

**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**

СОГЛАСОВАНО

Директор по развитию бизнеса

ООО «БЦС МСК»

_____ А.В. Мосин

24.11.2022 г.

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
01.03.02 - Прикладная математика и информатика,
ОП «Прикладная математика и информатика»
(Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах)

*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.....	3
4.Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся.....	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	3
5.1. Содержание дисциплины.....	4
5.2. Учебно-тематический план.....	6
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	8
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	23
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	24
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	25
11.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	25
12.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКП-3	Способность составлять прогнозы, готовить рекомендации для принятия финансово-экономических решений	1. Владеет методами прогнозирования, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора методов прогнозирования в зависимости от поставленной задачи. 2. Готовит рекомендации для принятия финансово-экономических решений на основе системного подхода для решения поставленных задач.	Знать основные методы получения, представления, хранения и обработки данных. Уметь применять основные методы получения, представления, хранения и обработки данных на практике. Знать перечень и функции основных пакетов прикладных программ. Уметь решать практические задачи с помощью основных пакетов прикладных программ.
ПКП-6	Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи. 2. Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов. 3. Решает оптимизационные задачи	Знать состав и структуру требуемых данных и информации. Уметь грамотно реализовать процессы их сбора, обработки и интерпретации. Знать природу variability. Уметь обосновывать сущность происходящего, выявить закономерности. Знать признаки классификации

		в различных сферах экономики и финансов	Уметь выделять соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицировать общие свойства элементов этих групп, оценивать полноту результатов классификации, показывать прикладное назначение классификационных групп
--	--	---	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические методы принятия решений» является дисциплиной Профиля Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика, ОП «Прикладная математика и информатика».

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)	5 семестр (в часах)	6 семестр (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	6 з/е, 216 ч.	108 ч.	108 ч.
Контактная работа - Аудиторные занятия	100	50	50
<i>Лекции</i>	32	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	68	34	34
Самостоятельная работа	116	58	58
Вид текущего контроля	Контрольные работы	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет, экзамен	Зачет	Экзамен

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

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Процесс принятия решений.

Теория принятия решений: цель, задачи, структура и содержание. Общая характеристика процесса принятия решений. Классификация задач принятия решений. Понятие математической модели. Основные этапы математического моделирования. Математические методы поддержки принятия решений.

Тема 2. Однокритериальные модели и методы принятия решений.

Общая характеристика процесса принятия решений, участники, этапы, типы поведения. Общий случай математической постановки задачи оптимизации. Линейные модели оптимизации. Целочисленное программирование. Стохастическое программирование. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Нелинейные модели оптимизации. Классификация методов решения однокритериальных задач оптимизации.

Тема 3. Многокритериальные модели и методы принятия решений.

Многокритериальные модели предпочтений. Оптимальность по Парето. Метод идеальной точки. Метод последовательных уступок. Сведение многокритериальных задач к однокритериальным. Методы нормировки локальных критериев. Весовые коэффициенты значимости локальных критериев. Аддитивная свёртка критериев. Мультипликативная свёртка критериев. Функция желательности. Метод справедливого компромисса. Метод равномерного подтягивания. Метод анализа иерархий.

Тема 4. Методы и модели массового обслуживания.

Понятие системы массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Методы исследования СМО. Аналитические модели СМО. Расчёт характеристик замкнутой СМО. Расчёт характеристик разомкнутой СМО. Статистическое исследование СМО.

Тема 5. Методы и модели управления запасами.

Системы регулирования запасов. Задача оптимального управления запасами. Детерминированные модели управления запасами. Модель управления запасами без допущения дефицита. Модель управления запасами с допущением дефицита.

Стохастические модели управления запасами. Обобщённая вероятностная модель с основным запасом.

Тема 6. Парные антагонистические игры. Решение в чистых стратегиях.

