	Метод идеальной точки. Метод контрольных показателей.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)	Понятие расстояния и медианы Кемени. Метод бинарных отношений	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Матричные игры (принятие решений в	Метод градиента решений задач нелинейного программирования	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор

условиях противодействия)		вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Игры с природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)	Матрица рисков и критерий Сэвиджа («минимакс»).	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Позиционные игры (принятие решений с использованием дерева вариантов)	Позиционные игры с природой. Построение дерева игры с природой. Сворачивание дерева для нахождения оптимальной стратегии. Сведение к матричным играм (с природой).	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.

## **6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

### **Примерные задания контрольной работы**

#### **1. Производственная задача**

Завод производит холодильники трех видов. Для изготовления дорогого холодильника требуется 9 кг пластика, 15 кг стекла и 20 кг металла, среднего холодильника – 10 кг пластика, 12 кг стекла и 14 кг металла, дешевого холодильника – 8 кг пластика, 6 кг стекла и 4 кг металла. Емкость склада завода составляет до 1000 кг каждого материала. Прибыль от продажи дорогого холодильника составляет 42 тыс. руб., среднего – 24 тыс. руб., дешевого – 12 тыс. руб. Найти оптимальное количество холодильников каждого вида, обеспечивающих получение максимальной прибыли.

#### **2. Классическая транспортная задача**

Вокруг некоторого города имеется 2 хранилища топлива. В первом хранилище находится 150 т. бензина АИ-92, 130 т. АИ-95 и 100 т. дизельного топлива ДТ, во втором хранилище – 120 т. АИ-92, 100 т. АИ-95 и 100 т. ДТ.

От этих хранилищ обслуживается 8 заправок в черте города. Их ежедневные потребности в топливе следующие:

	Потребности заправок, т.							
Топл.	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
АИ-92	50	25	35	42	65	12	4	34
АИ-95	34	25	65	22	13	45	2	11
ДТ	12	33	21	22	12	3	44	25

Стоимость доставки топлива из хранилища на заправку зависит от расстояния, пройденного бензовозом:

	Расстояние между хранилищем и заправками, км							
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Хран. 1	12	4	7	16	3	5	18	22
Хран 2	32	15	16	12	17	23	14	5

Постройте оптимальный план поставок каждого вида топлива из хранилища на заправочные станции.

### 3. Задача о назначениях

Российская IT-компания администрирует сервера некоторой компании из Бразилии, находящейся в другом полушарии. К российскому утру из Бразилии поступили 2 заявки на техподдержку пользователей и по 1 заявке на поддержку ПО и нарушение информационной безопасности. Обслуживанием этого направления занимаются 6 человек, каждый из которых имеет основную и побочные специализации. Уровень их навыков по шкале от 0 до 10 представлен в таблице:

	Навыки IT-специалистов					
<b>Заявки:</b>	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Установка ПО	9	8	6	4	5	5
Поддержка ПО	8	9	4	6	5	4
Поддержка сети	5	5	8	7	3	2
Безопасность	0	3	7	8	7	0
Резервное копир.	5	5	4	3	7	1
Пользователи	6	2	4	0	4	6

Как распределить заявки по специалистам так, чтобы каждому из них досталось не более одной заявки с максимальной для него компетенцией?

#### 4. Задача о рюкзаке

Пусть имеется коллектив IT-разработчиков, состоящий из 6 человек. В результате рекламной кампании к ним одновременно поступило несколько заказов, для каждого из которых известна цена контракта и оценена его трудоемкость (сколько человек за сколько часов выполнят работу):

	Заказы							
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Цена, тыс. Р	250	110	130	80	180	350	1700	640
Трудоемкость, чел.×час	500	150	190	140	360	320	1000	960

Если учитывать, что в месяце в среднем 22 рабочих дня по 8 часов, то какие из контрактов необходимо выбрать, чтобы уложиться в один месяц и получить максимальную прибыль.

