

**ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

(Финансовый университет)

Курский филиал федерального государственного образовательного бюджетного
учреждения высшего образования

Кафедра «Менеджмента и информационных технологий»

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

_____ А.Е. Ильин
« 28 » 02 _____ 20 23 г.



Рабочая программа дисциплины

Математические методы принятия решений

Направление подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика»

Профиль «ИТ-менеджмент в бизнесе»

Год утверждения программы: 2023

*Рекомендовано Ученым советом
Курского филиала Финансового университета
(протокол № 60 от «28» февраля 2023 г.)*

*Одобрено кафедрой «Менеджмент и информационные технологии»
(наименование кафедры)
(протокол № 25 от «27» июня 2023 г.)*

Курск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами обучения по дисциплине	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
4. Объем дисциплины в зачетных единицах в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	7
5.1. Содержание дисциплины	7
5.2. Учебно-тематический план	9
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	14
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	14
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	16
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	16
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	28
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	28
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	29
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	29

12.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по	
дисциплине	29

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 ¹	Результаты обучения (владения ² , умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
-----------------	--------------------------	--	---

УК-4	Способность использовать прикладное программное обеспечение при решении профессиональных задач	1. Использует основные методы и средства получения, представления, хранения и обработки данных. 2. Демонстрирует владение профессиональными пакетами прикладных программ. 3. Выбирает необходимо прикладное программное обеспечение в зависимости от решаемой задачи. 4. Использует прикладное программное обеспечение для решения	<u>Знать</u> основные методы получения, представления, хранения и обработки данных. <u>Уметь</u> применять основные методы получения, представления, хранения и обработки данных на практике. <u>Знать</u> перечень и функции основных пакетов прикладных программ. <u>Уметь</u> решать практические задачи с помощью основных пакетов прикладных программ. <u>Знать</u> перечень и функции необходимого прикладного ПО. <u>Уметь</u> выбирать необходимо прикладное ПО в зависимости от решаемой задачи. <u>Знать</u> алгоритмы решения прикладных задач <u>Уметь</u> реализовать алгоритмы решения
------	--	--	--

1 Заполняется при реализации актуализированных ОСВОФУ и ФГОСВОЗ++

2 Владения формулируются только при реализации ОСВОФУ первого поколения и ФГОСВОЗ+

		конкретных прикладных задач.	прикладных задач на прикладном ПО.
У К - 1 0	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. 2. Обосновывает сущность происходящего, выявляет закономерности, понимает природу вариабельности. 3. Формулирует признаки классификации, выделяет соответствующие ему группы однородных «объектов», идентифицирует общие свойства элементов этих групп, оценивает полноту результатов классификации, показывает 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. 5. Аргументировано и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания.	Знать состав и структуру требуемых данных и информации. 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 элементов этих групп, оценивать полноту результатов классификации, показывать прикладное назначение классификационных групп Знать отличия фактов от мнений, интерпретаций и оценок Уметь формировать собственные суждения и оценки, отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок. Знать основные принципы системного описания Уметь представить свою точку зрения посредством описания системного описания
У К - 1 1	Способность к	1. Аргументировано	Знать основы структурного

	постановке целей и задач исследований, выбору оптимальных путей	переходит от первоначальной субъективной формулировки проблемы к целостному	описания проблемной ситуации. Уметь переходить от первоначальной формулировки проблемы к
--	--	--	---

и метод ов их дос ти жен ия	структурированному описанию проблемной ситуации. 2. Обосновывает системную формулировку цели и постановку задачи управления. 3. Взвешенно и системно подходит к анализу ситуации, формулировке критериев и условий выбора. 4. Критически переосмысливает свой выбор, сопоставляя альтернативными подходами. Оценивает последствия принимаемых решений, учитывая неочевидные цепочки «последствия последствий» («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. 6. Логично, последовательно и убедительно излагает в отчете цели, задачи, теорию и методологию исследования, результаты и выводы.	структурированному описанию ситуации. Знать способы обоснования системной формулировки цели и постановки задачи управления. Уметь обосновывать системную формулировку цели и постановку задачи управления. Знать формулировки критериев и условия выбора. Уметь системно подходить к анализу ситуации, формулировке критериев и условиям выбора. Знать способы переосмысления сделанного выбора и оценки последствий принимаемых решений. Уметь учитывать неочевидные цепочки «последствия последствий» («причины причин») и контурные связи. Знать процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза. Уметь корректно использовать процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза. Знать способы изложения материалов в отчете. Уметь излагать в отчете цели, задачи, теорию и методологию исследования, результаты и выводы.
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательных программ

Дисциплина «Математические методы принятия решений» относится к Модулю математики и информатики (информационный модуль), направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика», профиль «ИТ-менеджмент в бизнесе».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентов математического анализа, методов оптимизации и программирования, умения применять математический аппарат при выборе метода решения задачи. Дисциплина служит основой для выполнения выпускных и исследовательских работ.

