Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ при ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Среднерусский институт управления – филиал
ФАКУЛЬТЕТ «Технологии, товароведение и сервис»
КАФЕДРА «Математика и информационные технологии»

Меркулов Павел Александрович

Подписан: Меркулов Павел Александрович
DN: C=RU, S=Орловская область, L=пгр. Орел, T=Директор, OU="СРЕДНЕРУССКИЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ""РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ""", O="ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ""РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ""", СНИЛС=00482216008, ИНН=575206486423, E=it@orel.ranepa.ru, G=Павел Александрович, SN=Меркулов, CN=Меркулов Павел Александрович
Основание: я подтверждаю этот документ своей удостоверяющей подписью
Местоположение: Среднерусский институт управления

УТВЕРЖДЕНО
Директор Среднерусского института управления – филиала РАНХ и ГС
П.А. Меркулов

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В БИЗНЕСЕ

(наименование образовательной программы)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ,
реализуемой без применения электронного (онлайн) курса

Б1.О.21 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

(код и наименование РПД)

09.03.02 Информационные системы и технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

очная, очно-заочная, заочная

(форма (формы) обучения)

Год набора: 2022

Орел, 2022 г.

Автор-составитель:

Кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры «Математика и информационные технологии» Л.И. Шмаркова

И.о. заведующего кафедрой «Математика и информационные технологии»
доктор экономических наук, профессор Л.И. Малявкина

РПД Б1.О.21 «Математическое моделирование» одобрена на заседании кафедры «Математика и информационные технологии».
Протокол № 1 от 26 августа 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....4
3. Содержание и структура дисциплины.....5
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся.....8
5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине.....12
6. Методические указания для освоения дисциплины.....14
7.Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет.15
8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....17

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина Б1.О.21 Математическое моделирование обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код компонента компетенции	Наименование компонента компетенции
ОПК-8	Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.	ОПК-8.1	Способен применять математические модели и средства информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.

1.2 В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)/ трудовые или профессиональные действия	Код компонента компетенции	Результаты обучения
ОТФ С. Выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ОПК-8.1	на уровне знаний: - роль и методы математического моделирования в анализе и решении задач профессиональной деятельности.
		на уровне умений: - выбор и применение методов математического моделирования при анализе и решении задач профессиональной деятельности;
		на уровне навыков: использование методов математического моделирования при анализе и решении задач профессиональной деятельности.

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Объем дисциплины

Общий объем дисциплины в зачетных единицах (академических/астрономических часах): 4 ЗЕ (144 /108).

Количество академических/астрономических часов, выделенных:

- по очной форме обучения: на контактную работу – 52/37,5 (в т.ч. лекц. – 18 ч., практ. – 34 ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 92/69;
- по очно-заочной форме обучения: на контактную работу – 20/15 (в т.ч. лекц. – 8 ч., практ. – 12 ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 120/90;
- по заочной форме обучения: на контактную работу – 20/15 (в т.ч. лекц. – 8 ч., практ. – 12 ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 120/90.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана образовательной программы.

Дисциплина изучается: очная форма обучения – 3 курс в 5 семестр; очно-заочная форма обучения – 3 курс; заочная форма обучения – 3 курс.

Освоение дисциплины опирается на содержание учебных дисциплин: Б1.О.11 Математика, Б1.О.06 Теория систем и системный.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при освоении дисциплин: Б1.В.10 Экономическая эффективность информационных систем (8 семестр).

Форма аттестации: зачет.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО	
			Л/ ДОТ	ЛР/ ДОТ	ПЗ/ ДОТ	КСР		
Тема 1	Основы математического моделирования и построения оптимизационных моделей	20	4		4		12	О1, Р1
Тема 2	Моделирование экономических процессов методами теории вероятностей, математической статистики и эконометрики	60	6		14		40	О2, Т2, РГР1
Тема 3	Множественная регрессия и корреляция	32	4		8		20	О3, РГР1
Тема 4	Элементы теории игр	32	4		8		20	О4, К1
Промежуточная аттестация								зачет
Всего:		144	18		34		92	

Примечание:

** формы заданий текущего контроля успеваемости: (контрольные работы (К), опрос (О), тестирование (Т), реферат (Р), расчетно-графическая работа (РГР).*

** форма промежуточной аттестации: экзамен (Экз), зачет(З), зачет с оценкой (ЗО)*

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО	
			Л/ ДОТ	ЛР/ ДОТ	ПЗ/ ДОТ	КСР		
Тема 1	Основы математического моделирования и построения оптимизационных моделей	20	4		4		12	О1, Р1
Тема 2	Моделирование экономических процессов методами теории	60	6		14		40	О2, Т2, РГР1