#### 5. Задача об оптимальном портфеле.

Пусть некоторый инвестор планирует составить оптимальный портфель ценных бумаг. У него в распоряжении имеется 5 активов с ожидаемыми доходностями 11%, 15%, 14%, 9% и 8%. Матрица ковариаций доходностей этих активов имеет вид:

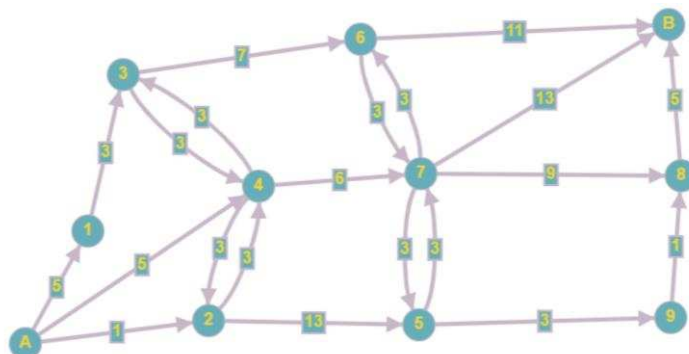
$$V = 10^{-4} \begin{bmatrix} 495 & 41 & -5 & 0 & 330 \\ 150 & 180 & 241 & -54 & 280 \\ 120 & 110 & 320 & 220 & 230 \\ -40 & -220 & 110 & 460 & -130 \\ 310 & 450 & -50 & -260 & 436 \end{bmatrix}$$

Инвестор рассчитал, что необходимая ему доходность от портфеля ценных бумаг должна составить 13%. Из каких активов и в каких пропорциях составить ему наиболее защищенный от риска портфель по модели Марковица.

#### 6. Задача о кратчайшем пути на графе

Александр Петрович вынужден по независящим от него обстоятельствам на некоторое время покинуть родину. Он желает взять с собой некоторые сбережения, которые необходимо передать через ряд финансовых структур его друзей и

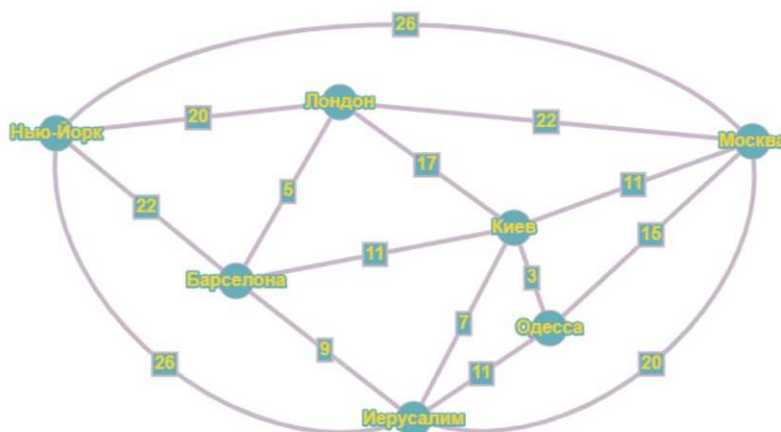
сослуживцев. Каждая из возможных операций доставки финансов на новое место жительства требует снятия некоторой комиссии, указанной в процентах на графе:



Подскажите Александру Петровичу наиболее дешевый способ доставки денег из пункта  $A$  в пункт  $B$  и обоснуйте почему.