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Вид текущего контроля – расчетно-аналитическая работа.

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е часах)	4 семестр (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	5 з/е, 180 ч	180
<i>Контактная работа - Аудиторные занятия</i>	50	50
<i>Лекции</i>	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	34	34
<i>Самостоятельная работа</i>	130	130
Вид текущего контроля	Расчетно-аналитическая работа	Расчетно-аналитическая работа
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

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 этапов построения математической

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

2. 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.

3. 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.

4. 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 ко двукритериальной задаче методом линейной свертки. Метод идеальной точки. Метод контрольных показателей. Сравнение результатов оптимизации различными методами.

5. 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 средних взвешенных рангов с учетом компетентности экспертов. Понятие расстояния до медианы Кемени. Метод бинарных отношений. Сравнение результатов, полученных различными методами.

6. 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.

ия.Прямаяиобратныезадачи.Биматричныеигры.Дилеммазаключенного.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.

7. Игры природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)

Понятие природы в теории игр. Принятие решений в условиях риска. Запись матричной игры 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 риска и критерий Сэвиджа («минимакс»).

8. 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 (антагонистическими и биматричным). Позиционные игры природой. Построение дерева игры природой. Сворачивание дерева для нахождения оптимальной стратегии. Сведение к матричным играм (с природой).

5.2. Учебно-тематический план

№ п / п	Наименование тем(разделов)дисциплины	Трудоёмкостьвчасах						Формытекущегоконтроляуспеваемости
		Всего	Аудиторнаяработа				Самостоятельная работа	
			Общая, в т.ч.::	Лекции	Семинары, практическиезанятия	Занятия в интерактивных формах		
1	Линейное программирование(принятие решений вусловиях полнойинформации)	52	6	2	4	4	46	Самостоятельные работы.Участие в решениизадач напрактически хзанятиях. Собеседования

2	Теория графов (сетевые модели принятия решений)	5 2	6	2	4	4	46	по
3	Регрессионный анализ (прогнозирование при принятии решений)	1 2	6	2	4	4	6	
4	Многокритериальная оптимизация (принятие решений при множестве альтернатив)	1 2	6	2	4	4	6	
5	Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)	1 2	6	2	4	4	6	домашним заданием.
6	Матричные игры (принятие решений в условиях противодействия)	1 2	6	2	4	4	6	
7	Игры с природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)	1 2	6	2	4	4	6	
8	Позиционные игры (пошаговое принятие решений в условиях противодействия)	1 6	8	2	6	6	8	
	В целом по дисциплине	1 8 0	5 0	1 6	34	34	130	Расчетно-аналитическая работа
	Итого %					68%		

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем(разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники и из разделов 8,9(указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Линейное программирование(принятие решений в условиях полной информации)	1. Выбрать предметную область для построения производственной задачи (изготовление нескольких товаров из материалов и комплектующих). 2. Задать значения расхода материалов на единицу продукции, запас материалов на складе, спрос на рынке и себестоимость товара. 3. Построить модель задачи линейного программирования: задать целевую функцию и ограничения, определить искомые переменные. Размерность задачи должна отличаться от примера преподавателя. 4. Найти оптимальные значения искомых переменных x_i с помощью модуля «Поиск решения» в MS Excel или на любом языке программирования. 5. Дать словесную интерпретацию полученных результатов. Рекомендуемые источники: раздел 8[1],[2]	Интерактивная форма, практикум по решению задачи по тематике занятия в индивидуальной сдаче преподавателю в конце занятия в кратком словесном описании.

