УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИСБИ»

Кафедра бизнес-аналитики

«Утверждаю»
Зав. кафедрой
А.М. Найда
Протокол заседания
кафедры № 7
от « 26 » февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Экономико-математические модели в менеджменте
Направление подготовки	38.03.02 Менеджмент
Профили	Организация и управление бизнесом
Год набора	2026

Составитель:
доц. Валеева А.Н.

Казань

Содержание

1. Цели и задачи учебной дисциплины 3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП 4
3. Требования к результатам освоения дисциплины 5
4. Структура и содержание дисциплины 6
4.1 Модульно-тематический план и пояснительная записка с указанием этапов формирования компетенций 6
4.2 Содержание дисциплины по темам (разделам) 8
4.3 Планы практических и семинарских занятий 10
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов 16
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 18
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины 19
8. Оценка компетенций по изучаемой дисциплине 19

Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины состоит в освоении студентами теоретических знаний и приобретении элементарных практических навыков по формулированию прикладных экономико-математических моделей, их анализу и использованию для решения управленческих задач.

Задачи дисциплины:

1. Ознакомить студентов с сущностью, познавательными возможностями и практическим значением моделирования как одного из научных методов познания реальности.
2. Дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых в экономико-математическом моделировании.
3. Сформировать навыки решения модели или постановки модельного эксперимента на персональной ЭВМ.
4. Научить интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и применять их для обоснования управленческих решений.
5. Сформировать основу для дальнейшего самостоятельного изучения приложений экономико-математического моделирования в процессе профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к обязательной части блока 1 учебного плана по направлению 38.03.02 «Менеджмент».

Программа дисциплины строится на предпосылке, что студенты владеют знаниями, умениями и навыками, полученными в рамках изучения таких дисциплин как «Высшая математика», «Цифровые технологии и основы искусственного интеллекта» и т.п.

Дисциплина находится во взаимосвязи с дисциплинами согласно схеме:

Обеспечивающие учебные дисциплины

↓ Высшая математика
Цифровые технологии и основы искусственного интеллекта

Экономико-математические модели в менеджменте

Обеспечиваемые учебные дисциплины

↓ Исследование систем управления
Методы принятия управленческих решений

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Дисциплина «Экономико-математические модели в менеджменте» участвует в формировании следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО по направлению «Менеджмент»:

ОПК-2 «Способен осуществлять сбор, обработку и анализ данных, необходимых для решения поставленных управленческих задач, с использованием современного инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем»

После освоения дисциплины студент должен получить следующие образовательные результаты, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций:

Декомпозиция компетенций

Индикаторы	**Результаты обучения по дисциплине**
Компетенция ОПК-2	
ОПК-2.3 Собирает, обрабатывает и анализирует данные, необходимые для решения поставленных управленческих задач, с применением современных цифровых технологий	**ОПК-2.3 З.6** Знает основные понятия и инструменты экономико-математического моделирования для решения поставленных управленческих задач; **ОПК-2.3 У.8** Умеет осуществлять сбор, обработку и анализ данных, необходимых для решения поставленных управленческих задач, с использованием математического инструментария;
ОПК-2.4 Использует для решения поставленных управленческих задач интеллектуальные информационно-аналитические системы с применением современных цифровых технологий	**ОПК-2.4 В.11** Владеет инструментами экономико-математического моделирования для решения поставленных управленческих задач.

4. Структура и содержание дисциплины.

4.1. Модульно-тематический план и пояснительная записка с указанием этапов формирования компетенций

Общая трудоемкость дисциплины по очному и заочному обучению составляет 2 зачетные единицы (72 часов).

Модульная разбивка учебной дисциплины					
Направление «Менеджмент» Дисциплина: «Экономико-математические модели в менеджменте»					
Наименование модулей	Количество ауд. часов		Сам. работа очное/ очно-заочн.	Всего часов	Индикаторы компетенций
	Лекции очное/ очно-заочное	Практики очное/ очно-заочное			
Модуль 1					
Тема 1. Сфера и границы применения экономико-математического моделирования	2/-	-	4/6	6	ОПК-2.3 ОПК-2.4
Тема 2. Экономико-математические модели: типология и применение в разработке управленческих решений *	2/2	2/2	7/7	11	
Тема 3. Применение линейного программирования для принятия управленческих решений	2/2	2/2	8/8	12	
Модуль 2					
Тема 4. Элементы эконометрического моделирования*	2/-	4/-	7/13	13	ОПК-2.3 ОПК-2.4
Тема 5. Математическая игра в принятии решения	2/2	2/2	8/8	12	
Подготовка к зачету			18/18	18	
ИТОГО	10/6	10/6	52/60	72/72	

*Данная тема изучается с элементами интерактивных методов обучения

Пояснительная записка
с этапами формирования компетенций

Данный модульный курс состоит из 2-х модулей, порядок освоения которых выстраивает траекторию и этапы формирования заявленных компетенций (их индикаторов).

Модуль 1 включает в себя три учебные темы.

В результате прохождения первого модуля студент должен

- знать основные понятия и инструменты экономико-математического моделирования; постановку задач линейного программирования; содержания графического и аналитического методов решения задач линейного программирования; формулировку двойственной задачи линейного программирования и её экономическую интерпретацию; формулировку и варианты постановки транспортной задачи;
- уметь пользоваться математическим языком и математической символикой при построении оптимизационных моделей; формулировать критерий оптимальности (целевую функцию); формализовать исследуемую экономическую ситуацию; решать транспортную задачу;
- владеть понятийным аппаратом в области моделирования, навыком постановки построения основной задачи производственного планирования, транспортной задачи;
- владеть программным обеспечением решения задач линейного программирования (средство «Поиск решения» табличного процессора Microsoft Office Excel) и составления отчётов по проведённому экономико-математическому анализу и формулирования предлагаемого управленческого решения.

Уровень освоения полученных знаний, умений и навыков проверяется устным опросом, решением практических задач (контрольные работы и индивидуальное домашнее задание).

Модуль 2 включает в себя две учебные темы.