### 7. Задача коммивояжера

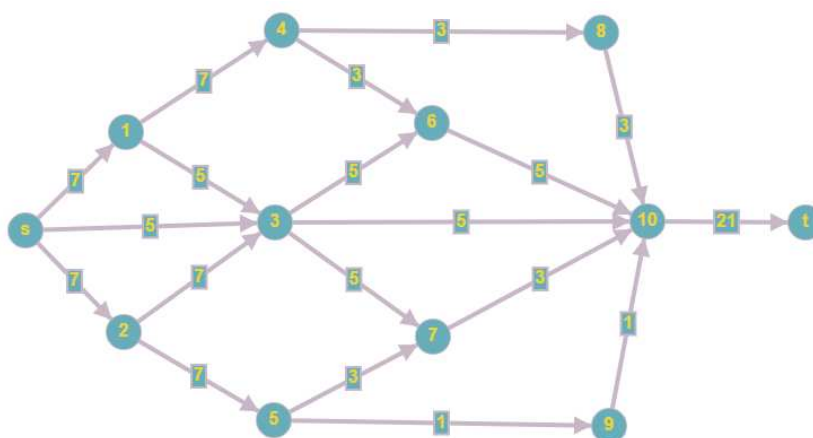
Натан Донатович перед смертью собирается посетить всех своих детей и могилу мамы в Одессе. Но стоимости перелетов, приведенные на графе, очень не радуют старика:



Помогите Натану Донатовичу облететь всех адресатов и вернуться домой с минимальными затратами.

### 8. Задача о максимальном потоке в сети

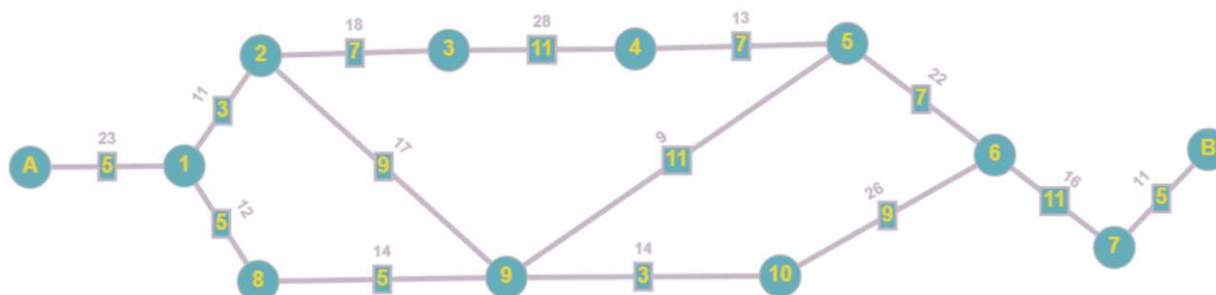
На одном из наших полуостровов открылось первое отделение Сбербанка. По морскому дну протянули скоростную оптико-волоконную линию связи, однако материковая часть сети, связывающая новый офис  $t$  с головным представительством в регионе  $s$ , отставала по пропускной способности как представлено на графе:



Покажите какой максимальный поток данных будет передаваться на полуостров  $t$  и в каких узлах будет происходить основная задержка.

### 9. Задача выравнивания ресурсов проекта.

Менеджер проекта составил сетевой график его выполнения, где дугам соответствуют работы по проекту, а вершинам – промежуточные результаты. На каждую дугу он нанес количество человек, выделенных на эту работу, а над ней надписал ориентировочное количество дней выполнения работы:



Подскажите менеджеру проекта, можно перераспределить исполнителей по работам так, чтобы сократить суммарное время выполнения всего проекта?

### 10. Решение антагонистической игры в чистых и смешанных стратегиях.

Футбольные ворота условно разделены на следующие зоны:

7	8	9
4	5	6
1	2	3

Если при ударе по воротам вратарь угадывает в какую зону будет бить игрок, то он ловит мяч с вероятностью 0,9. Если же он прыгает в одну из соседних зон, то вероятность поймать мяч снижается до 0,6. Если же зона удара игрока и зона

прыжка вратаря не являются соседними, то вероятность отбить мяч падает до 0,2. Исключения составляют зоны №7 и №9, в которых вероятность отбития мяч ниже на 0,1, чем в других случаях.

Посоветуйте игроку в какую зону ему бить в случае одиночного удара и в случае серии пенальти.