Теория графов(сетевые моделипринятия решений)	1. Нарисоватьграфдорогиперекрестков(транспортнуюсеть), нанести вес ребер и дуг, определить исходный иконечный пункт маршрута, сформировать матрицусмежности. 2. Решитьзадачупоискакратчайшегопутинаграфекакзадачу дискретногопрограммированиявMSExcel 3. Для тех, кто чувствует в себе силы написатьпрограммупоискакратчайшегопутивграфеспомощьюалгоритмаДейкстрыналюбомязыкепрограммирования(вместореализациивMSExcel) 4. Нарисовать граф, вершинами которого являютсяадреса доставки, а ребрами маршруты переезда междуадресами,нанестивесреберидуг,определитьисходныйпунктмаршрута,сформироватьматрицусмежности. 5. Решить задачу коммивояжера как задачукомбинаторного программирования с помощьюэволюционногометодапоискарешенийвMS Excel. 6. Для тех, кто все еще чувствует в себе силы решитьаналогичнуюзадачуметодомветвейиграницналюбомязыкепрограммирования(вместоп.5). Рекомендуемыеисточники:раздел8[3],[4]	Интерактивнаяформа,практикум порешению задачипо тематикезанятия виндивидуальной сдачапреподавателейконцезанятия скраткимсловеснымописанием.
Регрессионный анализ(прогнозированиепри принятиирешений)	1. Найдите в интернете любой временной ряд(статистикувида (x_k, t_k), $k \approx 30$), например, курс акций, архив торгов,ценнапродукциюилидр. 2. Методомнаименьшихквадратоввычислитекоэффициентылинейнойрегрессииaиb. 3. Восстановитезначения(x, t)поформулелинейнойрегрессии. 4. Постройтеграфикстатистическихзначенийиуравнениярегрессии. 5. Рассчитайте отклонения $x - \hat{x}$, дисперсию и СКО. 6. Отфильтруйте ряднапредметвыпадающихточек иошибкиизмерений. 7. СравнитеотфильтрованныедисперсиюиСКОсисходной. 8. Постройтедоверительныеинтервалы1,2и3сигма. 9. Отобразите доверительные интервалы на графике. 10. Спрогнозируйтезначенияx_kна10периодов(дней)вперед$t_k + 10$. 11. Постройтеоценкувида:«Через10днейвеличинаx_kсвероятностьюrбудетприниматьзначения $x_{min} \dots x_{max}$», где $x_{min} \dots x_{max}$ – границыдоверительногоинтервала. 12. С помощью функции MS Excel «Работа с диаграммами–Макет–Линия тренда»постройтеполиномиальныерегрессии2и3степени. 13. РассчитайтеихСКОисравнитесранеенайденнымСКОлинейнойрегрессии.	Интерактивнаяформа,практикум порешению задачипо тематикезанятия виндивидуальной сдачапреподавателейконцезанятия скраткимсловеснымописанием.

	Рекомендуемые источники: раздел 8[2],[7]	
--	--	--

Многокритериальная оптимизация (принятие решений при множестве альтернатив)	1. Выбрать некоторый объект, имеющий несколько числовых характеристик (например, квартира, машина, спортсмен и др.), выбрать 2 основных характеристики и в вспомогательных, найти в интернете не менее 10 экземпляров этого объекта с характеристиками и записать в таблицу Excel. 2. Построить точечную диаграмму по 2 основным характеристикам объекта и определить парето оптимальные точки. 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 парето оптимальными точками. 4. Провести линейную свертку 8 критериев, для основных критериев выбрать весовые коэффициенты большие, чем для вспомогательных, найти оптимальное решение. 5. Применить метод контрольных показателей, построить лепестковую диаграмму, сделать словесную трактовку результата. 6. Применить метод идеальной точки, построить лепестковую диаграмму, сделать словесный вывод о полученных результатах. Рекомендуемые источники: раздел 8 [1], [6]	Интерактивная форма, практикум по решению задачи по тематике занятия в индивидуальной сдаче преподавателя в конце занятия в кратком словесном описании.
--	---	--

Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)	1. Взять результаты предыдущего семинара в качестве исходных данных - выбрать точки Парето (паретооптимальные значения) и перенести в данный семинар. 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. 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, построить средневзвешенные ранги с учетом коэффициентов компетентности. 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 Kemeny (усредненного мнения). 5. Сравнить результаты, полученные тремя способами (п.п. 2, 3, 4), дать словесную трактовку сравнения результатов. Рекомендуемые источники: раздел 8 [2]	Интерактивная форма, практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуальной сдаче преподавателям в конце занятия в кратком словесном описании.
---	--	--