В результате прохождения второго модуля студент должен

- знать основы теории игр, критерии принятия решения в условиях полной и неполной определенности; общие принципы эконометрического моделирования;
- уметь определять оптимальные стратегии для поведения сторон в конфликтной ситуации;
- уметь анализировать и прогнозировать экономические процессы, опираясь на результаты, полученные путем эконометрического моделирования; оценивать качество модели парной регрессии;
- владеть навыком постановки задачи построения эконометрических моделей парной регрессии;
- владеть навыком решения прикладных задач с использованием эконометрических методов, в том числе на ЭВМ с использованием офисных средств MS Excel.

По результатам освоения модуля проводится устный опрос и решаются практические задачи (контрольная работа и индивидуальное домашнее задание).

4.2. Содержание дисциплины по темам (разделам)

Тема 1. Сфера и границы применения экономико-математического моделирования

Понятие экономико-математической модели. Типичные задачи, решаемые при помощи моделирования. Условия применимости, преимущества и недостатки метода моделирования. Этапы экономико-математического моделирования.

Классификация экономико-математических методов и моделей.

Тема 2. Экономико-математические модели: типология и применение в разработке управленческих решений

Общая постановка транспортной задачи линейного программирования. Условие баланса. Опорное решение транспортной задачи.

Методы определения начального опорного решения: метод северо-западного угла, метод минимальной стоимости. Переход от одного опорного решения к другому методом перераспределения поставок по циклу. Метод потенциалов.

Особенности решения транспортных задач с неправильным балансом.

Модификации транспортной задачи.

Использование транспортной задачи для планирования рынка сбыта продукции с учётом различий издержек производства в подразделениях (филиалах) и транспортных затрат.

Тема 3. Применение линейного программирования для принятия управленческих решений

Принцип оптимальности в планировании и управлении.

Формы записи задачи линейного программирования и их интерпретация.

Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования, графический метод решения задач линейного программирования с двумя переменными.

Симплексный метод. Отыскание опорного решения.

Экономические приложения линейного программирования: основная задача народнохозяйственного планирования по Л.В. Канторовичу, основная задача производственного планирования.

Тема 4. Элементы эконометрического моделирования

Предмет эконометрики, особенности эконометрического метода.

Спецификация моделей.

Парная регрессия и корреляция в эконометрических исследованиях. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии. Нелинейная

регрессия. Корреляция для нелинейной регрессии. Средняя ошибка аппроксимации.

Тема 5. Математическая игра в принятии решения

Основные понятия и определения теории игр.

Матричные игры. Смешанные стратегии матричных игр.

Статистические игры. Принятие решения в условиях полной неопределенности.

Принятие решения в условиях частичной неопределенности. Критерий Байеса.

4.3. Планы практических и семинарских занятий

Каждое практическое занятие начинается с проверки домашнего задания и подробного разбора задач, вызвавших затруднения. Тезисно напоминаются основные положения изучаемой темы, и рассматривается решение типовых задач. Выдается домашнее задание, рассчитанное ориентировочно на 1,5–2 часа.

Тема 1. Сфера и границы применения экономико-математического моделирования

Примеры вопросов для обсуждения

1. Примеры моделей из различных сфер деятельности человека.
2. Зачем нужен алгоритм моделирования?
3. Основные этапы экономико-математического моделирования и основные признаки классификации моделей.
4. Классификация моделей по степени агрегирования объектов моделирования.
5. Классификация моделей по учету фактора времени.
6. Классификация моделей по цели создания и применения.
7. Классификация моделей по учету фактора неопределенности.
8. Классификация моделей по типам математического аппарата.

Тема 2. Экономико-математические модели: типология и применение в разработке управленческих решений

Примеры практических задач:

1. Составить план перевозок зерна из районов A_1, A_2, A_3, A_4, запасы, которых составляют соответственно 800, 700, 1000 и 500 тыс.ц. На три элеватора B_1, B_2 и B_3 мощностью 1000, 1100 и 900 тыс.ц. Затраты на перевозку

1ц. зерна по соответствующим маршрутам выражены в денежных единицах и приведены в матрице тарифов

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 7 & 2 & 4 \\ 4 & 3 & 5 \\ 6 & 4 & 7 \end{pmatrix}.$$

2. В трех хранилищах A_1, A_2 и A_3 имеется соответственно 70, 90 и 50 тонн топлива. Необходимо спланировать перевозку топлива четырем потребителям B_1, B_2, B_3 и B_4, спрос которых составляет соответственно 50, 70, 40 и 40 тонн так, чтобы транспортные расходы были бы минимальны. Затраты на перевозку 1 т. топлива по соответствующему маршруту, выраженные в ден. единицах приведены в матрице тарифов

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 3 & 6 \\ 4 & 3 & 5 & 7 \\ 2 & 4 & 1 & 5 \end{pmatrix}.$$

Тема 3. ***Применение линейного программирования для принятия управленческих решений***

Примеры практических задач:

1. Магазин оптовой торговли реализует три вида продукции, используя в своей деятельности два ограниченных ресурса: полезную площадь своих помещений, составляющую 450 кв. м, и рабочее время сотрудников, лимит которого составляет 600 чел/час. Прибыль от реализации единицы продукции каждого вида составляет, соответственно 50, 65 и 70 тыс. руб. Затраты ресурсов на реализацию единицы каждого вида продукции могут быть представлены технологической матрицей $A = \begin{pmatrix} 1{,}5 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1{,}5 \end{pmatrix}$. Необходимо разработать план товарооборота, обеспечивающий магазину максимальную прибыль при условии, что общий объем реализованной продукции не должен быть менее 240 тыс. руб.

2. Цех производит три вида изделий, используя для этого древесину, запасы которой составляют 180 т.; пластмассу, запасы которой 120 т. и металл, запасы которого 220 т. Нормы расхода древесины на 1 тыс. ед.

продукции первого вида изделий составляют 9т., второго вида 9т., третьего вида 2 т. Нормы расхода пластмассы на производство 1 тыс. ед. продукции первого вида изделий составляют 4т., второго вида 3т., третьего вида 2т. Нормы расхода металла на производство 1тыс.ед. продукции первого вида составляют 1т., второго вида 2т., третьего вида 4т. Продажная стоимость единицы первого изделия равна 7 у.е., единицы второго 8 у.е., единицы третьего 6 у.е. Сформировать план производства, при котором достигается наибольшая стоимость выпускаемой продукции и установить как при этом будет расходоваться сырье.