	вероятностей, математической статистики и эконометрики							
Тема 3	Множественная регрессия и корреляция	32	4		8		20	О3, РГР1
Тема 4	Элементы теории игр	32	4		8		20	О4, К1
Промежуточная аттестация		4						зачет
Всего:		144	18		34		92	

Примечание:
** формы заданий текущего контроля успеваемости: (контрольные работы (К), опрос (О), тестирование (Т), реферат (Р), расчетно-графическая работа (РГР).*
** форма промежуточной аттестации: экзамен (Экз), зачет(З), зачет с оценкой (ЗО)*

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО	
			Л/ ДОТ	ЛР/ ДОТ	ПЗ/ ДОТ	КСР		
Тема 1	Основы математического моделирования и построения оптимизационных моделей	20	4		4		12	О1, Р1
Тема 2	Моделирование экономических процессов методами теории вероятностей, математической статистики и эконометрики	60	6		14		40	О2, Т2, РГР1
Тема 3	Множественная регрессия и корреляция	32	4		8		20	О3, РГР1
Тема 4	Элементы теории игр	32	4		8		20	О4, К1
Промежуточная аттестация		4						зачет
Всего:		144	18		34		92	

Примечание:
** формы заданий текущего контроля успеваемости: (контрольные работы (К), опрос (О), тестирование (Т), реферат (Р), расчетно-графическая работа (РГР).*
** форма промежуточной аттестации: экзамен (Экз), зачет(З), зачет с оценкой (ЗО)*

3.2.Содержание дисциплины

Тема 1. Основы математического моделирования и построения оптимизационных моделей

Моделирование как инструмент научного познания: постановка задачи. Роль и задачи использования математических методов и моделей в обработке и анализе информации. Особенности объектов моделирования. Понятие математической модели объекта (процесса, операции). Классификация математических моделей и условия применения. Основные этапы построения и анализа модели.

Введение в исследование операций общие сведения об оптимизационных моделях. Понятие оптимальности. Общая формулировка оптимизационной модели. Критерий опти-

мальности, его математический и экономический смысл. Общая схема принятия управленческих решений с использованием оптимизационных математических моделей. Обзор основных методов оптимизации.

Тема 2. Моделирование экономических процессов методами теории вероятностей, математической статистики и эконометрики

Виды связей между признаками. Особенности функциональной и корреляционной зависимостей между двумя признаками. Элементы корреляционного и регрессионного анализа.

Основные виды моделей, применяемых в эконометрическом исследовании. Типы эконометрических данных. Основные этапы построения эконометрических моделей. Стандартные эконометрические модели, методы анализа и содержательной интерпретация результатов.

Методы определения формы зависимости между изучаемыми показателями. Определение параметров уравнения парной регрессии; анализ качества уравнения и проверка адекватности этого уравнения эмпирическим данным, совершенствование модели.

Коэффициент эластичности, его экономическая сущность. Стандартные ошибки и интервальные оценки коэффициентов регрессии. Проверка гипотез о статистической значимости коэффициентов регрессии с помощью t-статистики Стьюдента. Проверка общего качества уравнения регрессии. Корреляция, её смысл и значение. Показатели корреляции: линейный коэффициент корреляции, индекс корреляции, коэффициент детерминации. Коэффициент детерминации, его интерпретация.

Тема 3. Множественная регрессия и корреляция

Понятие множественной регрессии, её модель. Спецификация переменных в моделях множественной регрессии. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Этапы построения модели. Выбор вида математической функции зависимости изучаемых показателей. Параметры уравнения множественной регрессии. Линейная модель множественной регрессии, её формулировка (наличие нескольких линейных соотношений между параметрами теоретической регрессии). Проверка общей линейной гипотезы.

Множественная корреляция. Коэффициент множественной детерминации коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. F-критерий в оценке множественной корреляции. Частная корреляция. Оценка надежности показателей корреляции. Дисперсия остатков.

Тема 4. Элементы теории игр

Классификация форм взаимодействия интересов субъектов экономики. Характерные признаки игры как математической модели ситуации. Предмет и задачи теории игр.

Основные понятия теории игр (игра, игрок, результат игры, ход, партия, стратегия игры). Классификация игр (парные, множественные, конечные, бесконечные, антагонистические, кооперативные, игры с «природой»). Игры с нулевой суммой, ненулевой суммой, матричные игры.