Матричные игры(принятие решений в условиях противодействия)	1.Выбрать любой тип антагонистической игры,определить стратегии, построить платежную матрицу.2.Найти решение игры в чистых стратегиях по принципам «минимакса» и «максимина». Определить имеет ли игра «седловую точку»? 3. Найти решение игры в смешанных стратегиях путем решения ЗЛП. 4. Выбрать любой тип биматричной игры,определить стратегии,построить платежные матрицы. 5. Найти ситуацию равновесия по Нэшу в чистых стратегиях,если такая имеется. 6. Найти равновесие в смешанных стратегиях путем решения ЗНЛП. Работу можно выполнять в среде MS Excel или на любом языке программирования. Рекомендуемые источники:раздел 8[3],[8],[9]	Интерактивная форма,практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуальной сдача преподавателя в конце занятия в кратком словесном описании.
Игры с природой(принятие решений в условиях риска и неопределенности)	1. Выбрать любой тип игры с природой(товар-рынок,действия-экономика, человек-природа). 2. Составить платежную матрицу на реальных или виртуальных данных. 3. Определить вероятности наступления состояний природы. 4. Найти оптимальные чистые стратегии в условиях риска по критериям Байеса, Лапласа и Гермейера, сравнить полученные результаты. 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. 6. Дать словесную интерпретацию полученных результатов. Рекомендуемые источники:раздел 8[3],[8],[9]	Интерактивная форма,практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуальной сдача преподавателя в конце занятия в кратком словесном описании.
Позиционные игры(пошаговое принятие решений в условиях противодействия)	1. Выбрать интересующую вас сферу позиционной игры спротивником (выход на рынок, аргументы в переговорах, единоборства, теннис и др.). 2. Построить дерево игры,определить выигрыш каждого хода и цену игры, рассмотреть различные варианты стратегий поведения игроков. 3. Найти оптимальную стратегию игроков с помощью алгоритма Куна. 4. Свести игру к антагонистической и биматричной форме,найти цену игры и условия равновесия по Нэшу соответственно. 5. Выбрать интересующую вас сферу позиционной игры сприродой(открытие магазинов,инвестирование,игра «носки-айфон»,blackjack и др.). 6. Построить дерево игры,определить выигрыш каждого хода и вероятности наступления состояний «природы».	Интерактивная форма,практикум по решению задач по тематике занятия в индивидуальной сдача преподавателя в конце занятия в кратком словесном описании.

	7. Найти оптимальную стратегию путем сворачивания дерева решений игры. 8. Свести игру к матричной форме, найти оптимальные стратегии по критериям принятия решений в условиях риска (или неопределенности если состояния «природы» не заданы). 9. Дать словесную трактовку полученным результатам. Рекомендуемые источники: раздел 8 [3], [8], [9]	
--	--	--

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)	Классическая транспортная задача. Постановка задачи. Запись в виде задачи линейного программирования. Открытая (сбалансированная) и закрытая (несбалансированная) задачи. Сведения о закрытой транспортной задаче. Решение симплекс-методом.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
	Задача на назначениях. 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.
	Задача о рюкзаке. Постановка задачи. Запись в виде задачи дискретного программирования. Отличия модели от производственной, транспортной задачи на назначениях. Метод Гомори (отсечений). Практические	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.

	применения задачи орюкзак: составление портфеля проектов.	
	Задача об оптимальном портфеле Марковица. Постановка задачи. Запись в виде задачи линейного программирования. Метод градиента. Решение задачи об	Работа учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних

	оптимальном портфеле методов м градиента.	заданий к каждому занятию.
Теория графов(сетевые модели принятия решений)	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.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
	Задача о минимальном разрезе в сети. 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.
	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.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Регрессионный анализ(прогнозирование при принятии решений)	Методов прогнозирования с помощью ARIMA	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия.
Многокритериальная оптимизация(принятие решений при множестве альтернатив)	Метод анализа иерархий	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия.

Экспертные технологии (принятие решений группой экспертов)	Парадокс Кондорсе	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия.
Матричные игры (принятие решений в условиях противодействия)	Графическое представление игр $2 \times n$ и $n \times 2$	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия.
Игры с природой (принятие решений в условиях риска и неопределенности)	Кооперационные игры	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия.
Позиционные игры (пошаговое принятие решений в условиях противодействия)	Вектор Шепли	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия.