3. Магазин оптовой торговли реализует три вида товаров, используя для этого три ограниченных ресурса: рабочее время служащих, лимит которого ограничен 1100 чел./час; площадь торговых залов, которая равна 120 кв. м. и площадь складских помещений 8000 кв. м. Для предпродажной подготовки и реализации единицы первого вида товара необходимо 0,1 чел./час. Рабочего времени; 0,05 кв. м. площади торговых залов и 3 кв. м. площади складских помещений. Соответствующие показатели для второго товара составляют 0,2 чел./час рабочего времени; 0,02 кв. м. площади торговых залов и 1 кв. м. площади складских помещений. Для третьего товара 0,4 чел./час рабочего времени; 0,02 кв. м. площади торговых залов; 2 кв. м. площади складских помещений. Доход, получаемый магазином от реализации единицы первого вида товара составляет 3 тыс. руб., единицы второго вида товара 5 тыс. руб., единицы третьего 4 тыс. руб. Сформировать план товарооборота, обеспечивающий магазину максимально возможный доход, установить величину этого дохода и потребное количество ресурсов.

Решение и реализация типовых задач с использованием офисных средств MS Excel.

Тема 4. Элементы эконометрического моделирования

Примеры практических задач:

По территориям региона приводятся данные за 199X г.:

Номер региона	Среднедушевой прожиточный минимум в день одного	Среднедневная заработная плата, руб., y

	трудоспособного, руб., x	
1	78	133
2	82	148
3	87	134
4	79	154
5	89	162
6	106	195
7	67	139
8	88	158
9	73	152
10	87	162
11	76	159
12	115	173

Требуется:

1. Построить линейное уравнение парной регрессии y по x.
2. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции, коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации.
3. Оценить статистическую значимость уравнения регрессии в целом и отдельных параметров регрессии и корреляции с помощью F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента.
4. Выполнить прогноз заработной платы y при прогнозном значении среднедушевого прожиточного минимума x, составляющем 107% от среднего уровня.
5. Оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал.
6. На одном графике отложить исходные данные и теоретическую прямую.

Решение и реализация типовых задач с использованием офисных средств MS Excel.

Тема 5. Математическая игра в принятии решения
Примеры практических задач:

1. Найти верхнюю и нижнюю цену игры А:

$$A=\begin{pmatrix}1 & 3 & 5 & 7\\ 2 & 0 & 6 & 0\\ 5 & 3 & 1 & 4\end{pmatrix}.$$

2. Найти оптимальные смешанные стратегии игроков и цену матричной игры с платежной матрицей

$$A=\begin{pmatrix}3 & 4 & -5\\ 8 & 7 & -2\\ 2 & -1 & 8\end{pmatrix}.$$

2. Найти оптимальную стратегию по критерию Вальда в игре с природой, платежная матрица которой имеет вид

$$A=\begin{pmatrix}2 & 1 & 9 & 4\\ 5 & 7 & 3 & 2\\ 4 & 2 & 6 & 7\end{pmatrix}.$$

Записать для нее матрицу риска и найти оптимальную стратегию по критерию Сэвиджа. Найти оптимальную стратегию по критерию Байеса, если вектор вероятностей состояний природы имеет вид: q = (0,1; 0,2; 0,2; 0,5).

Решение и реализация типовых задач с использованием офисных средств MS Excel.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к семинарским занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время семинарских занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на семинарских занятиях, контроль знаний студентов.

При подготовке к семинарским занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Перед каждым семинарским занятием студент изучает план семинарского занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на семинар материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач;
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого практического занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому семинарскому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на семинар или на индивидуальные консультации. Контрольные работы состоят из вопросов и задач, аналогичным задачам домашних заданий. Они оцениваются по 100 балльной системе в соответствии с Положением о модульно-рейтинговой системе организации учебного процесса и оценки успеваемости студентов, и выполняются в учебные часы по расписанию в виде письменного решения индивидуальных контрольных заданий. Далее по разделам приводятся примерные варианты контрольных заданий.

Для более глубокого освоения дисциплины студентам рекомендуется больше решать задач из базового учебного пособия из списка основной литературы. На семинарских занятиях приветствуется способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективное решение поставленных проблем.

Контроль над ходом и результатами самостоятельной работы студентов может осуществляться в сплошной, индивидуальной, выборочной формах.

В процессе самостоятельного изучения студент обязан проработать перечисленные ниже темы, для углубления теоретических знаний и

практических навыков, на основании методических рекомендаций по самостоятельной работе.

Темы для самостоятельного изучения

1. Сетевой график и его параметры.
2. Методы и модели массового обслуживания.
3. Многокритериальный выбор альтернатив принятия решения.
4. Методы имитационного моделирования.
5. Модели управления запасами.
6. Постановка задачи нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера
7. Экономические приложения нелинейного программирования: числовые модели
8. Межотраслевой баланс и структура цен в экономике
9. Модель экономического роста Солоу. Стационарные траектории и их свойства. Устойчивость равновесных положений в модели Солоу. Золотая норма сбережения.
10. Методы и модели прогнозирования временных рядов экономических показателей.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная

1. Яроцкая Е.В. Экономико-математические методы и моделирование : учебное пособие / Яроцкая Е.В.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-4497-3855-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/145188.html

2. Яроцкая Е.В. Экономико-математические методы и моделирование : учебное пособие / Яроцкая Е.В.. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-4497-3855-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/145188.html

Дополнительная

1. Симак, Р. С. Экономико-математические методы и модели в социально-экономических исследованиях : учебное пособие / Р. С. Симак, Д. И. Васильев, Г. Г. Левкин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 151 с. —

ISBN 978-5-4497-3138-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/140606.html

2. Выгодчикова И.Ю. Математические методы в экономике: методы, модели, задачи : учебное пособие / Выгодчикова И.Ю.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 122 с. — ISBN 978-5-4497-3240-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/141279.html

Интернет-ресурсы, современные профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

http://www.iprbookshop.ru Электронно-библиотечная система «IPR SMART»

https://disk.yandex.ru/ Яндекс.Диск

https://zoom.us/ru-ru/meetings.html Zoom - программа для организации видеоконференций