Модель антагонистической матричной игры с нулевой суммой и алгоритм ее решения в чистых стратегиях. Понятия нижней и верхней цены игры. Понятие седловой точки и условие наличия устойчивого решения задачи. Решение антагонистической матричной игры в смешанных стратегиях. Основная теорема матричных игр (теорема Джона фон Неймана).

Модель матричной игры с «природой»: постановка задачи. Алгоритм решения матричной игры с «природой» при известных вероятностях состояний «природы».

Модель матричной игры с «природой» при неизвестных состояниях «природы»: смысл и алгоритм решения. Смысл и математическое описание критериев Вальда, Гурвица, Севиджа в матричных играх с «природой».

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

4.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.21 Математическое моделирование используются следующие **методы текущего контроля успеваемости** обучающихся:

Тема и/или раздел	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1. Основы математического моделирования и построения оптимизационных моделей	Опрос, реферат
Тема 2. Моделирование экономических процессов методами теории вероятностей, математической статистики и эконометрики	Опрос, тестирование, расчетно-графическая работа
Тема 3. Множественная регрессия и корреляция	Опрос, расчетно-графическая работа
Тема 4. Элементы теории игр	Опрос, контрольная работа

4.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Примерные вопросы для опроса

Тема 1:

1. Моделирование как инструмент научного познания: постановка задачи. Особенности объектов моделирования.
2. Роль и задачи использования математических методов и моделей в обработке и анализе информации.
3. Понятие математической модели объекта (процесса, операции). Основные этапы построения и анализа модели.
4. Классификация математических моделей и условия применения.
5. Общие сведения об оптимизационных моделях. Понятие оптимальности.
6. Общая формулировка оптимизационной модели. Критерий оптимальности, его математический и экономический смысл.
7. Общая схема принятия управленческих решений с использованием оптимизационных математических моделей.

Тема 2

1. Виды связей между признаками. Особенности функциональной и корреляционной зависимостей между двумя признаками.
2. Корреляционный и регрессионный анализ.
3. Типы эконометрических данных. Основные этапы построения эконометрических моделей.
4. Эконометрические модели и их виды.
5. Методы определения формы зависимости между изучаемыми показателями.
6. Определение параметров уравнения парной регрессии; анализ качества уравнения и проверка адекватности этого уравнения эмпирическим данным, совершенствование модели.
7. Коэффициент эластичности, его экономическая сущность. Стандартные ошибки и интервальные оценки коэффициентов регрессии.
8. Проверка гипотез о статистической значимости коэффициентов регрессии с помощью t-статистики Стьюдента. Проверка общего качества уравнения регрессии.
9. Корреляция, её смысл и значение. Показатели корреляции: линейный коэффициент корреляции, индекс корреляции, коэффициент детерминации. Коэффициент детерминации, его интерпретация.

Тема 3

1. Понятие множественной регрессии, её модель. Спецификация переменных в моделях множественной регрессии. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Этапы построения модели.

2. Выбор вида математической функции зависимости изучаемых показателей. Параметры уравнения множественной регрессии.
3. Линейная модель множественной регрессии, её формулировка. Проверка общей линейной гипотезы.
4. Множественная корреляция. Коэффициент множественной детерминации коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы.
5. F-критерий в оценке множественной корреляции.
6. Частная корреляция. Оценка надежности показателей корреляции. Дисперсия остатков.
7. Характерные признаки игры как математической модели ситуации.

Тема 4

1. Основные понятия теории игр (игра, игрок, результат игры, ход, партия, стратегия игры).
2. Классификация игр (парные, множественные, конечные, бесконечные, антагонистические, кооперативные, игры с «природой»).
3. Игры с нулевой суммой, ненулевой суммой, матричные игры.
4. Модель антагонистической матричной игры с нулевой суммой и алгоритм ее решения в чистых стратегиях.
5. Понятия нижней и верхней цены игры. Понятие седловой точки и условие наличия устойчивого решения задачи.
6. Решение антагонистической матричной игры в смешанных стратегиях. Основная теорема матричных игр (теорема Джона фон Неймана). Модель матричной игры с «природой»: постановка задачи. Алгоритм решения матричной игры с «природой» при известных вероятностях состояний «природы».
7. Модель матричной игры с «природой» при неизвестных состояниях «природы»: смысл и алгоритм решения. Смысл и математическое описание критериев Вальда, Гурвица, Севиджа в матричных играх с «природой».

