Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)

Комплект оценочных материалов
по дисциплине «Экономико-математическое моделирование»

Направление подготовки:	02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
Профиль подготовки:	Искусственный интеллект и интеллектуальная обработка данных
Квалификация:	Магистр
Форма обучения	Очная

Москва

Содержание

1. Общие положения....3
2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке....3
3. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины....4
4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости....4
5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации....5

1. Общие положения

Комплект оценочных материалов (далее - ОМ) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины «Экономико-математическое моделирование».

ОМ включают контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в форме зачета.

ОМ разработаны на основании:

- основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем;
- рабочей программы дисциплины «Экономико-математическое моделирование».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями

ПК-2	**Управление работами системных аналитиков**
ПК-2.1	Разработка методик выполнения работ подчиненными системными аналитиками на всем жизненном цикле
ПК-2.2	Контроль и координация работ, выполняемых подчиненными системными аналитиками

Код индикатора компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2.1	*Знать:* - принципы формализации прикладных задач в виде математических моделей; - современные методы анализа данных для решения оптимизационных задач и задач прогнозирования; - критерии оценки адекватности и эффективности математических моделей; - архитектуру агент-ориентированных моделей для исследования сложных систем; *Уметь:* - трансформировать бизнес-требования в постановку задачи для экономико-математического моделирования; - выбирать и адаптировать математический аппарат (регрессионный анализ, теория игр, динамическое программирование) под специфику данных и цели исследования; *Иметь практический опыт:* - построения регрессионных и временных моделей для анализа и прогнозирования экономических показателей; - разработки оптимизационных моделей для распределения ресурсов или планирования деятельности.
ПК-2.2	*Знать:* - методологию управления проектами в области анализа данных (от постановки задачи до внедрения модели); - стандарты формализации требований к разработке математических моделей; - методы оценки адекватности, сложности и ресурсоемкости предлагаемых аналитиками моделей; - принципы декомпозиции задач по построению сложных экономико-математических систем на подзадачи для команды аналитиков. *Уметь:* - ставить задачи подчиненным аналитикам по формализации бизнес-процессов в виде математических моделей; - проверять корректность постановки задач и адекватность выбранных аналитиками методов моделирования;

	- координировать работу команды при декомпозиции комплексного проекта по исследованию данных на этапы; - оценивать результаты работы аналитиков с точки зрения применимости модели для решения бизнес-задач. *Иметь практический опыт:* - планирования работ команды аналитиков по исследованию данных с использованием методологий управления проектами; - проведения код-ревью и ревью математических моделей, разработанных подчиненными.

3. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины

Элемент учебной дисциплины	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые идк	Форма контроля	Проверяемые идк
Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование. Основы теории принятия решений	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 2. Оптимизационные модели и методы	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 3. Моделирование экономических процессов: временные ряды и регрессионный анализ	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 4. Многоагентные модели и теория игр в экономике	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
			Зачет	ПК-2.1 ПК-2.2

4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Лабораторный практикум
25-21 – работа выполнена в срок, самостоятельно, правильно поняты и использованы соответствующие формулы, правильно определены соответствующие спецификации, использована требуемая информация, правильно выполнены требуемые расчеты, правильно выбраны совместимые комплектующие, сделаны необходимые выводы, хорошо аргументированы, даны исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы; 20-15 – работа выполнена в срок, самостоятельно, правильно поняты и использованы соответствующие формулы, правильно определены соответствующие спецификации, использована требуемая информация, правильно выполнены требуемые расчеты, правильно выбраны совместимые комплектующие, необходимые выводы сделаны частично, хорошо аргументированы, даны ответы на все поставленные вопросы; 14-8 – работа выполнена в срок, в основном самостоятельно, использованы соответствующие формулы; определены соответствующие спецификации, имеются ошибки в расчетах; выбраны совместимые комплектующие необходимые, выводы сделаны частично, слабо аргументированы, даны ответы не на все вопросы; 7-1 – обучающийся подготовил работу несамостоятельно или не завершил в срок, описание спецификации содержит незначительные ошибки, выводы и ответы на вопросы отсутствуют.

Порядок начисления баллов

Если студент набрал достаточное количество баллов ТКУ по дисциплине (более 70 баллов) в течение семестра, он может отказаться от сдачи зачета, и результат будет выставлен автоматически по его согласию.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности

Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование. Основы теории принятия решений

Задание 1.

Анализ бизнес-кейса (например, «Запуск нового продукта»). Формализация задачи в виде дерева решений. Выбор оптимальной стратегии с использованием критериев принятия решений в условиях риска.

Тема 2. Оптимизационные модели и методы

Задание 1.