7. Материально- техническое обеспечение дисциплины

Основными видами учебных занятий являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов. Материально-техническое обеспечение дисциплины – учебная аудитория с классической доской, кабинет для самостоятельной работы студентов, читальный зал и библиотека, видеопро-екционное оборудование, компьютер, оснащенный типовым пакетом систем-ного и офисного ПО (Операционная система Microsoft Windows 7 Pro, Microsoft Office 2013. Программное обеспечение, входящее в типовой уста-новочный пакет, получает обновление в автоматическом, установленном раз-работчиком (компанией Microsoft) порядке, посредством сети Интернет. Подтверждающие документы: Microsoft Open License №40962726 от 16.08.2006г., №44971865 от 24.12.2008г., №46256422 от 11.12.2009г., №61280992 от 13.12.2012г.; Акт приема-передачи неисключительного огра-ниченного права на лицензионное ПО № ПРСЧ-12-04326 от 18.12.2013г., №558 от 18.12.2014г., №ПРСЧ-15-01353 от 10.11.2015г., №272 от 15.04.2016г. , бухгалтерские документы,

подтверждающие факт приобретения лицензионного ПО), в соответствии с Реестром материально-технического обеспечения аудиторного фонда Университета управления «ТИСБИ».

8. Оценка компетенций по изучаемой дисциплине

Для оценки компетентности рекомендуется использовать рейтинговую оценку знаний, умений и навыков студента по окончанию изучения каждого Модуля в соответствии с Положением о модульно-рейтинговой системе организации образовательного процесс. Итоговая оценка (в баллах) складывается из баллов, набранных по каждому Модулю (семестровая оценка) и баллов, набранных, непосредственно на экзамене (зачете).

Расчет набранных баллов по дисциплине осуществляется в следующей последовательности:

$C = \frac{K_1 + K_2 + ...K_n}{n} \times 0{,}6$, где К – количество баллов по модулю; n – количество модулей

$З = K \times 0{,}4$, где К - количество баллов на экзамене (зачете);

$И = C + З + П$, где П – поощрительные баллы (от 1 до 5).

Уровень сформированности компетенций и их основные признаки оцениваются по следующим таблицам:

Оценка уровня сформированности компетенции ОПК-2

«Способен осуществлять сбор, обработку и анализ данных, необходимых для решения поставленных управленческих задач, с использованием современного инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем»

в части дисциплины «Экономико-математические модели в менеджменте»

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Основные признаки уровня	Инструменты оценки сформированности уровня
1	**Пороговый уровень (как минимально допустимый)** (обязательный для всех студентов-выпускников вуза по завершении освоения ОПОП ВО) (от 60 до 70 баллов)	- знать основные понятия и инструменты экономико-математического моделирования; постановку задач линейного программирования; варианты постановки транспортной задачи; - знать основы теории игр, критерии принятия решения в условиях полной и неполной определенности; - уметь пользоваться математическим языком и математической символикой при построении оптимизационных моделей; формулировать критерий оптимальности (целевую функцию); формализовать исследуемую экономическую ситуацию; решать транспортную задачу; - владеть понятийным аппаратом в области моделирования, навыком постановки построения основной задачи производственного планирования, транспортной задачи.	Выступление на семинаре Индивидуальные домашние задания Контрольная работа (решение типовых задач на уровне применения формул) Зачет
2	**Базовый уровень (относительно порогового уровня)** **(**От 71 до 85 баллов**)**	- знать основные понятия и инструменты экономико-математического моделирования; постановку задач линейного программирования; содержания графического и аналитического методов решения задач линейного программирования; формулировку двойственной задачи линейного программирования и её экономическую интерпретацию; формулировку и варианты постановки транспортной задачи; - знать основы теории игр, критерии принятия решения в условиях полной и неполной определенности; общие принципы	Выступление на семинаре Индивидуальные домашние задания Контрольная работа Зачет

		эконометрического моделирования; - уметь пользоваться математическим языком и математической символикой при построении оптимизационных моделей; формулировать критерий оптимальности (целевую функцию); формализовать исследуемую экономическую ситуацию; решать транспортную задачу; определять оптимальные стратегии для поведения сторон в конфликтной ситуации; - владеть навыком постановки построения основной задачи производственного планирования, транспортной задачи; программным обеспечением решения задач линейного программирования (средство «Поиск решения» табличного процессора Microsoft Office Excel) и составления отчётов по проведённому экономико-математическому анализу и формулирования предлагаемого управленческого решения; владеть навыком постановки задачи построения эконометрических моделей парной регрессии.	

3	**Повышенный уровень (относительно порогового уровня)** (От 86 до 100 баллов)	- знать основные понятия и инструменты экономико-математического моделирования; постановку задач линейного программирования; содержания графического и аналитического методов решения задач линейного программирования; формулировку двойственной задачи линейного программирования и её экономическую интерпретацию; формулировку и варианты постановки транспортной задачи; - знать основы теории игр, критерии принятия решения в условиях полной и неполной определенности; общие принципы эконометрического моделирования; - уметь пользоваться математическим языком и математической символикой при построении оптимизационных моделей; формулировать критерий оптимальности (целевую функцию); формализовать исследуемую экономическую ситуацию; решать транспортную задачу; определять оптимальные стратегии для поведения сторон в конфликтной ситуации; анализировать и прогнозировать экономические процессы, опираясь на результаты, полученные путем эконометрического моделирования; оценивать качество модели парной регрессии; - владеет навыком постановки задачи построения экономико-математических моделей; навыком работы с этими моделями в MS Excel; навыком составления отчётов по проведённому экономико-математическому анализу и формулирования предлагаемого управленческого решения.	Выступление на семинаре Индивидуальные домашние задания Контрольная работа Зачет

Приложение 1

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

Студентам на первом занятии необходимо ознакомиться с Рабочей программой дисциплины, где прописаны цели, задачи и трудоемкость дисциплины. Перед началом изучения дисциплины необходимо повторить учебный материал обеспечивающих учебных дисциплин предшествующих курсов, которые дают основу для изучения дисциплины «Экономико-математические модели в менеджменте».

Затем необходимо ознакомиться с порядком изучения дисциплины, т.е. модульно-тематическим планом и пояснительной запиской с указанием этапов формирования заявленных компетенций.