Примерная тематика рефератов

1. Примеры математического моделирования в экономике.
2. Примеры математического моделирования информационных систем.
3. Роль математического моделирования в системном анализе.
4. Булева алгебра
5. Математические модели информационных систем (примеры).
6. Типы эконометрических данных.
7. Оценка степени зависимости факторов множественной регрессии.
8. Спецификация модели множественной регрессии.
9. Проблемы исследования взаимосвязей социально-экономических явлений.
10. Модели теории игр.
11. Основы теории принятия решений.

Примерный вариант тестирования

1	Под моделью понимают: 1. образ реального объекта или процесса в материальной или идеальной форме, отражающий существенные свойства моделируемого объекта; 2. образ реального объекта или процесса в материальной форме, отражающий существенные свойства моделируемого объекта; 3. образ реального объекта или процесса в материальной или идеальной форме, отражающий существенные свойства моделируемого объекта; 4. предмет математического моделирования.
2	Классификация моделей экономических систем по учету фактора времени предполагает: 1. детерминированные, стохастические или вероятностные модели; 2. стационарные и динамические модели; 3. макроэкономические и микроэкономические модели; 4. аналитические и идентифицируемые модели.
3	Решение задачи на оптимальность предполагает:

	1. наличие критериев оптимальности; 2. указание способов решения задачи; 3. указание вида моделирования; 4. наличие ответа.
4	Эндогенными считаются переменные… 1. значения которых определяются внутри модели; 2. значения которых определяются вне модели; 3. когда каждая зависимая переменная *y* рассматривается как функция одного и того же набора факторных признаков $x_1, x_2, ..., x_m$; 4. значения которых определяются либо внутри, либо вне модели.
5	Временной ряд – это… 1. ряд наблюдений за значениями некоторого показателя (признака), упорядоченный в хронологической последовательности; 2. это долгосрочная тенденция или устойчивое, систематическое изменение процесса в течение продолжительного времени; 3. ряд наблюдений за значениями некоторого показателя (признака), находящийся в любой последовательности; 4. числа, получающиеся как результат наблюдений за ходом некоторого экономического процесса.
6	Линейная модель регрессии имеет вид… 1. y = xb + e; 2. y(x) = f(x); 3. y = (a+bx)+e; 4. c= a+by+e.
7	Гетероскедастичность - это… 1. условие независимости дисперсии случайного члена от номера наблюдений; 2. зависимость дисперсии случайного члена от номера наблюдения; 3. анализ сущности изучаемого объекта, формирование и формализация имеющейся информации; 4. проверка адекватности, статистической значимости модели.
8	Стандартная ошибка прогноза определяется по формуле…
	1. $m_{\bar{y}_p} = \sigma_{ост} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}}$; 2. $m_{\bar{y}_p,инд.} = \sigma_{ост} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i + \bar{x})^2}}$;
	3. $m_{\bar{y}_p} = \sigma_{ост} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} - \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}}$; 4. $m_{\bar{y}_p} = \sigma_{ост} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_p + \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}}$
9	Оценки параметров регрессии, полученных с помощью взвешенного МНК являются… 1. смещенными и имеют меньшую дисперсию, чем не взвешенные оценки; 2. несмещенными и имеют меньшую дисперсию, чем не взвешенные оценки; 3. несмещенными и имеют дисперсию больше , чем не взвешенные оценки; 4. смещенными и имеют дисперсию больше , чем не взвешенные оценки.
10	Верхняя граница прогноза для шага прогнозирования l равна... 1. Y(n+l)+U(l); 2. Y(n+l)-U(l); 3. Y(n-l)+U(l); 4. Y(n-l)-U(l).

Примерные варианты расчётно–графических работ

Тема 3

«Построение линейной эконометрической модели и оценка ее качества»

Соответственно данным своего варианта требуется***:***

1. Построить поле корреляции.
2. Для характеристики зависимости *y* от *x*:

а) построить линейное уравнение парной регрессии *y* от *x*;
б) оценить тесноту связи с помощью показателей корреляции и коэффициента детерминации;
в) оценить качество линейного уравнения с помощью средней ошибки аппроксимации;
г) дать оценку силы связи с помощью среднего коэффициента эластичности и бета-коэффициента;
д) оценить статистическую надежность результатов регрессионного моделирования с помощью *F*-критерия Фишера.
е) оценить статистическую значимость параметров регрессии и корреляции.

3. Проверить полученные результаты с помощью *Excel*.