Задачи теории игр в экономике. Основные понятия и определения теории игр. Классификация игр. Матрица выигрышей (платежная матрица, матрица игры). Чистые стратегии игроков. Соотношение между матрицами выигрышей игроков А и В в антагонистической игре. Формирование матрицы выигрышей. Максиминный и минимаксный принципы игроков. Показатель эффективности чистой стратегии игрока А и показатель неэффективности чистой стратегии игрока В. Максимин и минимакс. Нижняя и верхняя цена игры в чистых стратегиях. Максиминные и минимаксные стратегии. Решение матричных игр с седловой точкой. Устойчивые и неустойчивые ситуации. Ситуации, удовлетворительные для игроков. Равновесная ситуация. Седловая точка игры (функции игры). Седловая точка матрицы игры. Свойства равнозначности и взаимозаменяемости седловых точек. Цена игры в чистых стратегиях. Оптимальные стратегии. Полное и частное решение игры в чистых стратегиях. Соотношения между множествами оптимальных и максиминных (минимаксных) стратегий.

Тема 7. Решение игр в смешанных стратегиях

Смешанные стратегии. Определение. Геометрическая интерпретация множества смешанных стратегий. Определение функции выигрыша в смешанных стратегиях и 9 формулы ее представления. Показатель эффективности смешанной стратегии игрока А. Показатель неэффективности смешанной стратегии игрока В. Нижняя и верхняя цена игры в смешанных стратегиях. Решение игры в смешанных стратегиях. Цена игры в смешанных стратегиях. Оптимальные смешанные стратегии. Полное и частное решение игры в смешанных стратегиях. Основная теорема теории игр Дж. Фон Неймана. Критерии и свойства оптимальных стратегий. Геометрическая интерпретация множества оптимальных стратегий. Активные стратегии. Редуцирование игр. Принцип доминирования. Разбиение матрицы игры на подматрицы со специальным свойством. Изоморфные и аффинные преобразования игр. Аналитическое и геометрическое решение игр 2×2 , $2 \times n$, $m \times 2$. Решение игры $m \times n$ методом Шепли-Сноу. Решение игры

m× n приближенным методом Брауна-Робинсон. Взаимно двойственные задачи линейного программирования. Приведение антагонистической игры к паре взаимно двойственных стандартных задач линейного программирования.

Тема 8. Игры с природой

Математическая модель игры с природой. Показатель благоприятности состояния природы. Риск игрока, принимающего решение. Матрица рисков. Принятие решений в условиях риска. Критерии Байеса и Лапласа относительно выигрышей и относительно рисков. Ситуации для чистых и смешанных стратегий. Критерий относительных значений вероятностей состояний природы с учетом выигрышей и с учетом рисков. Принятие решений в условиях неопределенности. Обобщенный критерий пессимизма-оптимизма Гурвица относительно выигрышей. Показатели пессимизма и оптимизма лица, принимающего решение. Формализованный выбор коэффициентов обобщенного критерия Гурвица относительно выигрышей. Критерий Вальда. Максимальный критерий. Критерий Гурвица относительно выигрышей. 10 Критерий Вальда, максимальный критерий и критерий Гурвица относительно выигрышей для выбора оптимальных смешанных стратегий. Обобщенный критерий пессимизма-оптимизма Гурвица относительно рисков. Формализованный выбор коэффициентов обобщенного критерия Гурвица относительно рисков. Критерий Сэвиджа. Миниминный критерий. Критерий Гурвица относительно рисков. Критерий Сэвиджа, миниминный критерий и критерий Гурвица относительно рисков для выбора оптимальных смешанных стратегий.

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	Процесс принятия решений	10	4	2	2	6	Самостоятельн ые работы.

2	Однокритериальные модели и методы принятия решений	38	18	6	12	20	Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям. Самостоятельные работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям.
3	Многокритериальные модели и методы принятия решений	26	12	4	8	14	
4	Методы и модели массового обслуживания	18	8	2	6	10	
5	Методы и модели управления запасами	18	8	2	6	10	
6	Парные антагонистические игры. Решение в чистых стратегиях	38	18	6	12	20	
7	Решение игр в смешанных стратегиях	30	14	4	10	16	
8	Игры с природой	38	18	6	12	20	Согласно учебному плану: контрольные работы
	В целом по дисциплине	216	100	32	68	116	
	Итого в %		46	32	68	54	