И, наконец, ознакомиться с порядком оценивания результатов обучения, для чего необходимо изучить следующие документы: Положение о модульно-рейтинговой системе оценивания и Принципы оценки уровня знаний, умений и навыков (характеристика ответа).

Студент должен внимательно изучить перечень основной (дополнительной) литературы и взять необходимые учебники в библиотеке.

При подготовке к семинарскому занятию необходимо уточнить план проведения занятий, подготовить необходимую документацию. Практические занятия проводятся после лекционного изучения темы. Решение задач, приведенных в программе учебной дисциплины обязательно.

При изучении данного курса преподавателем используются интерактивные методы обучения, что помогает эффективнее сформировать заявленные компетенции. При проведении занятий с помощью интерактивных технологий группа разбивается на команды. Каждой команде даются проблемно-ориентированные задания, содержащие профессиональный контекст. Информацию, необходимую для выполнения задания, участники группы получают из книг, лекционного материала и из Интернета. Занятие проводится в постоянном сравнении расчетов и выступлении участников команд.

Интерактивные формы обучения обеспечивают высокую мотивацию, прочность знаний, творчество, коммуникабельность, командный дух, ценность индивидуальности, свободу самовыражения, акцент на деятельность, взаимоуважение и демократичность.

Приложение 2

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИСБИ»

Кафедра бизнес-аналитики

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации
по дисциплине
«Экономико-математические модели в менеджменте»

направление подготовки: 38.03.02 «Менеджмент»

профили «Организация и управление бизнесом»

год набора 2026

Казань

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Наполнение фонда оценочных средств по формам контроля
   2.1 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для текущего контроля.
      2.1.1 Выступление на семинаре
      2.1.2 Индивидуальные домашние задания
      2.1.3 Контрольная работа
   2.2 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для промежуточного контроля.
      2.2.1 Фонд оценочных средств для проверки знаний и умений (вопросы к зачету)
      2.2.2 Фонд оценочных средств для проверки сформированности навыков (задачи к зачету)

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Формируемые компетенции и их индикаторы / Формы контроля	ОПК-2	
	ОПК-2.3	ОПК-2.4
Формы текущего контроля		
Выступление на семинаре	З 6, У8	
Индивидуальные домашние задания	З 6, У8	В11
Контрольная работа	З 6, У8	В11
Формы промежуточного контроля		
Зачет	З 6, У8	В11

2. Наполнение фонда оценочных средств по формам контроля.

2.1. Фонд оценочных средств и шкала оценивания для текущего контроля

2.1.1. Выступление на семинаре

Выступление на семинаре является формой контроля для оценки уровня освоения компетенций, применяемой на семинарских занятиях. Выступление на семинаре может проводиться с использованием форм устного опроса, публичного выполнения задания определенного типа по теме занятия, обсуждения докладов, выполненных индивидуальных заданий и проблемных вопросов. Выступление на семинаре, таким образом, включает обязательную для всех студентов оценку текущего контроля знаний в виде устного опроса, а также выступление студентов по проблемным вопросам.

Примерные вопросы к семинарским занятиям

Вопросы на проверку знаний

1. Примеры моделей из различных сфер деятельности человека.
2. Зачем нужен алгоритм моделирования?
3. Каковы основные этапы моделирования и основные признаки классификации моделей.
4. Классификация моделей по степени агрегирования объектов моделирования.
5. Приведите примеры экономических задач, приводящих к задачам линейного программирования (ЗЛП).
6. Что включает математическая модель ЗЛП?
7. Когда применяется геометрический метод решения ЗЛП? Изложите

алгоритм геометрического метода.

8. Изложите алгоритм симплекс-метода.

9. Дайте математическую формулировку транспортной задачи.

10. Что такое опорный план транспортной задачи?

11. Каков критерий оптимальности для транспортной задачи?

12. Каковы основные теоремы двойственности? Их экономический смысл.

13. Как определить решение двойственной задачи из решения прямой?

14. Какова экономическая интерпретация двойственных оценок и их экономические свойства?

15.Что такое матрица игры (платежная матрица, матрица потерь)?

16. Охарактеризуйте игру с седловой точкой.

Критерии оценивания выступления на семинаре

Результат	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса, логично и последовательно отвечает на вопрос. Дает развернутый ответ с практическими примерами	100-90
Дает полный и логически правильный ответ на вопрос, но сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу не может	80-89
Демонстрирует частичное понимание сути вопроса, способен охарактеризовать суть рассматриваемого явления.	70-79
Способен сформулировать определения терминов, привести классификацию, перечислить формы, методы и т.п., но не может дать их характеристику	60-69
Демонстрирует непонимание вопроса, отвечает с наличием грубых ошибок в ответе либо не отвечает на вопросы	Менее 60

2.1.2. Индивидуальные домашние задания

Индивидуальные домашние задания – это задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Индивидуальное домашнее задание №1 на тему «Решение задач линейного программирования» (модуль 1)

Задание

А) Решить графическим методом задачу линейного программирования согласно индивидуальному варианту (см. ниже таблицу).

Б) Составить и решить симплексным методом задачу линейного программирования (с учётом изменений, предусмотренных индивидуальным вариантом задания), предназначенную для составления оптимальной производственной программы молокоперерабатывающего предприятия при следующих условиях:

♦ Ассортимент выпускаемой продукции включает пастеризованное молоко, кефир и сметану, а также дополнительную продукцию согласно индивидуальному варианту задания.

♦ Затраты сырого молока составляют:

♦ На пастеризованное молоко – 1,01 кг/кг;

♦ На кефир – 1,01 кг/кг;

♦ На сметану – 9,45 кг/кг.

♦ Поставщики в состоянии поставить не более 140 ц молока в сутки.

♦ Фасовка молока и кефира осуществляется на автоматизированной линии производительностью 5 ц молока или 6 ц кефира в час. В течение суток линия может эксплуатироваться не более 21 часа.

♦ Фасовка сметаны осуществляется на другой автоматизированной линии производительностью 30 кг сметаны в час. В течение суток линия может эксплуатироваться не более 16 часов.

♦ Цена реализации пастеризованного молока – 2,4, кефира – 2,7, сметаны – 13,8 тыс. руб./ц.