4. Рассчитать прогнозное значение результативного признака, если прогнозное значение факторного признака увеличится на 5% от среднего уровня. Определить доверительный интервал прогноза при уровне значимости $\gamma = 0{,}05$.

Тема 4

«Построение линейной модели множественной регрессии»
В таблице каждого варианта заданы временные ряды:
первый из них *Y* – объем реализации продукции фирмы. Это зависимая переменная.
Следующие ряды: X_1 – время, X_2 – расходы на рекламу, X_3 – цена товара, X_4 – средняя цена конкурентов, X_5 – индекс потребительских расходов являются рядами независимых переменных.

Требуется:

1. Вычислить матрицу коэффициентов парной корреляции и проанализировать тесноту связи между показателями.
2. Выбрать вид линейной модели регрессии, включив в нее два фактора. Обосновать исключение из модели трех других факторов.
3. Аналитическими методами
а) оценить параметры и качество модели,
б) вычислить среднюю ошибку аппроксимации,
в) вычислить множественный коэффициент детерминации.
4. С целью проверки полученных результатов провести регрессионный анализ выбранной модели с помощью *Excel.*
5. Проанализировать влияние факторов на зависимую переменную (вычислить соответствующие коэффициенты эластичности и β – коэффициенты, пояснить смысл полученных результатов).
6. Выбрать с помощью *Excel* наилучший вид тренда временных рядов, соответствующих оставленным в модели переменным. По полученным зависимостям вычислить их прогнозные значения на два шага вперед.
7. Определить точечные и интервальные прогнозные оценки объема реализации продукции фирмы *Y* на два шага вперед.

Примерный вариант контрольной работы

1. Определить максиминную и минимаксную стратегии игроков. Найти верхнюю и нижнюю цену игры, заданной платежной матрицей $Q = (a_{ij}),\ i = \overline{1;4},\ \ j = \overline{1;5}$ (элементы приведены в таблице). Определить, является ли данная игра игрой с седловой точкой.

№	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}
1	6	5	4	4	7	4	11	10	15	2	16	9	6	9	5	11	14	10	12	11

2. С учетом пяти стратегий конкурентов B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, организация разработала четыре стратегии A_1, A_2, A_3, A_4. Проанализировать рациональность разработки стратегий обеих сторон. Найти оптимальные стратегии. Выяснить, является ли игра игрой с седловой точкой, если да, найти седловую точку.
Элементы платежной матрицы $Q = (a_{ij}),\ i = \overline{1;4},\ \ j = \overline{1;5}$ приведены в таблице.

№	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}
1	6	5	9	9	7	15	18	15	16	15	7	5	11	9	7	13	14	13	12	11

3. Найти оптимальную смешанную стратегию руководителя предприятия и гарантированный средний выигрыш при выборе одной из двух новых проектов оснащения предприятия новым оборудованием, если известны выигрыши каждого проекта по сравнению с имеющимся состоянием. Данные пред-

ставлены в платежной матрице: $Q=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$, элементы которой повариантно приведены в таблице.

№	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}
1	8	5	3	8

4. Элементы матрицы игры с природой $Q=(a_{ij}), i=\overline{1;4},\ j=\overline{1;5}$ заданы в таблице.

№	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}		q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	χ
1	11	16	12	6	3	7	7	5	13	9	14	7	5	13	10	12	11	9	8	9		0,05	0,05	0,4	0,3	0,2	0,2

Выполнить задания:

1. построить матрицу рисков;
2. определить максимальный средний выигрыш и оптимальную стратегию игрока *A* при заданных вероятностях состояний природы $q_j\ \ j=\overline{1;5}$;
3. при неизвестных вероятностях состояний природы:
   a) найти максиминную стратегию игрока *A* на основе критерия Вальда;
   b) найти минимаксую стратегию игрока *A* на основе критерия Сэвиджа;
   c) найти оптимальную стратегию игрока *A* на основе критерия максимакса;
   d) найти оптимальную стратегию игрока *A* на основе критерия Гурвица (χ -коэффициент пессимизма).

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Особенности экономических явлений как объекта моделирования.
2. Этапы экономико-математического моделирования.
3. Системный подход к организации проведения комплексного экономического анализа управленческих решений.
4. Нелинейная модель парной регрессии
5. Выбор вида математической функции зависимости изучаемых показателей при построении множественной модели.
6. Смешанные стратегии.
7. Сведение задачи линейного программирования к матричной игре.

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Экзамен (зачет) проводится с применением следующих методов (средств):
зачет принимается в устной форме. Выдается практическое (ситуационное) задание.