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
Процесс принятия решений	Основные этапы формализации задачи принятия решения. Переменные и параметры задачи. Критерии оптимальности. Модель оптимизации плана производства предприятия. Модель оптимизации программы кредитования коммерческого банка. Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;
Однокритериальные модели и методы принятия решений	Модель формирования оптимальной инвестиционной программы при заданных бюджете и программе производства. Статическая модель синхронного инвестиционного инвестиционно-финансового планирования. Одноступенчатая динамическая модель оптимизации принятия решений при синхронном инвестиционно-финансовом планировании.	устный опрос; проверка практических заданий;

	Многоступенчатая динамическая модель оптимизации принятия решений при синхронном инвестиционно-финансовом планировании. Принцип оптимальности Беллмана. Задача о распределении инвестиций. Задача выбора стратегии обновления оборудования. Задача выбора пути в транспортной сети. Задача о ранце. Рекомендуемые источники: 1 - 4.	
Многокритериальные модели и методы принятия решений	Виды сверток критериев. Связь с оптимальностью по Парето. Метод последовательных уступок и лексикография. Метод идеальной точки. Метод приоритетов. Перевод в ограничения. Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;
Методы и модели массового обслуживания	Финальные вероятности состояний. Схема Гибели и размножения. Формула Литтла. Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;
Методы и модели управления запасами	Задача нахождения наиболее экономичного объема партии и интервала между поставками. Формула Уилсона. Исследование чувствительности затрат к изменению объема партии. Задача нахождения наиболее экономичного объема партии и максимального уровня запаса. Плотность убытков. Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;
Парные антагонистические игры. Решение в чистых стратегиях	Задачи принятия решения. Парные антагонистические игры: основные понятия и определения. Матрица выигрышей. Максиминный и минимаксный принципы игроков. Матричные игры с седловой точкой. Решение игры в смешанных стратегиях. Редуцирование игр. Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;
Решение игр в смешанных стратегиях	Аналитическое и геометрическое решение игр 2×2 Точные и приближенные методы решения игр $m \times n$ (метод Шепли-Сноу и Брауна-Робинсон). Взаимосвязь матричных игр и линейного программирования Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;
Игры с природой	Основные понятия игры с природой. Принятие решений в условиях риска Принятие решений в условиях неопределенности Рекомендуемые источники: 1 - 4.	устный опрос; проверка практических заданий;

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
Процесс принятия решений	Математические методы поддержки принятия решений.	Работа с учебной и научной литературой. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе.
Однокритериальные модели и методы принятия решений	Классификация методов решения однокритериальных задач оптимизации.	Работа с учебной и научной литературой. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе.
Многокритериальные модели и методы принятия решений	Методы нормировки локальных критериев.	Работа с учебной и научной литературой. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе.
Методы и модели массового обслуживания	Статистическое исследование СМО.	Работа с учебной и научной литературой. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе.
Методы и модели управления запасами	Обобщённая вероятностная модель с основным запасом.	Работа с учебной и научной литературой. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе.
Парные анта-гонистические игры. Решение в чистых стратегиях	Анализ прототипных задач: «Дилемма узников», «Борьба за рынки»	Выборочные короткие доклады по результатам самостоятельной работы.
Решение игр в смешанных стратегиях	Теоретическая основа метода Брауна-Робинсон Пример использования разработанной программы, решение задачи недружественного поглощения двух компаний и анализ выходных данных Код, реализующий алгоритм Брауна-Робинсон в Python	Решение задач с проверкой на семинарах

Игры с природой	Принятие решений в условиях риска, основанное на том, что каждой ситуации развития событий может быть задана вероятность его осуществления. Построение в процессе обоснования рискованных решений называемой «матрицы решений».	Выборочные короткие доклады по результатам самостоятельной работы.
-----------------	--	--

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

Примерный перечень вопросов для контрольной работы в 5 семестре

- 1) Виды сверток критериев.
- 2) Метод последовательных уступок и лексикография.
- 3) Метод идеальной точки.
- 4) Метод приоритетов.
- 5) Перевод в ограничения.
- 6) Задача нахождения наиболее экономичного объема партии и интервала между поставками.
- 7) Формула Уилсона.
- 8) Задача нахождения наиболее экономичного объема партии и максимального уровня запаса. Плотность убытков.