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

Примерные задания расчетно-аналитической работы

1. Определить оптимальный состав колл-центра, используя методологию систем массового обслуживания.
2. Распределить заказы между менеджерами-логистами, решая задачу назначения.
3. Определить, каким заказчикам с какого склада отправлять товар в парадигме классической транспортной задачи.
4. Оптимально упаковать товар по автомобилям доставки, используя задачу о рюкзаке.
5. Построить порядок объезда адресатов доставки на основе задачи коммивояжера.
6. Проложить оптимальные маршруты между адресами доставки в виде задачи о кратчайшем пути на графе.

Критерии бальной оценки различных форм текущего контроля успеваемости

Критерии бальной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий.

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 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

Код компетенции	Наименование компетенции	Примеры заданий для оценки индикаторов достижения компетенции
УК-4	Способность использовать прикладное программное обеспечение при решении	1. Использует основные методы и средства обучения, представления, хранения и обработки данных. Задание: Методом наименьших квадратов вычислить

		коэффициенты a и b линейной регрессии $y = ax + b$.													
		<table><tr><td>x</td><td>y</td></tr><tr><td>1</td><td>230</td></tr></table>	x	y	1	230									
x	y														
1	230														
	профессиональных задач	<table><tr><td>2</td><td>210</td></tr><tr><td>4</td><td>190</td></tr><tr><td>5</td><td>155</td></tr><tr><td>8</td><td>132</td></tr><tr><td>9</td><td>166</td></tr><tr><td>10</td><td>100</td></tr></table>	2	210	4	190	5	155	8	132	9	166	10	100	
2		210													
4		190													
5		155													
8		132													
9		166													
10		100													

		2. Демонстрирует владение профессиональными пакетами прикладных программ. Задание: Найти решение многокритериальной $x_1^{\min}=40, x_2^{\min}=8, x_3^{\min}=5, x_4^{\min}=40$ $x_1 \rightarrow \max, x_2 \rightarrow \max, x_3 \rightarrow \max, x_4 \rightarrow \max.$ 3. Выбирает необходимо прикладное программное обеспечение в зависимости от решаемой задачи. Задание: Найти оптимальные смешанные стратегии игрока А и цену игры путем сведения антагонистической игры к задаче линейного программирования. 4. Использует прикладное программное обеспечение для решения конкретных прикладных задач. Задание: В игре с природой найти оптимальные чистые стратегии в условиях неопределенности по критериям пессимизма, оптимизма, Вальда.
УК-10	Способность осуществлять поиск, критически анализировать, обобщать и	1. Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации. Задание:

систематизи
роватьинфор
мацию,испол
зоватьсисте
мный
подходдля
решенияпост
авленныхзад
ач

ВантагонистическойигренайтичистыестратегииигроковАиВиспользуяпри
нципы«минимакса»и
«максимина».Записатьверхнюююинижнююоценуигры.

2. Обосновываетсущностьпроисходящего,выявляетзакономерности,пони
маетприродувариабельности.

Задание:

Припроведенииэкспертнойоценкибылаполученаследующаятаблицабалло
в.Рассчитатьматематическоеожидание,дисперсию,среднеквадратическоео
тклонение,построитьдоверительныйинтервал $\pm 1\sigma$ длявариантаснаилучши
мсреднимбаллом.

№п/п	Эксперт1	Эксперт2	Эксперт3
1	95	80	97
2	77	61	62
3	88	80	87
4	45	59	48
5	60	33	55

3. Формулируетпризнакклассификации,выделяетсоответствующиеемугр
уппыоднородных«объектов»,идентифицируетобщиесвойстваэлементовэти
хгрупп,оцениваетполнотурезультатовклассификации,показывает
прикладное назначениеклассификационныхгрупп.

Задание:

Провести линейную свертку критериев $x_1, x_2, \dots$,
 x_N свесовымикоэффициентами $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N$.Найтиоптимальноерешение.

$$\alpha_1=0,1;\alpha_2=0,3;\alpha_3=0,5;\alpha_4=0,1.$$

$$x_1 \rightarrow \max, x_2 \rightarrow \max, x_3 \rightarrow \max, x_4 \rightarrow \max.$$

4. Грамотно,логично,аргументированоформируетсобственные суждения
и оценки. Отличает факты отмнений, интерпретаций, оценок и т.д. в
рассужденияхдругихучастников деятельности.