5.2. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Компонент компетенции	Ключевой индикатор оценивания	Критерии оценивания
ОПК-8.1	Проводит расчет основных показателей, предлагаемых к внедрению бизнес-процессов на основе математического моделирования с использованием методов системного анализа.	Знает, умеет выбирать и использовать методы математического моделирования в анализе и разработке организационно-технических и экономических процессов.

Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Варианты практических (ситуационных) заданий для проведения зачета

Задание 1.

Фирма реализует свою продукцию двумя путями: в розницу (через свой фирменный магазин) и оптом (через фирмы-посредники). Издержки (затраты) по реализации *x* ед. продукции в рознице описывается функцией издержек $F_1(x)=0{,}04\,x^2$, а через оптовое звено – функцией $F_2(x)=0{,}03\,x^2$. Определить, сколько единиц продукции следует продавать каждым способом, чтобы суммарные затраты по их реализации были минимальными, если на заданный интервал времени (неделю) для продажи выделяется 350 ед. продукции. Вычислить минимальный объем суммарных затрат по реализации продукции $\min F$.

Задание 2.

Администрация банка изучает динамику депозитов физических лиц за ряд лет

							Сумма	
Время, t лет	1	2	3	4	5	6	7	28
Депозиты физических лиц, x у.е.	2	6	7	3	10	12	13	53

Постройте уравнение линейного тренда и дайте интерпретацию его параметров

Задание 3.

По следующим данным

Номер региона	Среднедушевой прожиточный минимум в день одного трудоспособного, руб, x	Среднедневная заработная плата, руб, y
1	78	133
2	82	148
3	87	134
4	79	154
5	89	162

построено линейное уравнение парной регрессии $\hat{y} = 77 + 0{,}92x$. Оценить качество модели с помощью средней ошибки аппроксимации. Проанализируйте полученные результаты.

Задание 4.

По группе предприятий, производящих однородную продукцию, известно, как зависит себестоимость единицы продукции *y* от факторов, приведенных в таблице

Признак-фактор	Уравнение парной регрессии	Среднее значение фактора
Объем производства, млн. руб., x_1	$\tilde{y}_{x_1} = 0{,}62 + 58{,}74 \cdot \frac{1}{x_1}$	$\bar{x}_1 = 2{,}64$
Трудоемкость единицы продукции, чел.-час, x_2	$\tilde{y}_{x_2} = 9{,}30 + 9{,}83 \cdot x_2$	$\bar{x}_2 = 1{,}38$
Оптовая цена за 1 т. энергоносителя, млн. руб., x_3	$\tilde{y}_{x_3} = 11{,}75 + x_3^{1{,}6281}$	$\bar{x}_3 = 1{,}503$
Доля прибыли, изымаемой государством, %, x_4	$\tilde{y}_{x_4} = 14{,}87 \cdot 1{,}016^{x_4}$	$\bar{x}_4 = 26{,}3$

Требуется:

1. определить с помощью коэффициентов эластичности силу влияния каждого фактора на результат;
2. ранжировать факторы по силе влияния.

Задание 5.

Определить максиминную и минимаксную стратегии игроков. Найти верхнюю и нижнюю цену игры, заданной платежной матрицей $Q = (a_{ij}),\ i = \overline{1;4},\ \ j = \overline{1;5}$ (элементы приведены в таблице).

Определить, является ли данная игра игрой с седловой точкой.

a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}
6	5	4	4	7	4	11	10	15	2	16	9	6	9	5	11	14	10	12	11

Шкала оценивания

Оценка	**Критерии оценивания**
Отлично / зачтено	Оценка «отлично» («зачтено») выставляется обучающемуся, если в процессе промежуточной аттестации он демонстрирует глубокое знание теоретического программного материала и безошибочно применяет его при решении практических заданий

Хорошо / зачтено	Оценка «хорошо» («зачтено») выставляется обучающемуся, если в процессе промежуточной аттестации он демонстрирует хорошую степень освоения теоретического программного материала, применяет теоретические положения при решении практических заданий, допуская при этом отдельные незначительные ошибки
Удовлетворительно / зачтено	Оценка «удовлетворительно» («зачтено») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует знания только основного программного материала, допускает неточности в формулировках, испытывает затруднения при выполнении практических заданий
Неудовлетворительно / не зачтено	Оценка «неудовлетворительно» («не зачтено») выставляется в случае, если обучающийся не освоил обязательный минимум знаний, умений и навыков в рамках дисциплины и допускает грубые ошибки при выполнении заданий промежуточной аттестации

6. Методические указания для освоения дисциплины

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных (лекционных, практических) занятиях, самостоятельную работу обучающихся и проведение контрольных мероприятий (текущей и промежуточной аттестации).