Примерные задания контрольной работы в 5 семестре

Задача 1

Найти множество оптимальных по Парето стратегий и компромиссное решение методом идеальной точки.

$$f_1 = 4x_1 + x_2 \rightarrow \max, \quad f_2 = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max, \quad x_1 + x_2 \leq 9, \quad x_1 \leq 5, \quad x_2 \leq 7, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

Задача 2

В вычислительный центр коллективного пользования с четырьмя ЭВМ поступают заказы от предприятий на вычислительные работы. Если работают все четыре ЭВМ, то вновь поступающий заказ не принимается, и предприятие вынуждено обратиться в другой вычислительный центр. Среднее время работы с одним заказом составляет 3 ч. Интенсивность потока заявок 0,25 (1/ч). Найти

финальные вероятности состояний и показатели эффективности работы вычислительного центра.

Задача 3

Потребность сборочного предприятия составляет 200 деталей в день. Хранение детали на складе стоит 1,2 руб. в сутки, а поставка одной партии деталей 80000 руб., штраф за дефицит составляет 0,2 руб. в сутки. Определить плотность убытков ρ и период дефицита в процентах, наиболее экономичный объем партии $\tilde{n}_0$ и интервал между поставками $\tilde{T}_0$.

Примерный перечень вопросов для контрольной работы в 6 семестре

1. Выигрыш-функция и матрица выигрышей.
2. Чистые стратегии игроков.
3. Нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях.
4. Выигрыш-функция и матрица выигрышей.
5. Теорема о сведении решения пары взаимно двойственных задач линейного программирования к решению симметричной матричной игры.
6. Критерий Байеса оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно рисков.
7. Критерий Лапласа оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно рисков.
8. Максимумный критерий (крайнего оптимизма) оптимальности чистых и смешанных стратегий.

Примерные задания контрольной работы в 6 семестре

Задача 1

Производственный холдинг планирует открыть дочернее предприятие за рубежом. Руководство холдинга заинтересовано в минимизации стоимости кредитов, X_1 , и затрат на регистрацию собственности, X_2 . Отберите 5 лучших стран, используя функции желательности.

Задача 2

Директор лицея, обучение в котором осуществляется на платной основе, решает, следует ли расширять здание лицея на 220 мест, на 70 мест или не проводить строительных работ вообще. Если население небольшого города, в котором организован платный лицей, будет расти, то большая реконструкция могла бы приносить прибыль 310 д. е. в год, незначительное расширение учебных помещений могло бы приносить 110 д. е. прибыли. Если население города увеличиваться не будет, то крупное расширение приведёт к убыткам в размере 145 д. е., а малое – в размере 58 д. е. Государственная статистическая служба предоставила информацию об изменении численности населения: вероятность роста численности населения составляет 0.7; вероятность того, что численность населения останется неизменной или будет уменьшаться, равна 0.3. Определите лучшее решение, используя критерий Байеса.

Задача 3

В сети с обратным распространением ошибок в качестве функции активности используется двухполюсная сигмоида:

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-x}} - 1.$$

Предложите правило коррекции ошибок для выходных и скрытых элементов.

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 составлять прогнозы, готовить рекомендации для принятия финансово-экономических решений ПКП-3	2. Владеет методами прогнозирования, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора методов прогнозирования в зависимости от поставленной задачи. 2. Готовит рекомендации для принятия финансово-экономических решений на основе системного подхода для решения поставленных задач.	Знать основные методы получения, представления, хранения и обработки данных. Уметь применять основные методы получения, представления, хранения и обработки данных на практике. Знать перечень и функции основных пакетов прикладных программ. Уметь решать практические задачи с помощью основных пакетов прикладных программ.	Методом наименьших квадратов вычислить коэффициенты a и b линейной регрессии $y = ax + b$. Найти решение многокритериальной задачи оптимизации методом контрольных показателей. 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
Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов ПКП-6	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в	Знать состав и структуру требуемых данных и информации.	В антагонистической игре найти чистые стратегии игроков А и В используя принципы «минимакса» и «максимина». Записать верхнюю и нижнюю цену игры