♦ План должен обеспечивать максимальную *выручку* от реализации молочной продукции (контракт на поставку молока уже оплачен).

В) Оформить отчёт по проведенному экономико-математическому анализу.

Варианты заданий

К заданию А)

$\max x_1 + 3x_2$	$\min -6x_1 + 9x_2$	$\min 2x_1 - x_2$
$-x_1 + 3x_2 \,„\, 3$	$x_1 + 3x_2 \ldots 9$	$2x_1 + 3x_2 \ldots 12$
1. $x_1 + x_2 \,„\, 7$	2. $-2x_1 + x_2 \,„\, 5$	3. $x_1 - x_2 \,„\, 1$
$3x_1 + x_2 \,„\, 15$	$2x_1 - 3x_2 \,„\, 0$	$x_1 \,„\, 5$
$x_1 \ldots 0, x_2 \ldots 0$	$x_1 \ldots 0, x_2 \ldots 0$	$x_1 \ldots 0, x_2 \ldots 0$

К заданию Б)

1. Дополнительный вид продукции — творог. Цена — 5200 руб./ц. Затраты сырого молока — 17 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки творога — 0,8 ц/ч. Оборудование может работать не более 16 ч./сут.
2. Дополнительный вид продукции — йогурт. Цена — 2200 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,9 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки сметаны — 0,2 ц/ч. Максимальный выпуск — 20 ц/сут.
3. Дополнительный вид продукции — творожные сырки. Цена — 7200 руб./ц. Затраты сырого молока — 15 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки творожных сырков — 0,2 ц/ч. Оборудование может работать не более 16 ч./сут.

Критерии оценивания

Результат выполнения индивидуального домашнего задания №1 студентом оценивается в баллах. Оценка данной работы производится по 100 балльной системе:

1) Решение задачи А) графическим методом с представлением чертежей, поясняющих решение задачи линейного программирования (30 баллов);

2) Построение математической модели задачи Б) с указанием названий и единиц измерения переменных и ограничений (10 баллов);

3) Запись исходной, промежуточных и заключительной симплекс-таблиц (20 баллов);

4) Получение оптимального решения, оптимального значения целевой функции. Экономическая интерпретация оптимального плана (20 баллов);

5) Выполнение проверки правильности численного решения с использованием программных средств линейной оптимизации (MS Excel) (20 баллов).

Индивидуальное домашнее задание №2 на тему «Линейная парная регрессия» (модуль 2)

По территориям региона приводятся данные за 199X г. (p_1 – число букв в полном имени, p_2 – число букв в фамилии):

Номер региона	Среднедушевой прожиточный минимум в день одного трудоспособного, руб., x	Среднедневная заработная плата, руб., y
1	78+ p_2	133+ p_1
2	80+ p_1	148
3	87	135+ p_2
4	79	154
5	106	157+ p_2
6	106+ p_2	195
7	67	139
8	98	158+ p_1
9	73+ p_1	152
10	87	162
11	86	146+ p_1
12	110+ p_2	173

Требуется:

1. Построить линейное уравнение парной регрессии y по x.

2. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции, коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации.

3. Оценить статистическую значимость уравнения регрессии в целом и отдельных параметров регрессии и корреляции с помощью F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента.

4. Выполнить прогноз заработной платы y при прогнозном значении среднедушевого прожиточного минимума x, составляющем 107% от среднего уровня.

5. Оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал.

6. На одном графике отложить исходные данные и теоретическую прямую.

7. Проверить вычисления в **MS Excel**.

Критерии оценивания

Результат выполнения индивидуального домашнего задания №3 студентом оценивается в баллах. Оценка данной работы производится по 100 балльной системе:

1. – 20 баллов
2. – 15 баллов
3. – 15 баллов
4. – 15 баллов
5. – 15 баллов
6. – 5 баллов
7. – 15 баллов

2.1.3. Контрольная работа

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Контрольная работа используется для текущего контроля умений и навыков студентов. В целях освоения компетенции для написания контрольной работы студенты изучают необходимый теоретический материал по теме, а также отрабатывают навыки решения соответствующих задач. Каждому студенту выдается индивидуальный вариант контрольной работы из расчета по времени на решение на одну полную пару.

Типовой вариант контрольной работы №1 (модуль 1)

1. **а)** Решить задачу линейного программирования симплексным методом (40 баллов);

б) Сравнить полученное решение с решением, найденным геометрически (20 баллов)

$$L(x_1, x_2) = x_1 + 2x_2 \Rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \le 2; \\ x_1 + x_2 \le 6; \\ x_1 \le 4; \\ x_2 \le 3; \end{cases} \quad x_1,\ x_2 \ge 0$$

2. Для изготовления изделий двух типов А и Б имеется 200 кг металла. На изготовление одного изделия типа А расходуется 2 кг металла, а одного изделия типа Б – 4 кг. Составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки от продажи изготовленных изделий, если одно изделие типа А стоит 50 руб., а одно изделие типа Б – 70 руб., причем изделий типа А можно изготовить не более 60, а изделий типа Б – не более 30. Решить задачу симплексным методом. (40 баллов)

Типовые варианты контрольной работы №2 (модуль 1)

Задание 1. К данным задачам составить двойственные. Решив одну из них, найти оптимальное решение другой (50 баллов).