В начале учебного курса рекомендуется ознакомиться с рабочей программой дисциплины, обратив внимание на следующие ключевые моменты:

– перечень знаний, умений и навыков, которыми обучающийся должен овладеть в результате освоения дисциплины;

– тематический план проведения занятий;

– формы и материалы для проведения текущего контроля;

– учебники и учебные пособия по дисциплине, а также электронными ресурсы;

– оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации.

С целью обеспечения успешного освоения курса обучающийся должен готовиться к лекционным и практическим занятиям.

На лекционных занятиях рекомендуется конспектировать основные положения излагаемого преподавателем материала. При подготовке к занятиям целесообразно самостоятельно прорабатывать лекционный материал, особое внимание следует уделять возникающим при этом вопросам, выделяя или выписывая указанные моменты для дальнейшего уточнения и обсуждения на последующих занятиях. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Таким образом, подготовка к лекции заключается в:

– внимательном прочтении материала предыдущей лекции;

– знакомстве с темой предстоящей лекции (по тематическому плану или информации лектора);

– предварительном знакомстве с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;

– уяснении места изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;

– записи возможных вопросов преподавателю.

Практические занятия предполагают их проведение в различных формах (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий) с целью систематизации, углубления и конкретизации полученных теоретических знаний, а также формирования навыков их применения при решении практических задач. Подготовка к практическим занятиям заключается в:

– внимательном прочтении теоретического материала лекций, относящихся к данному занятию, изучении учебного материала в рекомендуемых учебно-методических пособиях;

– ответе на приведенные в рабочей программе дисциплины вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям лекционного, практического (семинарского) типов, лабора-

торным работам;

– выполнении заданий для самостоятельной работы по соответствующей теме.

В рамках практических занятий предусмотрено проведение мероприятий текущего контроля с целью выявления уровня освоения полученных знаний, умений, навыков и компетенций. Для осуществления текущего контроля в рабочей программе предусмотрены различные формы. При подготовке к контрольным мероприятиям рекомендуется ознакомиться с представленными в рабочей программе типовыми материалами для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Изучение дисциплины предполагает самостоятельное освоение обучающимся части учебного материала в соответствии с перечнем вопросов для самостоятельного изучения.

Одной из форм самостоятельной работы является подготовка реферата в соответствии с приведенной в рабочей программе тематикой. Тематика может быть расширена с учетом интересов обучающегося.

Структура реферата:

– Введение – это вступительная часть реферата, предваряющая текст. Оно должно содержать следующие элементы:

а) краткое освещение актуальности темы

б) степень ее изученности (краткий анализ научных, экспериментальных или практических достижений в той области, которой посвящен реферат);

в) определение объекта, предмета исследования;

в) цель данной работы;

г) задачи, требующие решения.

Объем введения – 2 страницы.

– Основная часть (как правило, 2-3 раздела)

В основной части реферата обучающийся дает письменное изложение материала по предложенному плану, используя источники из библиографического списка. В этом разделе работы формулируются основные понятия, их содержание, подходы к анализу, существующие в литературе, точки зрения на суть проблемы, ее характеристики. В соответствии с поставленной задачей делаются выводы и обобщения.

– Заключение

Заключение подводит итог работы. Оно может включать повтор основных тезисов работы, чтобы акцентировать на них внимание, содержать общий вывод, к которому пришел автор реферата, предложения по дальнейшей научной и практической разработке вопроса и т.п.

– Библиографический список

Объём реферата должен составлять 25-30 страниц формата А4. Для визуализации содержания и основных выводов по реферату обучающийся может подготовить презентацию с использованием соответствующего программного обеспечения.

Подготовка к промежуточной аттестации. предполагает целенаправленную, регулярную, систематическую работу при изучении дисциплины в рамках аудиторных занятий и самостоятельной работы. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и практических занятиях, а также в рамках самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для успешного прохождения промежуточной аттестации. Непосредственно подготовку к процедуре аттестации рекомендуется осуществлять в соответствии с приведенным в рабочей программе перечнем типовых оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации.