### **11.Решение биматричной игры в чистых и смешанных стратегиях.**

Муж и жена решают какие места взять в самолете для долгого перелета. Схема рассадки пассажиров в ряду следующая:

иллюминатор	1	2	3	4	проход
-------------	---	---	---	---	--------

Жена любит сидеть у иллюминатора, а муж – у прохода. От этого они получают по 10 баллов удовлетворения от перелета. Удаление на каждое кресло от любимого места снижает их радость на 2 балла. При этом они хотят общаться друг с другом: если они сидят через кресло, то их баллы делятся пополам, а если через два кресла – вчетверо.

Подскажите супругам как им лучше сесть в одном полете и в нескольких перелетах так, чтобы в среднем оба остались довольны.

### **12.Решение позиционной игры с противником**

Две компании собираются на деловые переговоры. Первая компания обладает более сильными позициями и может навязывать свои условия, вторая компания вынуждена соглашаться или отказываться, но при этом обе заинтересованы в заключении договора. Первая компания начинает переговоры с миролюбивых или агрессивных позиций.

Если вторая компания сразу соглашается на миролюбивые условия, то прибыль по договору делится в пропорциях 60/40. Если она отказывается, первая компания вновь выдвигает аргументы. Если вторая компания соглашается со вторым миролюбивым аргументом, то прибыль делится в пропорциях 50/50. Если же она принимает агрессивные условия, то прибыль делится 80/20. Во всех остальных случаях считается, что компании не договорились и их прибыль можно считать 0/0. Если же вторая компания сразу соглашается на первые агрессивные условия, то прибыль делится в пропорции 80/20. В случае отказа первая компания выдвигает

примирительные условиями 70/30, либо настаивает на агрессивных условиях 90/10. В случаях несогласия второй компании договор считается незаключенным – прибыль 0/0.

Найдите оптимальную модель поведения обеих компаний с учетом того, что вторая компания не согласится на заключение договора с долей прибыли меньше 20%.

### **13. Решение позиционной игры с природой**

Вы думаете о создании новой компании, предлагающей услуги по доступу в Интернет. С вероятностью 60% спрос в первый год будет высоким. Если так и произойдет, то с вероятностью 80% спрос останется высоким навсегда. Если спрос в первый год окажется низким, то с вероятностью 60% он будет низким и впредь.

При высоком спросе доход прогнозируется на уровне 900 тыс. долл. в год; при низком спросе – 700 тыс. долл. Вы можете прикрыть вашу службу в любой момент, но, конечно, в этом случае доход будет нулевым. Издержки, помимо связанных с компьютерной поддержкой и телекоммуникациями, прогнозируются в размере 500 тыс. долл. в год вне зависимости от спроса. Эти затраты тоже могут быть прекращены в любой момент.

В налаживании компьютерной поддержки и телекоммуникаций вы располагаете выбором. Один из вариантов – закупить компьютеры и программное обеспечение и создать на их основе собственную сетевую систему. Это потребует только первоначальных затрат в размере 2 млн долл. без каких-либо дальнейших расходов. Срок службы системы составит 10 лет, по истечении которых она не будет иметь никакой остаточной стоимости. В конце первого года у вас будет возможность продать компанию за 1,5 млн долл. Альтернативный вариант – по мере необходимости арендовать компьютерные и телекоммуникационные услуги у специализированной фирмы. В качестве платы за услуги с вас будут взимать 40% вашего дохода. Альтернативные издержки привлечения капитала равны 10%. Какой выбор является наилучшим и почему?

*Критерии бальной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных и машинного обучения*



## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».

### Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, знаний и умений

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения ( умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
Способность использовать прикладное программное обеспечение при решении профессиональных задач (УК-4)	1.Использует основные методы и средства получения, представления, хранения и обработки данных.	<u><b>Знать</b></u> основные методы получения, представления, хранения и обработки данных.  <u><b>Уметь</b></u> применять основные методы получения, представления, хранения и обработки данных на практике.	Методом наименьших квадратов вычислить коэффициенты $a$ и $b$ линейной регрессии $y = ax + b$ .  Найти решение многокритериальной задачи оптимизации методом контрольных показателей.
	2.Демонстрирует владение профессиональными пакетами прикладных программ.	<u><b>Знать</b></u> перечень и функции основных пакетов прикладных программ.  <u><b>Уметь</b></u> решать практические задачи с помощью основных пакетов прикладных программ.	Найти оптимальные смешанные стратегии игрока А и цену игры путем сведения антагонистической игры к задаче линейного программирования.  В игре с природой найти оптимальные чистые стратегии в условиях неопределенности по критериям пессимизма, оптимизма, Вальда