Вариант	Задача	Вариант	Задача
1	$Z(X) = x_1 + 4x_2 + x_3 \to \max,$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 2x_3 \le 9 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 \ge 6 \end{cases}$ $x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0.$	3	$Z(X) = -2x_1 - 2x_2 - 2x_3 \to \min,$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \le 4 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \ge 6 \end{cases}$ $x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0.$
2	$Z(X) = 2x_1 + x_2 - x_3 \to \min,$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 \ge 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \le 7 \end{cases}$ $x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0.$	4	$Z(X) = -3x_1 - 2x_2 - 2x_3 \to \min,$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \ge 3 \\ x_1 + x_3 \le 2 \end{cases}$ $x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0.$

Задание 2. Решить транспортную задачу методом потенциалов (50 баллов)

Вариант	Задача						Вариант	Задача					
1	b_j / a_i	10	10	25	25	30	3	b_j / a_i	50	50	100	100	50
	10	1	5	7	9	3		50	3	4	6	5	13

	20	4	6	4	7	13		50	6	3	7	6	10
	10	1	5	3	4	9		100	10	5	2	2	6
	30	2	4	2	10	3		150	9	4	4	9	5
	10	3	2	5	6	4		100	3	2	4	2	3
2	b_j / a_i	100	200	200	300	200	4	b_j / a_i	200	200	400	200	100
	100	4	3	5	2	3		200	5	2	1	6	4
	200	7	1	2	3	1		300	6	2	4	4	6
	300	9	2	4	5	6		200	9	2	3	7	5
	100	1	3	6	4	10		200	7	3	5	8	7
	200	5	8	15	6	15		100	3	2	4	2	3

Типовой вариант контрольной работы №3 (модуль 2)

1. Найти оптимальные смешанные стратегии игроков и цену матричной игры с платежной матрицей

$$A=\begin{pmatrix} 3 & 4 & -5 \\ 8 & 7 & -2 \\ 2 & -1 & 8 \end{pmatrix}. \qquad \text{(50 баллов)}$$

2. Найти оптимальную стратегию по критерию Вальда в игре с природой, платежная матрица которой имеет вид

$$A=\begin{pmatrix} 2 & 1 & 9 & 4 \\ 5 & 7 & 3 & 2 \\ 4 & 2 & 6 & 7 \end{pmatrix}. \qquad \text{(50 баллов)}$$

Записать для нее матрицу риска и найти оптимальную стратегию по критерию Сэвиджа. Найти оптимальную стратегию по критерию Байеса, если вектор вероятностей состояний природы имеет вид: q = (0,1; 0,2; 0,2; 0,5).

Критерии оценивания контрольной работы

Результат выполнения контрольной работы студентом оценивается в баллах. Оценка письменного ответа студента по результатам контрольной работы производится по 100 балльной системе.

2.2. Фонд оценочных средств и шкала оценивания для промежуточного контроля

2.2.1 Фонд оценочных средств для проверки знаний/умений

Примеры вопросов к зачету:

1. Основные этапы экономико-математического моделирования.

2. Постановка задачи линейного программирования. Виды задач.

3. Графический метод решения задач линейного программирования.

4. Симметричная и каноническая форма задачи линейного программирования.

5. Симплекс-метод решения задач линейного программирования (основная идея).

6. Двойственность в задачах линейного программирования.

7. Теоремы двойственности и их экономический смысл.

8. Общая постановка транспортной задачи. Открытая и закрытая модели.

9. Методы составления первоначального плана транспортной задачи.

10. Метод потенциалов решения транспортной задачи.

11. Основные понятия теории игр.

12. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры.

13. Чистые и смешанные стратегии. Седловой элемент.

14. Активные и тривиальные стратегии. Теорема о доминировании.

15. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.

16. Геометрическая интерпретация матричной игры 2×2.

17. Сведение матричной игры к ЗЛП.

18. Проблема принятия решения в условиях неопределенности.

19. Матрица рисков. Критерий Вальда. Критерий Сэвиджа.

20. Критерий Гурвица. Критерий Байеса.

21. Особенности эконометрического метода.

22. Линейная регрессия и корреляция: смысл и оценка параметров.

23. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.

24. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.

25. Нелинейная регрессия и корреляция.

26. Средняя ошибка аппроксимации.

2.2.2 Фонд оценочных средств для проверки сформированности навыков

Примеры задач к зачету
для проверки сформированности умений и навыков студентов

1. Решить графически ЗЛП.

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \le 2; \\ x_1 + x_2 \le 6; \\ x_1 \le 3; \\ x_2 \le 4; \end{cases}$$

$x_1,\ x_2 \ge 0.$

$F(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2 \ \to \ \max.$

2. Для изготовления двух видов изделий B_1 и B_2 используются три вида сырья. Общее количество сырья первого вида – 120 кг, второго вида – 200 кг, третьего – 180 кг. Расход сырья (кг) каждого вида на изготовление единицы изделия B_1 – 4 кг, 4 кг, 0 кг соответственно, на изготовление единицы изделия B_2 – 3 кг, 10 кг, 15 кг соответственно. Найти оптимальный план производства изделий B_1 и B_2, обеспечивающий максимальную прибыль, если изделие B_1 дает прибыль в 5 у.е., а изделие B_2 – 6 у.е.

3. Кондитерская фабрика для производства двух видов карамели B_1 и B_2 использует три вида основного сырья: сахар, патоку, фруктовое пюре. Нормы расхода сырья каждого вида на производство 1 тонны карамели B_1: 0,5; 0,4; 0,1 соответственно, на производство 1 тонны карамели B_2: 0,8; 0,3; 0,1 соответственно. Общий запас сахара – 80 тонн, патоки – 60 тонн, фруктового пюре – 12 тонн. Прибыль от реализации 1 т карамели B_1 составляет 1080 у.е., а от 1 т карамели B_2 – 1120 у.е. Найти оптимальный план производства карамели.

4. Имеется три пункта поставки однородного груза A_1, A_2, A_3 и четыре пункта B_1, B_2, B_3, B_4 потребления этого груза. На пунктах A_1, A_2 и A_3 груз находится соответственно в количествах a_1, a_2 и a_3 условных единиц. В пункты B_1, B_2, B_3 и B_4 требуется доставить соответственно b_1, b_2, b_3 и b_4

условных единиц груза. Стоимость перевозки единицы груза между пунктами A_i $(i=1,\ 2,\ 3)$ и пунктами B_j $(j=1,\ 2,\ 3,\ 4)$ задается матрицей C. Требуется составить план перевозок, обеспечивающий минимальные транспортные затраты, при этом необходимо полностью вывезти продукцию от поставщиков и полностью удовлетворить потребности потребителей.

$$\begin{array}{ll} a_1=100, & b_1=70, \\ a_2=170, & b_2=180, \\ a_3=180; & b_3=150, \\ & b_4=50; \end{array} \qquad C=\begin{pmatrix} 7 & 5 & 2 & 3 \\ 5 & 8 & 10 & 2 \\ 10 & 5 & 8 & 12 \end{pmatrix}.$$

5. Найти седловую точку и цену матричной игры с платежной матрицей.