Задание:

Построить средствами MS Excel
уравнениеполиномиальнойрегрессии2степениизаписатьего

t

x

		<table><tr><td>1</td><td>2190</td></tr><tr><td>2</td><td>2180</td></tr><tr><td>3</td><td>2170</td></tr><tr><td>4</td><td>2180</td></tr><tr><td>5</td><td>2210</td></tr><tr><td>6</td><td>2240</td></tr><tr><td>7</td><td>2260</td></tr><tr><td>8</td><td>2240</td></tr><tr><td>9</td><td>2270</td></tr></table>	1	2190	2	2180	3	2170	4	2180	5	2210	6	2240	7	2260	8	2240	9	2270						
1	2190																									
2	2180																									
3	2170																									
4	2180																									
5	2210																									
6	2240																									
7	2260																									
8	2240																									
9	2270																									
		5. Аргументировано и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания. Задание: Рассчитать отклонения статистических данных от восстановленных значений по известному уравнению регрессии, найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение (СКО). <table><tr><td><i>t</i></td><td><i>x</i></td></tr><tr><td>1</td><td>230</td></tr><tr><td>2</td><td>210</td></tr><tr><td>4</td><td>190</td></tr><tr><td>5</td><td>155</td></tr><tr><td>8</td><td>132</td></tr><tr><td>9</td><td>166</td></tr><tr><td>10</td><td>100</td></tr></table> $x = -11,612t + 233,7$	<i>t</i>	<i>x</i>	1	230	2	210	4	190	5	155	8	132	9	166	10	100								
<i>t</i>	<i>x</i>																									
1	230																									
2	210																									
4	190																									
5	155																									
8	132																									
9	166																									
10	100																									
У К- 11	Способность к постановке цели и задач исследований, выбору оптимальных путей и методов их достижения	1. Аргументировано переходит от первоначальной субъективной формулировки проблемы к целостному структурированному описанию проблемной ситуации. Задание: 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. <table><tr><td>№п/п</td><td>Эксперт1</td><td>Эксперт2</td><td>Эксперт3</td></tr><tr><td>1</td><td>95</td><td>80</td><td>97</td></tr><tr><td>2</td><td>77</td><td>61</td><td>62</td></tr><tr><td>3</td><td>88</td><td>80</td><td>87</td></tr><tr><td>4</td><td>45</td><td>59</td><td>48</td></tr><tr><td>5</td><td>60</td><td>33</td><td>55</td></tr></table> 2. Обосновывает системную формулировку цели и постановку задачи управления.	№п/п	Эксперт1	Эксперт2	Эксперт3	1	95	80	97	2	77	61	62	3	88	80	87	4	45	59	48	5	60	33	55
№п/п	Эксперт1	Эксперт2	Эксперт3																							
1	95	80	97																							
2	77	61	62																							
3	88	80	87																							
4	45	59	48																							
5	60	33	55																							

		Задание: Вантагонистической игре найти чистые стратегии игроков A и B используя принципы «минимакса» и «максимина». Записать верхнюю и нижнюю цену игры.				
			B1	B2	B3	

A1	5	5	3
A2	3	8	4
A3	9	6	6
A4	4	10	3

3. Взвешенно и системно подходит к анализу ситуации, формулировки критериев и условий выбора. **Задание:**

В биматричной игре найти равновесие по Нэшу в смешанных стратегиях путем сведения к задаче линейного программирования и цену игры игроков A и B .

Игрок A

Игрок B

4. Критически переосмысливает свой выбор, сопоставляя с альтернативными подходами. Оценивает последствия принимаемых решений, учитывая неочевидные цепочки «последствия по следствий» («причины причин») и контурные связи.

Задание:

Найти оптимальные последовательности ходов игроков A и B в позиционной игре с помощью алгоритма Куна.

5. Корректно использует процедуры целеполагания, декомпозиции и агрегирования, анализа и синтеза при решении практических задач управления и подготовке аналитических отчетов.

Задание:

Определить расстояние K между матрицами бинарных отношений.