	зависимости от поставленной задачи. 2. Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов. 3. Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	Уметь грамотно реализовать процессы их сбора, обработки и интерпретации. Знать природу вариабельности. Уметь обосновывать сущность происходящего, выявить закономерности. Знать признаки классификации Уметь выделять соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицировать общие свойства	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 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. Найти оптимальные последовательности ходов игроков А и В в позиционной игре с помощью алгоритма Куна Определить расстояние Кемени между матрицами бинарных отношений
--	---	---	--

		элементов этих групп, оценивать полноту результатов классификации, показывать прикладное назначение классификационных групп	
--	--	---	--

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Общая характеристика процесса принятия решений, участники, этапы, типы поведения.
2. Общий случай математической постановки задачи оптимизации.
3. Линейные модели оптимизации.
4. Целочисленное программирование.
5. Стохастическое программирование.
6. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана.
7. Нелинейные модели оптимизации. Метод Лагранжа.
8. Классификация методов решения однокритериальных задач оптимизации.
9. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Методы свертки критериев. Весовые коэффициенты значимости локальных критериев.
10. Доминирование и оптимальность по Парето. Пример Парето-оптимального множества. Теорема Гермейера.
11. Методы решения задач многокритериальной оптимизации. Метод идеальной точки.
12. Методы нормировки локальных критериев. Функции желательности.
13. Методы решения задач многокритериальной оптимизации. Метод последовательных уступок.
14. Методы решения задач многокритериальной оптимизации. Метод справедливого компромисса.
15. Методы решения задач многокритериальной оптимизации. Метод равномерного подтягивания.
16. Метод анализа иерархий.

- 17.Измерение как построение числовой модели признака.
- 18.Шкала и основные типы шкал.
- 19.Парные сравнения. Множественные сравнения.
- 20.Последовательные сравнение (метод Черчмена-Акоффа).
- 21.Метод Дельфи.
- 22.Понятие игры с природой. Матрица игры с природой. Критерии оптимальности в условиях полной неопределённости.
- 23.Обобщённый критерий Гурвица.
- 24.Критерии оптимальности в условиях вероятностной неопределённости.
- 25.Понятие теоретико-игровой модели. Классификация игр.
- 26.Доминирование стратегий.
- 27.Модели управления запасами. Основные понятия. Уравнение запаса.
- 28.Модели управления запасами. Детерминированный случай без дефицита. Нахождения наиболее экономичного объема партии и интервала между поставками.
- 29.Модели управления запасами. Детерминированный случай без дефицита. Исследование чувствительности затрат к изменению объема партии
- 30.Модели управления запасами. Детерминированный случай с дефицитом. Нахождения наиболее экономичного объема партии и максимального уровня запаса. Плотность убытков.
- 31.Марковские случайные процессы. Граф состояний системы.
- 32.Потоки событий. Основные понятия. Поток Пальма.
- 33.Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Финальные вероятности.
- 34.Задачи теории массового обслуживания. Классификация СМО.
- 35.Схема гибели и размножения.
- 36.Формула Литтла.
- 37.n-канальная СМО с отказами (задача Эрланга). Характеристики ее эффективности.