	3.Выбирает необходимо прикладное программное обеспечение в зависимости от решаемой задачи.	<p><b><u>Знать</u></b> перечень и функции необходимого прикладного ПО.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> выбирает необходимо прикладное ПО в зависимости от решаемой задачи.</p>	<p>В антагонистической игре найти чистые стратегии игроков А и В используя принципы «минимакса» и «максимина».</p> <p>Записать верхнюю и нижнюю цену игры</p> <p>При проведении экспертной оценки была получена следующая таблица баллов. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение, построить доверительный интервал <math>\pm 1\sigma</math> для варианта с наилучшим средним баллом</p>
	4.Использует прикладное программное обеспечение для решения конкретных прикладных задач.	<p><b><u>Знать</u></b> алгоритмы решения прикладных задач</p> <p><b><u>Уметь</u></b> реализовать алгоритмы решения прикладных задач на прикладном ПО.</p>	<p>Провести линейную свертку критериев <math>x_1, x_2, \dots, x_N</math> с весовыми коэффициентами <math>\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N</math>. Найти оптимальное решение.</p> <p>Построить средствами MS Excel уравнение полиномиальной регрессии 2 степени и записать его.</p>
Способность осуществлять поиск, критически анализировать, обобщать и систематизировать информацию, использовать системный подход для решения поставленных задач	1.Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации.	<b><u>Знать</u></b> состав и структуру требуемых данных и информации.	Рассчитать отклонения статистических данных от восстановленных значений по известному уравнению регрессии, найти дисперсию и среднеквадратическое отклонение (СКО).

(УК-10)		<u><b>Уметь</b></u> грамотно реализовать процессы их сбора, обработки и интерпретации.	При проведении экспертной оценки была получена следующая таблица баллов. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, построить доверительный интервал $\pm 1\sigma$ для варианта с наилучшим средним баллом
	2.Обосновывает сущность происходящего, выявляет закономерности, понимает природу вариабельности.	<u><b>Знать</b></u> природу вариабельности.  <u><b>Уметь</b></u> обосновывать сущность происходящего, выявить закономерности.	В антагонистической игре найти чистые стратегии игроков А и В используя принципы «минимакса» и «максимина». Записать верхнюю и нижнюю цену игры.  В биматричной игре найти равновесие по Нэшу в смешанных стратегиях путем сведения к задаче нелинейного программирования и цену игры игроков А и В.
	3.Формулирует признак классификации, выделяет соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицирует общие свойства элементов этих групп, оценивает полноту результатов классификации, показывает прикладное назначение	<u><b>Знать</b></u> признаки классификации  <u><b>Уметь</b></u> выделять соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицировать общие свойства элементов этих групп, оценивать полноту результатов классификации,	Найти оптимальные последовательности ходов игроков А и В в позиционной игре с помощью алгоритма Куна  Определить расстояние Кемени между матрицами бинарных отношений.