Решение задачи оптимизации производственного плана предприятия с использованием симплекс-метода (реализация на Python). Применение динамического программирования для решения задачи управления запасами или составления оптимального маршрута.

Тема 3. Моделирование экономических процессов: временные ряды и регрессионный анализ

Задание 1.

Построение и оценка модели ARIMA для прогнозирования временного ряда (например, курса валют или спроса на товар) на языке Python. Интерпретация коэффициентов модели и оценка точности прогноза.

Тема 4. Многоагентные модели и теория игр в экономике

Задание 1.

Разработка имитационной агент-ориентированной модели конкурентного рынка (например, рынка такси или онлайн-ритейла) для анализа стратегического поведения участников и поиска равновесия Нэша.

5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет представляет собой выполнение обучающимся заданий билета, включающего в себя:

Задание №1 – теоретический вопрос на знание базовых понятий предметной области дисциплины, а также позволяющий оценить степень владения обучающегося принципами предметной области дисциплины, понимание их особенностей и взаимосвязи между ними.

Задание №2 – задание на анализ ситуации из предметной области дисциплины и выявление способности обучающегося выбирать и применять соответствующие принципы и методы решения практических проблем, близких к профессиональной деятельности.

Задания №3 – задания на проверку умений и навыков, полученных в результате освоения дисциплины.

Выполнение обучающимся заданий билета оценивается по следующей балльной шкале:

Задание 1: 0-30 баллов
Задание 2: 0-30 баллов
Задание 3: 0-40 баллов

«Зачтено»

– 90-100 – ответ правильный, логически выстроен, использована профессиональная терминология. Задания решены правильно. Обучающийся правильно интерпретирует полученный результат.

– 70 -89 – ответ в целом правильный, логически выстроен, использована профессиональная терминология. Ход решения заданий правильный, ответ неверный. Обучающийся в целом правильно интерпретирует полученный результат.

– 50 - 69 – ответ в основном правильный, логически выстроен, использована профессиональная терминология. Задание решено частично.

«Не зачтено»

– менее 50 – ответы на теоретическую часть неправильные или неполные. Задания не решены.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задания 1 типа

1. Дайте определение экономико-математической модели, опишите её предмет и метод. В чем заключается разница между объектом моделирования и самой моделью?

2. Приведите классификацию экономико-математических моделей по различным признакам (например, по степени абстракции, учету фактора времени). Охарактеризуйте каждый тип.

3. Перечислите основные этапы построения математической модели: от постановки экономической задачи до анализа результатов и внедрения.

4. Как моделирование выступает инструментом поддержки принятия управленческих решений? Приведите примеры задач, где этот подход наиболее эффективен.

5. Опишите специфику процесса принятия решений в условиях определенности, риска и неопределенности. Чем принципиально отличаются эти ситуации для лица, принимающего решение (ЛПР)?

6. Раскройте суть критерия Вальда (максимин) и критерия Сэвиджа (минимакс сожаления). В каких экономических ситуациях целесообразно применять каждый из них?

7. Что такое критерий Гурвица? Объясните роль коэффициента оптимизма в этом критерии и как он влияет на итоговый выбор стратегии.

8. Для чего используются деревья решений при анализе бизнес-кейсов? Опишите структуру дерева решений и последовательность его построения.

9. Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования (ЛП). Какие экономические задачи чаще всего сводятся к моделям ЛП?

10. Опишите графический метод решения задачи ЛП с двумя переменными. Как геометрически интерпретируются ограничения и область допустимых решений?

11. В чем заключается идея симплекс-метода для решения задач ЛП? Каковы основные этапы алгоритма симплекс-метода?

12. Определите транспортную задачу и задачу о назначениях как частные случаи общей задачи ЛП. Какова их экономическая интерпретация?

13. Дайте краткую характеристику нелинейному программированию. Чем оно отличается от линейного и какие методы применяются для его решения?

14. Опишите принцип динамического программирования. Поясните понятия «состояние системы» и «управление», приведите пример многоэтапной экономической задачи.

15. Проведите сравнительный анализ статических и динамических эконометрических моделей. В чем ключевое отличие в подходе к данным?

16. Раскройте содержание классических моделей временных рядов: авторегрессионная модель (AR), скользящего среднего (MA) и комбинированная модель ARIMA. Каков экономический смысл этих компонентов?

17. Что представляют собой экзогенные переменные в моделях временных рядов?

Как расширяется базовая модель ARIMA при переходе к модели ARIMAX?

18. Какие статистические критерии и показатели используются для оценки качества построенной эконометрической модели и точности прогноза?

19. Дайте определения основным понятиям теории игр: игрок, стратегия, выигрыш, платежная матрица. Как формализуется конфликтная ситуация?