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

6. Для следующих платежных матриц определить нижнюю и верхнюю цены игры, минимаксные стратегии и наличие седловых точек.

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

7. Графическим методом найти решение игры, заданной матрицей.

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 5 & 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 & 5 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}.$$

8. Симплексным методом найти решение игры, заданной матрицей.

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 4 \\ 1 & 5 & 4 & 3 \\ 2 & 6 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

9. Игра задана матрицей

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

Требуется: провести всевозможные упрощения, решить игру в смешанных стратегиях аналитически, решить графически.

10. Найти оптимальные стратегии Вальда и Сэвиджа и выписать матрицу рисков в игре с природой, платежная матрица которой

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

11. Предприятие может выпускать три вида продукции (*а*, *б*, *в*), получая при этом прибыль, зависящую от спроса. Спрос, в свою очередь, может принимать одно из четырех состояний (1, 2, 3, 4). В следующей матрице элементы a_{ij} характеризуют прибыль, которую получит предприятие при выпуске i-й продукции и j-м состоянии спроса:

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

Определить оптимальные пропорции в выпускаемой продукции, считая состояние спроса полностью неопределенным, гарантируя при этом среднюю величину прибыли при любом состоянии спроса.

12. На основании данных

Продолжительность хранения (час.)	1	3	6	8	10
Усушка (% к весу горячего хлеба)	1,6	2,4	2,8	3,2	3,3

о зависимости усушки формового хлеба от продолжительности хранения получены оценки параметров парной линейной регрессии $\hat{y} = 1,637 + 0,183x$.

Найти остаточную дисперсию $S^2_{\text{îñò}}$.

13. Определить, какие из представленных ниже функций линейны по переменным, линейны по параметрам, нелинейны ни по переменным, ни по параметрам.

а) $y = a + bx^3 + \varepsilon$,

б) $y = a + b\ln x + \varepsilon$,

в) $\ln y = a + b\ln x + \varepsilon$,

г) $y = a + bx^c + \varepsilon$,

д) $y^a = b + cx^2 + \varepsilon$,

е) $y = 1 + a(1 - x^b) + \varepsilon$,

ж) $y = a + b\frac{x}{10} + \varepsilon$.

14. Для двух видов продукции А и Б зависимость расходов предприятия *y* (тыс. руб.) от объема производства *x* (шт.) характеризуется данными, представленными в следующей таблице:

Уравнение регрессии	Показатели корреляции	Число наблюдений
$y_A = 160 + 0{,}8x$	0,85	30
$y_Б = 50x^{0{,}6}$	0,72	25

а) Пояснить смысл величин 0,8 и 0,6 в уравнениях регрессии.

б) Сравнить эластичность расходов от объема производства для продукции А и Б при выпуске продукции А в 500 единиц.

в) Определить, каким должен быть выпуск продукции А, чтобы эластичность ее расходов совпадала с эластичностью расходов на продукцию Б.

г) Оценить значимость каждого уравнения регрессии с помощью *F*-критерия Фишера.

15. Зависимость объема продаж *y* (тыс. долл.) от расходов на рекламу *x* (тыс. долл.) характеризуется по 12 предприятиям концерна следующим

образом:

уравнение регрессии: $y = 10,6 + 0,6x$
среднее квадратическое отклонение *x*: $\sigma_x = 4,7$
среднее квадратическое отклонение *y*: $\sigma_y = 3,4$

а) Определить коэффициент корреляции.

б) Построить таблицу дисперсионного анализа для оценки значимости уравнения регрессии в целом.

в) Найти стандартную ошибку оценки коэффициента регрессии.

г) Оценить значимость коэффициента регрессии через *t*-критерий Стьюдента.

д) Определить доверительный интервал для коэффициента регрессии с вероятностью 0,95 и сделать экономический вывод.

Критерии оценки уровня усвоения знаний, умений и навыков по результатам зачета

Характеристика ответа	Европейская оценка	Рубежные баллы	Оценка	Уровень сформированности компетенций
Дан полный, развернутый ответ на поставленный теоретический вопрос билета, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном ориентировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен математическим языком, логичен, доказателен с использованием примеров. При ответе на экзаменационный билет студент демонстрирует применение знаний к реальным профессиональным ситуациям, объясняет решение задачи на уровне анализа, синтеза и дает свою оценку решения проблемы. Причем студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания и правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	**A**	**100-96**	**зачтено**	**Повышенный уровень сформированности компетенций**
Дан полный, развернутый ответ на поставленный теоретический вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Умеет тесно увязывать теорию с практикой. Задача решена правильно и с обоснованием принятого решения. Ответ изложен математическим языком, логичен, доказателен с использованием примеров. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	**A**	**95-91**	**зачтено**	

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Задача решена верно, правильно обосновывает принятую методику решения задачи. Ответ изложен математическим языком, логичен, доказателен с использованием примеров. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя.	**A**	**90-86**	**зачтено**	
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен математическим языком. Студент владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	**B**	**85-81**	**зачтено**	**Базовый уровень сформированности компетенций**
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Студент владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Ответы на дополнительные вопросы логичны, изложены в терминах науки, однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью "наводящих" вопросов преподавателя.	**C**	**80-76**	**зачтено**	
Студент демонстрирует достаточные теоретические и практические знания. Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий или решении практической задачи, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	**C**	**75-71**	**зачтено**	

Дан недостаточно полный и развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студент испытывает затруднения при выполнении практической задачи и не может связать теорию с практикой.	**D**	**70-66**	**зачтено**	**Пороговый уровень сформированности компетенций**
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Испытывает затруднения при выполнении практических задач. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	**E**	**65-61**	**зачтено**	
Дан неполный ответ. Присутствует нелогичность изложения. Студент затрудняется с доказательностью. Масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. В ответе отсутствуют выводы. Речь неграмотна. При ответе на дополнительные вопросы студент начинает понимать связь между знаниями только после подсказки преподавателя	**E**	**60**	**зачтено**	
Студент испытывает значительные трудности в ответе на экзаменационные вопросы. Присутствует масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. Речь неграмотна. На дополнительные вопросы студент не отвечает. Задача не решена	**F**	**Менее 60**	**не зачтено**	**Компетенции не сформированы**