	классификационных групп.	показывать прикладное назначение классификационных групп	
	4.Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.	<b><u>Знать</u></b> отличия фактов от мнений, интерпретаций и оценок  <b><u>Уметь</u></b> формировать собственные суждения и оценки, отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок.	Постройте уравнение доверительного интервала $\pm 2\sigma$ для линейной регрессии.  Найти решение многокритериальной задачи оптимизации методом идеальной точки.
	5.Аргументировано и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания.	<b><u>Знать</u></b> основные принципы системного описания  <b><u>Уметь</u></b> представить свою точку зрения посредством и системного описания	В игре с природой найти оптимальные чистые стратегии в условиях неопределенности по критериям пессимизма, оптимизма, Вальда  Найти оптимальные смешанные стратегии игрока А и цену игры путем сведения антагонистической игры к задаче линейного программирования.
Способность к постановке целей и задач исследований, выбору оптимальных путей и методов их Достижения (УК-11)	1.Аргументировано переходит от первоначальной субъективной формулировки проблемы к целостному структурированному описанию проблемной ситуации.	<b><u>Знать</u></b> основы структурного описания проблемной ситуации.  <b><u>Уметь</u></b> переходить от первоначальной формулировки проблемы к структурированному описанию ситуации.	В антагонистической игре найти чистые стратегии игроков А и В используя принципы «минимакса» и «максимина». Записать верхнюю и нижнюю цену игры При проведении экспертной оценки была получена следующая таблица баллов. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение,

			построить доверительный интервал $\pm 1\sigma$ для варианта с наилучшим средним баллом
	2.Обосновывает системную формулировку цели и постановку задачи управления.	<p><b>Знать</b> способы обоснования системной формулировки цели и постановки задач управления.</p> <p><b>Уметь</b> обосновывать системную формулировку цели и постановку задачи управления.</p>	<p>Провести линейную свертку критериев <math>x_1, x_2, \dots, x_N</math> с весовыми коэффициентами <math>\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N</math>. Найти оптимальное решение.</p> <p>Построить средствами MS Excel уравнение полиномиальной регрессии 2 степени и записать его.</p>
	3.Взвешенно и системно подходит к анализу ситуации, формулировки критериев и условий выбора.	<p><b>Знать</b> формулировки критериев и условия выбора.</p> <p><b>Уметь</b> системно подходить к анализу ситуации, формулировке критериев и условиям выбора.</p>	<p>Найти оптимальные смешанные стратегии игрока А и цену игры путем сведения антагонистической игры к задаче линейного программирования.</p> <p>В игре с природой найти оптимальные чистые стратегии в условиях неопределенности по критериям пессимизма, оптимизма, Вальда</p>
	4.Критически переосмысливает свой выбор, сопоставляя с альтернативными подходами. Оценивает последствия принимаемых решений, учитывая неочевидные цепочки «последствия последствий»	<p><b>Знать</b> способы переосмысления сделанного выбора и оценки последствий принимаемых решений.</p> <p><b>Уметь</b> учитывать неочевидные цепочки «последствия последствий» (причины причин) и контурные связи.</p>	<p>Методом наименьших квадратов вычислить коэффициенты <math>a</math> и <math>b</math> линейной регрессии <math>y = ax + b</math>.</p> <p>Найти решение многокритериальной задачи оптимизации методом контрольных показателей.</p>

	(«причины причин») и контурные связи.		
	5.Корректно использует процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза при решении практических задач управления и подготовке аналитических отчетов.	<p><b><u>Знать</u></b> процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> корректно использовать процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза.</p>	<p>Рассчитать отклонения статистических данных от восстановленных значений по известному уравнению регрессии, найти дисперсию и среднеквадратическое отклонение (СКО).</p> <p>При проведении экспертной оценки была получена следующая таблица баллов. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение, построить доверительный интервал <math>\pm 1\sigma</math> для варианта с наилучшим средним баллом</p>
	6.Логично, последовательно и убедительно излагает в отчете цели, задачи, теорию и методологию исследования, результаты и выводы.	<p><b><u>Знать</u></b> способы изложения материалов в отчете.</p> <p><b><u>Уметь</u></b> излагать в отчете цели, задачи, теорию и методологию исследования, результаты и выводы.</p>	<p>Найти оптимальные последовательности ходов игроков А и В в позиционной игре с помощью алгоритма Куна</p> <p>Определить расстояние Кемени между матрицами бинарных отношений.</p>