20. Опишите различие между играми с нулевой суммой и кооперативными играми. Что такое равновесие Нэша и агент-ориентированное моделирование сложных систем?

Задания 2 типа

1. Компания планирует вывести на рынок новый продукт, но не уверена в реакции конкурентов и конечном спросе. Опишите последовательность действий по формализации этой задачи с помощью дерева решений. Как вы будете оценивать вероятности событий? Какой критерий выбора оптимальной стратегии (Вальда, Сэвиджа или Гурвица) вы примените и почему?

2. Кондитерская фабрика производит два вида тортов: «Наполеон» и «Прага». У фабрики ограничены запасы муки, сахара и крема. Прибыль от продажи каждого торта разная. Опишите, как составить математическую модель для определения оптимального плана выпуска продукции, максимизирующего прибыль.

3. Имеется три завода-производителя и пять распределительных центров. Известны объемы производства на заводах, потребности центров и стоимость перевозки единицы товара между каждой парой «завод-склад». Сформулируйте задачу и опишите метод поиска оптимального плана перевозок, минимизирующего суммарные транспортные издержки.

4. Магазин электроники закупает смартфоны партиями раз в месяц. Стоимость хранения одной единицы составляет 500 руб/мес, а штраф за дефицит (упущенную выгоду) — 1500 руб/шт. Используя принцип оптимальности Беллмана, объясните, как определить оптимальный размер заказа на каждый предстоящий месяц, чтобы минимизировать общие затраты.

5. Отдел продаж предоставил вам данные о ежемесячных объемах реализации товара за последние 3 года, которые демонстрируют тренд и сезонность. Опишите пошаговый алгоритм построения прогноза продаж на следующие 6 месяцев с использованием модели ARIMA. Какие метрики вы используете для оценки точности вашей модели?

6. Функция спроса на товар имеет нелинейный вид $Q = a - bP^2$, где Q — количество, P — цена. Себестоимость единицы продукции постоянна. Объясните, как найти цену, максимизирующую прибыль компании, используя методы нелинейной оптимизации.

7. Два крупных ритейлера планируют запустить агрессивную рекламную кампанию перед праздниками. Если оба запустят рекламу, их прибыли сократятся из-за высоких затрат. Если один запустит, а другой нет — первый заберет долю рынка второго. Опишите эту ситуацию как игру в нормальной форме, найдите равновесие Нэша и дайте экономическую интерпретацию результата.

8. IT-компании нужно назначить 5 разработчиков на 5 различных проектов. Каждый разработчик обладает разной квалификацией в разных областях, что влияет на его производительность на конкретном проекте. Как смоделировать эту задачу, чтобы максимизировать общую производительность команды?

9. Инвестор рассматривает несколько вариантов вложения капитала в акции трех компаний. Будущее состояние экономики неизвестно («рост», «стагнация», «кризис»). Опишите, как применить критерии Вальда и Гурвица для формирования портфеля, который будет либо максимально защищен от убытков, либо сбалансирован по риску и доходности.

10. После решения задачи об оптимизации производственного плана симплекс-методом выяснилось, что запас одного из ключевых материалов увеличился на 10%. Опишите, как без полного пересчета задачи оценить изменение максимальной прибыли и оптимального плана выпуска.

11. Колл-центру необходимо сформировать график выходов операторов на неделю.

Операторы могут работать только полные смены (например, по 8 часов). Потребность в операторах меняется по часам суток. Почему эта задача не может быть решена стандартным симплекс-методом и какой подход следует использовать?

12. Вы построили модель ARIMA для прогнозирования продаж мороженого. Теперь вы хотите улучшить её, добавив в качестве внешнего регрессора данные о среднесуточной температуре воздуха. Опишите, как изменится ваша модель (перейдет в класс ARIMAX), и как это повлияет на качество прогноза.

13. Вам поручено смоделировать работу городского такси. Основными агентами являются пассажиры, водители и диспетчер. Опишите цели, правила поведения и взаимодействия этих агентов в рамках модели для анализа загруженности дорог и времени ожидания клиента.

14. Маркетинговому отделу нужно разделить клиентскую базу на сегменты для персонализации предложений. У вас есть данные о среднем чеке, частоте покупок и предпочитаемых категориях товаров. Предложите математический метод для автоматической сегментации и опишите его применение к этим данным.

15. Производству требуется поставщик сырья. Есть три кандидата с разными ценами и нестабильным качеством поставок. Высокое качество сырья позволяет снизить брак и сэкономить больше, чем разница в цене. Как с помощью критерия минимаксного сожаления выбрать поставщика, который минимизирует потенциальные потери от неверного выбора?

16. При анализе временного ряда вы обнаружили аномальные всплески данных, связанные с техническими сбоями оборудования, а не с реальной динамикой процесса. Опишите, какие методы предобработки данных вы бы применили перед построением прогностической модели.