		6. Логично, последовательно и убедительно излагает отчет цели, задачи, теории и методологии исследования, результаты и выводы. Задание: Постройте уравнение доверительного интервала $\pm 2\sigma$ для линейной регрессии. $a = 0,1$ $b = 230$ $D = 12,3$
--	--	--

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Производственная задача. Симплекс-метод. Решение как ЗЛП.
2. Классическая транспортная задача. Симплекс-метод. Решение как ЗЛП.
3. Задача назначения. 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 алгоритмической постановке. Алгоритм Дейкстры.
7. Задача о кратчайшем пути на графе 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; метод идеальной точки.
16. Методы 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 матричной игры в чистых и смешанных стратегиях.
21. Решение матричной игры природой в условиях риска и неопределенности.

22. Решение позиционной игры противником, сведение и решение как матричной игры.
23. Решение позиционной игры природой, сведение и решение как матричной игры.
24. Сколько окон на фасаде учебного корпуса по адресу Щербаковская, 38.

Примеры типовых заданий

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 назначения

Российская ИТ-компания администрирует серверы 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 УПО и нарушение информационной безопасности. Обслуживанием этого направления занимаются 6 человек, каждый из которых имеет основную и побочные специализации. Уровни их навыков по шкале от 0 до 10 представлен в таблице:

	Навыки IT-специалистов					
Заявки:	№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 единовременно 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.

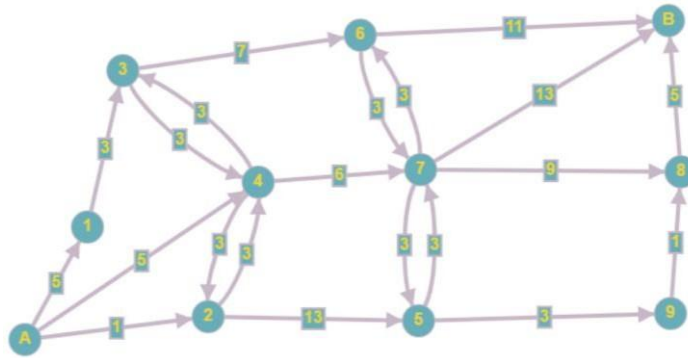
Пусть некоторый инвестор планирует составить оптимальный портфель ценных бумаг. У него в распоряжении имеется 5 активов с ожидаемыми доходностями 11%, 15%, 14%, 9% и 8%. Матрица ковариаций доходностей этих активов имеет вид:

$$\begin{matrix}
 & 495 & 41 & -5 & 0 & 330 \\
 & F150 & 180 & 241 & -54 & 2801 \\
 V=10-4 & 120 & 110 & 320 & 220 & 230 \\
 I-40 & -220 & 110 & 460 & -1301 \\
 & [310 & 450 & -50 & -260 & 436]
 \end{matrix}$$

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

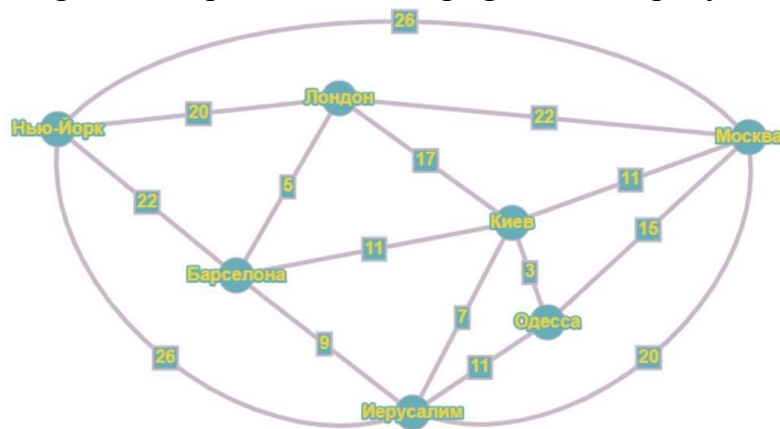
Александр Петрович вынужден по независящим от него обстоятельствам на некоторое время покинуть родину. Он желает взять с собой некоторые сбережения, которые необходимо передать через ряд финансовых структур его друзей и сослуживцев. Каждая из возможных операций доставки финансов на новое местожительство требует снятия некоторой комиссии, указанной в процентах на графе:



Подскажите Александру Петровичу наиболее дешевый способ доставки денег из пункта А в пункт В и обоснуйте почему.