### *Примерные вопросы для подготовки к зачету*

1. Производственная задача. Симплекс-метод. Решение как ЗЛП.
2. Классическая транспортная задача. Симплекс-метод. Решение как ЗЛП.
3. Задача о назначениях. Симплекс-метод. Решение как ЗЛП.
4. Задача о рюкзаке. Метод Гомори (отсечений). Решение как ЗДП.
5. Задача об оптимальном портфеле. Метод градиента. Решение как ЗНЛП.
6. Задача о кратчайшем пути на графе в алгоритмической постановке. Алгоритм Дейкстры.
7. Задача о кратчайшем пути на графе в математической постановке. Решение как ЗЛП.
8. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ. Решение как комбинаторной ЗДП.
9. Задача о максимальном потоке в сети. Решение как ЗЛП.
10. Понятие о минимальном разрезе в сети. Теорема Форда-Фалкерсона. Оптимизация потока в сети.
11. Задача выравнивания ресурсов проекта. Сетевой график. Критический путь. Решение как ЗЛП.
12. Линейная регрессия, метод наименьших квадратов, доверительные интервалы, прогнозирование с помощью линейной регрессии.
13. Полиномиальная регрессия 2-й и 3-й степени, сведение к линейной регрессии, множественная регрессия.
14. Многокритериальная оптимизация по Парето; метод линейной свертки.
15. Многокритериальная оптимизация методом контрольных показателей; методом идеальной точки.
16. Методы и стадии экспертных оценок, разработка регламента, подбор экспертов.
17. Методы средних баллов и бинарных отношений при проведении экспертных оценок.
18. Методы медианных и средневзвешенных рангов при проведении экспертных оценок.
19. Решение антагонистической игры в чистых и смешанных стратегиях.

20. Решение биматричной игры в чистых и смешанных стратегиях.
21. Решения матричной игры с природой в условиях риска и неопределенности.
22. Решение позиционной игры с противником, сведение и решение как матричной игры.
23. Решение позиционной игры с природой, сведение и решение как матричной игры.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная:**

1. Набатова, Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений : учебник и практикум для вузов / Д. С. Набатова. — Москва : Юрайт, 2022. — 292 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). - ЭБС Юрайт. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/489303>(дата обращения: 24.11.2022). - Текст : электронный.
2. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ЭБС Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404> (дата обращения: 24.11.2022). — Текст : электронный.

### **б) дополнительная:**

3. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. "Организация и управление наукоемкими производствами" и спец. "Менеджмент высоких технологий" / А. И. Орлов. - Москва: Кнорус, 2011. - 568 с. - То же. - 2022. — ЭБС BOOK.ru. - URL: <https://www.book.ru/book/943056> (дата обращения: 24.11.2022). — Текст : электронный.
4. Фомин Г. П. Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности: учебник для бакалавров / Г. П. Фомин; РЭУ им. Г.В. Плеханова



- Москва: Юрайт, 2014. - 462 с. – Текст : непосредственный. - То же. - 2021. - ЭБС Юрайт. - URL: <https://urait.ru/bcode/487904> (дата обращения: 24.11.2022). - Текст : электронный.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Информационно-образовательный портал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации <http://portal.ufrf.ru/>
2. Сайт департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий.
3. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/> (<http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf>)
4. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
7. «Деловая онлайн библиотека» издательства «Альпина Паблишер» <http://lib.alpinadigital.ru/en/library>
8. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
9. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа обучающихся проходит аудиторно и внеаудиторно. Организации самостоятельной работы служит учебно-тематический план изучения дисциплины. В этом плане указана тематика лекций, практических занятий, вопросы и задания для самостоятельного изучения.

Домашние задания следует выполнять регулярно при подготовке к практическим занятиям. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется в ходе практических занятий в процессе выборочного собеседования.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем**

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

Пакет офисных программ;

Антивирус Kaspersky

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Информационно-правовая система «Консультант Плюс»;

Информационно правовая система «Гарант»;

Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>

Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» -  
<http://www.skrin.ru>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации – не предусмотрены.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения практических занятий требуется компьютерный класс с постоянным доступом к сети Интернет.