38.Одноканальная СМО с неограниченной очередью. Характеристики ее эффективности.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятие о многокритериальной оптимизации.
2. Выигрыш-функция и матрица выигрышей. Чистые стратегии игроков. Соотношение между матрицами выигрышей игроков A и B в парной антагонистической игре с нулевой суммой выигрышей.
3. Максиминный и минимаксный принципы игроков. Показатели эффективности и неэффективности чистых стратегий игроков. Максимин и минимакс игры. Максиминные и минимаксные стратегии.
4. Нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях. Теорема о соотношениях между выигрышами игрока A , показателями эффективности и неэффективности стратегий, нижней и верхней ценами игры.
5. Понятие о многокритериальной оптимизации.
6. Задачи теории игр в экономике, финансах и бизнесе.
7. Основные понятия и определения теории антагонистических игр.
8. Выигрыш-функция и матрица выигрышей. Чистые стратегии игроков. Соотношение между матрицами выигрышей игроков A и B в парной антагонистической игре с нулевой суммой выигрышей.
9. Максиминный и минимаксный принципы игроков. Показатели эффективности и неэффективности чистых стратегий игроков. Максимин и минимакс игры. Максиминные и минимаксные стратегии.
10. Нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях. Теорема о соотношениях между выигрышами игрока A , показателями эффективности и неэффективности стратегий, нижней и верхней ценами игры.
11. Теорема о сведении решения матричной игры к решению пары двойственных друг другу стандартных задач линейного программирования.

12. Определение и теорема о симметричной матричной игре.
13. Теорема о сведении решения пары взаимно двойственных задач линейного программирования к решению симметричной матричной игры.
14. Игры с природой. Показатель благоприятности состояния природы. Риск игрока, принимающего решение. Матрица рисков. Принятие решений в условиях риска и неопределенности.
15. Критерий Байеса оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно выигрышей.
16. Критерий Байеса оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно рисков.
17. Теорема об эквивалентности критериев Байеса относительно выигрышей и относительно рисков.
18. Критерий Лапласа оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно выигрышей.
19. Критерий Лапласа оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно рисков. Эквивалентность критериев Лапласа относительно выигрышей и относительно рисков.
20. Критерий относительных значений вероятностей состояний природы с учетом выигрышей.
21. Критерий относительных значений вероятностей состояний природы с учетом рисков.
22. Критерий (крайнего пессимизма) Вальда оптимальности чистых и смешанных стратегий.
23. Максимальный критерий (крайнего оптимизма) оптимальности чистых и смешанных стратегий.
24. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно выигрышей

25. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно выигрышей.
26. Обобщенный критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно выигрышей.
27. Определение показателей оптимизма и пессимизма игрока, принимающего решение по Обобщенному критерию Гурвица относительно выигрышей.
28. Учет выигрышей по Обобщенному критерию Гурвица крайним пессимистом, крайним оптимистом и нейтралом.
29. Формализованный выбор коэффициентов обобщенного критерия Гурвица относительно выигрышей.
30. Критерий Сэвиджа.
31. Миниминный критерий.
32. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно рисков.
33. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно рисков.
34. Обобщенный критерий Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно рисков.
35. Обобщенный критерий Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно рисков.
36. Понятие планирования эксперимента в играх с природой. Идеальный эксперимент и теорема об условии целесообразности его проведения.
37. Не идеальный эксперимент и теорема об условии целесообразности его проведения.
38. Понятие о бескоалиционных (неантагонистических) играх.
39. Оптимальность по Парето.
40. Равновесие по Нэшу.

41. Понятие о кооперативных играх.

Понятие о многокритериальной оптимизации.

42. Выигрыш-функция и матрица выигрышей. Чистые стратегии игроков.

Соотношение между матрицами выигрышей игроков A и B в парной антагонистической игре с нулевой суммой выигрышей.

43. Максиминный и минимаксный принципы игроков. Показатели эффективности и неэффективности чистых стратегий игроков. Максимин и минимакс игры.

Максиминные и минимаксные стратегии.

44. Нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях. Теорема о соотношениях между выигрышами игрока A , показателями эффективности и неэффективности стратегий, нижней и верхней ценами игры.

45. Понятие о многокритериальной оптимизации.

46. Задачи теории игр в экономике, финансах и бизнесе.

47. Основные понятия и определения теории антагонистических игр.

48. Выигрыш-функция и матрица выигрышей. Чистые стратегии игроков.

Соотношение между матрицами выигрышей игроков A и B в парной антагонистической игре с нулевой суммой выигрышей.

49. Максиминный и минимаксный принципы игроков. Показатели эффективности и неэффективности чистых стратегий игроков. Максимин и минимакс игры.

Максиминные и минимаксные стратегии.

50. Нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях. Теорема о соотношениях между выигрышами игрока A , показателями эффективности и неэффективности стратегий, нижней и верхней ценами игры.

51. Теорема о сведении решения матричной игры к решению пары двойственных друг другу стандартных задач линейного программирования.

52. Определение и теорема о симметричной матричной игре.

53. Теорема о сведении решения пары взаимно двойственных задач линейного программирования к решению симметричной матричной игры.

54. Игры с природой. Показатель благоприятности состояния природы. Риск игрока, принимающего решение. Матрица рисков. Принятие решений в условиях риска и неопределенности.
55. Критерий Байеса оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно выигрышей.
56. Критерий Байеса оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно рисков.
57. Теорема об эквивалентности критериев Байеса относительно выигрышей и относительно рисков.
58. Критерий Лапласа оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно выигрышей.
59. Критерий Лапласа оптимальности чистых и смешанных стратегий относительно рисков. Эквивалентность критериев Лапласа относительно выигрышей и относительно рисков.
60. Критерий относительных значений вероятностей состояний природы с учетом выигрышей.
61. Критерий относительных значений вероятностей состояний природы с учетом рисков.
62. Критерий (крайнего пессимизма) Вальда оптимальности чистых и смешанных стратегий.
63. Максимумный критерий (крайнего оптимизма) оптимальности чистых и смешанных стратегий.
64. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно выигрышей
65. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно выигрышей.
66. Обобщенный критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно выигрышей.

67. Определение показателей оптимизма и пессимизма игрока, принимающего решение по Обобщенному критерию Гурвица относительно выигрышей.
68. Учет выигрышей по Обобщенному критерию Гурвица крайним пессимистом, крайним оптимистом и нейтралом.
69. Формализованный выбор коэффициентов обобщенного критерия Гурвица относительно выигрышей.
70. Критерий Сэвиджа.
71. Миниминный критерий.
72. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно рисков.
73. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно рисков.
74. Обобщенный критерий Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно рисков.
75. Обобщенный критерий Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно рисков.

Пример экзаменационного билета

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования**

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

Департамент анализа данных и машинного обучения

Дисциплина Математические методы принятия решений

Факультет информационных технологий и анализа больших данных Форма обучения очная

Направление Прикладная математика и информатика

Направленность Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах

Учебный 20__/20__ год

__ семестр

1. Метод анализа иерархий. (10 баллов)
2. Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибок. (10 баллов)
3. Найти оптимальное решение двухкритериальной задачи методом последовательных уступок, если уступка по критерию f_1 составляет 20%.

$$f_1 = 4x_1 + x_2 \rightarrow \max, f_2 = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max,$$

$$x_1 + x_2 \leq 9, x_1 \leq 5, x_2 \leq 7, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

(10 баллов)

4. Найти оптимальное решение в условиях неопределенности, используя критерий

Вальда. Платежная матрица имеет вид $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 6 & 2 & 0 \\ 4 & 1 & -3 \end{pmatrix}$. (5 баллов)

5. Имеется два инвестиционных инструмента с математическими ожиданиями доходности, соответственно, 4 и 6, ковариационной матрицей $\sigma_{11} = 2, \sigma_{12} = \sigma_{21} = -2, \sigma_{22} = 8$. Найти оптимальный состав портфеля (точность – сотые доли), используя линейную свертку критериев эффективности и риска портфеля, если коэффициент риска равен 1. (10 баллов)

6. Планируется работа трех предприятий на 1 год. Начальные средства равны $s_0 = 4$ тыс. у.е., а вложения кратны 1 тыс. у.е. При этом x тыс. у.е., вложенные в k -е предприятие в начале года, дают в конце года прибыль $f_k(x)$, где функции $f_k(x)$ заданы таблицей

x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
1	5	4	3
2	10	11	9
3	15	14	16
4	20	21	19

Методом динамического программирования определить

оптимальный план распределения средств и найти максимальную прибыль. (15 баллов)

Подготовил:

_____(ФИО)

Утверждаю:

Заместитель руководителя

ФИО Дата

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.