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

7.1. Основная литература

1. Балдин, К. В. Методы оптимальных решений : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Баш-

лыков, А. В. Рукосуев ; под общей редакцией К. В. Балдина. — 4-е, изд. — Москва : ФЛИНТА, 2015. — 328 с. — ISBN 978-5-9765-2068-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/74579.

2. Катаргин, Н. В. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие для вузов / Н. В. Катаргин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-44332-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/223430.

7.2. Дополнительная литература

1. Игнатова, Е. А. Методы оптимальных решений (Методы оптимальных решений. Эконометрика) : учебное пособие / Е. А. Игнатова. — Донецк : ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2019. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170501 (

2. Микони, С. В. Теория принятия управленческих решений / С. В. Микони. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-507-44495-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/261191.

3. Носко, В. П. Эконометрика : учебник : в 2 книгах / В. П. Носко. — Москва : Дело РАНХиГС, 2021 — Книга 1 — 2021. — 704 с. — ISBN 978-5-85006-294-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/199004.

4. Носко, В. П. Эконометрика : учебник : в 2 книгах / В. П. Носко. — Москва : Дело РАНХиГС, 2021 — Книга 2 — 2021. — 592 с. — ISBN 978-5-85006-295-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/199007.

5. Шелехова, Л. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие / Л. В. Шелехова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2165-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/20981.

7.3. Нормативные правовые документы.

1. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7). – URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referrer =https%3a%2f%2fwww.yandex.ru%2f

2. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919

7.4. Интернет-ресурсы

1. Официальный портал СИУ РАНХиГС – URL: http://orel.ranepa.ru.
2. Образовательная платформа Юрайт – URL: https://urait.ru/
3. ЭБС Лань – URL: https://e.lanbook.com/
4. ЭБС Znanium – URL: https://znanium.com/
5. Официальный сайт компании «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/, свободный.
6. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru, свободный.

7.5. Иные источники.

Не предусмотрены

8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Материально-техническая база

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, проекционное оборудование, доска,
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, проекционное оборудование, доска.
Компьютерный класс (аудитория для выполнения самостоятельной работы) /Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, проекционное оборудование, компьютеры, доска. Компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС СИУ РАНХиГС
Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования	Комплекты специализированной мебели для хранения оборудования

Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение и тип лицензии программного обеспечения
7-Zip	Архиватор с высокой степенью сжатия Свободная лицензия
Adobe reader – Russian	Просмотр, печать и внесение аннотаций в документы PDF. Свободная лицензия
Adobe Acrobat Reader DC– Russian	Чтение, печать и рецензирование файлов PDF. Свободная лицензия
Deductor Academic	Deductor — платформа для создания законченных аналитических решений. В платформу встроены современные методы извлечения, визуализации данных и анализа данных. Свободная лицензия
Expert Decide (собственная разработка)	Система авторами отнесена к классу систем поддержки принятия решений (СППР) и. Свободная лицензия
Google Chrome	Браузер Свободная лицензия
Java	Представляет собой язык программирования и платформу вычислений Свободная лицензия
Microsoft SQL Server 2008 Express	Является бесплатным выпуском SQL Server и представляет собой платформу данных для обучения и создания небольших серверных приложений, которые могут распространяться независимыми поставщиками программного обеспечения. Свободная лицензия
Microsoft Visual C++	Интегрированная среда разработки приложений на языке C++. Свободная лицензия

Mozilla FireFox	Браузер. Свободная лицензия
Opera	Браузер. Свободная лицензия
Word Tabulator	Предназначена для анализа текстов в среде MS Windows. Свободная лицензия
Yandex Браузер	Браузер Свободная лицензия
Apache Open Office	Свободный пакет офисных приложений. Свободная лицензия
SPSS Statistics 22 for Windows	Компьютерная программа для статистической обработки данных, предназначенных для проведения прикладных исследований в социальных науках. Лицензированная версия
Windows XP Professional Windows 7 Professional Windows 8 Pro Windows 8.1 Pro Windows 10 Pro	Операционные системы. Лицензированная версия
WindowsServer 2003 R2 WindowsServer 2008 Std/Ent Windows Server Enterprise 2008 R2 Windows Server 2012 Essentials WindowsServer 2012 Standard	Серверные операционные системы. Лицензированная версия
Office Professional Plus 2007 Office Professional Plus 2010 Office Standard 2007 Office Standard 2010 Office Standard 2013	Пакет офисных приложений. Лицензированная версия
“ДЕЛО-предприятие” под СУБД MS SQL Server	Система электронного документооборота (СЭД). Версия для учебных заведений
Консультант Плюс	Справочно-правовая система