7. Задача коммивояжера

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

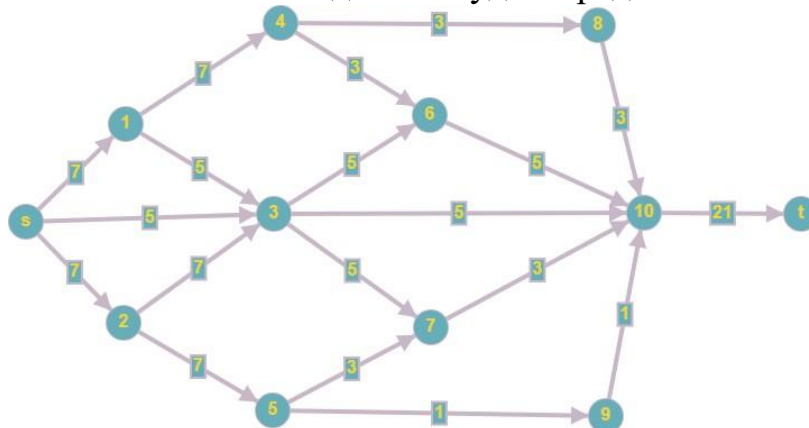


Помогите Натану Донатовичу облететь всех адресатов и вернуться домой с минимальными затратами.

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 с головным представителем в регионе, отставала по пропускной способности как представлено на графе:

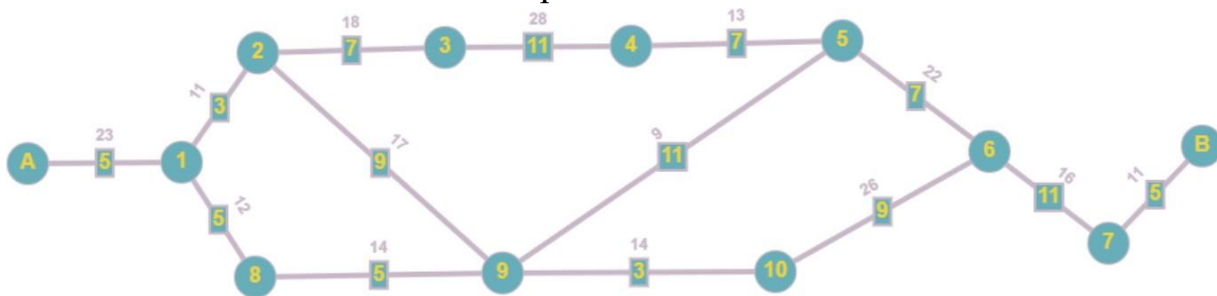
Покажите какой максимальный поток данных будет передаваться на полуостров t



ив 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 нарисовал ориентированное 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 0,1, чем в других случаях.

Посоветуйте игроку в какую зону ему бить в случае одиночного удара и в случае сери и 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 ряд 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 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 с 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 условия 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, если прибыль меньше 20%.

13. Решение позиционной игры 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 независимо 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 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?

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

Основная литература:

1. Гусева, Е. Н. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие / Е. Н. Гусева. - 4-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-89349-976-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843162>
2. Фомичев, А. Н. Исследование систем управления : учебник для бакалавров / А. Н. Фомичев. — 3-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. — 346 с. - ISBN 978-5-394-03218-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093201>
3. Кузнецов, В. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебник для студентов высших учебных заведений / В. А. Кузнецов, А. А. Черепяхин. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 256 с. - ISBN 978-5-906818-95-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2001695>

Дополнительная:

1. Орлова, И. В. Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач / И. В. Орлова, М. Г. Бич. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2023. — 190 с. - ISBN 978-5-9558-0527-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1920327>
2. Невежин, В. П. Исследование операций и принятие решений в экономике: Сборник задач и упр.: учебное пособие для вузов/Невежин В. П., Кружилов С. И., Невежин Ю. В. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2020. - 400 с. (ВО)(П)ISBN 978-5-91134-556-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1948199>
3. Шевченко, А. С. Системный анализ и принятие решений: тесты : учебное пособие / А.С. Шевченко. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 135 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-110869-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1893870>
4. Жуков, Б. М. Исследование систем управления : учебник / Б. М. Жуков, Е. Н. Ткачева. - 5-е изд., стер. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2023. - 206 с. - ISBN 978-5-394-05332-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2082698>

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.znaniy.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. Образовательная платформа "ЮРАЙТ" <https://urait.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 служат учебно-тематический план и учебные задания дисциплины. В этом плане указаны темы 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:

Windows, Microsoft Office;

Антивирус ESET Endpoint Security.

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.