17. Три партнера вложили разные доли капитала в стартап и хотят справедливо распределить полученную прибыль. Опишите, как можно решить эту задачу с помощью аппарата кооперативных игр, введя понятия характеристической функции и вектора Шепли.

18. Логистическая компания хочет одновременно минимизировать время доставки грузов клиентам и свои топливные расходы. Эти две цели часто противоречат друг другу. Опишите подходы к решению таких задач (например, поиск Парето-оптимальных решений).

19. Вы построили регрессионную модель зависимости объема продаж от расходов на рекламу. Какие статистические тесты (например, t-тест коэффициентов, F-тест значимости модели) и диагностические графики вы бы использовали для проверки того, что модель адекватно описывает реальные данные?

20. Для решения задачи оптимизации из вопроса №2 вам предоставлен датасет с ограничениями ресурсов и прибылью. Опишите, какую библиотеку Python (например, scipy.optimize, pulp или ortools) вы выберете и какова будет общая структура кода для нахождения оптимального решения.

Задания 3 типа

1. Принятие решений в условиях риска

Инвестор рассматривает два проекта: Проект А и Проект Б. Условия рынка могут быть благоприятными (вероятность 0.6) или неблагоприятными (вероятность 0.4). Доходности проектов при разных состояниях рынка представлены в таблице:

	Благоприятный рынок	Неблагоприятный рынок
Проект А	+500 тыс. руб.	-100 тыс. руб.
Проект Б	+300 тыс. руб.	+50 тыс. руб.

Постройте дерево решений и определите, какой проект следует выбрать согласно

критерию ожидаемой денежной стоимости (EMV).

2. Фермер решает, какую культуру посадить: Пшеницу или Кукурузу. Прибыль зависит от погоды (Дождливая или Засушливая), которая неизвестна. Платежная матрица (прибыль, млн руб.) выглядит так:

	Дождливая погода	Засушливая погода
Пшеница	8	2
Кукуруза	4	6

Определите оптимальную стратегию по критерию максимина (Вальда).

Постройте матрицу сожалений (рисков) и определите оптимальную стратегию по критерию минимакса (Сэвиджа).

3. Линейное программирование: графический метод

Небольшая пекарня выпекает два вида хлеба: «Бородинский» и «Дарницкий». На один батон «Бородинского» требуется 0.5 кг муки и 0.2 часа работы пекаря. На один батон «Дарницкого» — 0.4 кг муки и 0.3 часа работы. Запасы на день: 20 кг муки и 9 часов работы. Прибыль с одного батона «Бородинского» составляет 30 руб., а «Дарницкого» — 25 руб.

Составьте математическую модель задачи для максимизации прибыли. Решите задачу графическим методом и найдите оптимальный план производства и максимальную прибыль.

4. Транспортная задача

Три склада (S1, S2, S3) поставляют товар четырем магазинам (M1, M2, M3, M4). Запасы на складах составляют 50, 70 и 80 единиц соответственно. Потребности магазинов — 40, 60, 50 и 50 единиц. Стоимость перевозки одной единицы товара со складов в магазины дана в таблице.

Найдите начальное опорное решение методом наименьшей стоимости (или северо-западного угла) и проверьте его на оптимальность методом потенциалов.

Задание 5 (Симплекс-метод)

Решается задача максимизации функции $Z=5x1+4x2$ при ограничениях:

$3x1+2x2 \leq 18$

$2x1+3x2 \leq 17$

$x1, x2 \geq 0$

Приведите задачу к каноническому виду (с балансовыми переменными). Выполните одну итерацию симплекс-метода, начиная с базиса из балансовых переменных. Укажите вводимую и выводящуюся переменные.

6. Теория игр: смешанные стратегии

Два конкурента решают, устанавливать ли низкую цену на товар. Если оба установят высокую цену, получат по 5 млн прибыли. Если один снизит цену, а другой нет, первый получит 8 млн, а второй — 0. Если оба снизят цену, получат по 2 млн.

Представьте ситуацию в виде платежной матрицы. Найдите равновесие Нэша в смешанных стратегиях (определите вероятности выбора каждой стратегии для обоих игроков).

7. Анализ временных рядов

Вам предоставлен график временного ряда продаж мороженого за 12 месяцев. Ряд имеет явный восходящий тренд и сильную сезонную компоненту с пиками в летние месяцы.

Опишите шаги, которые вы предпримете для построения прогноза на следующий год. Какую модель (ARIMA, SARIMA) вы выберете и почему? Какие компоненты необходимо учесть?

8. Регрессионный анализ

По данным о 50 квартирах построена регрессионная модель зависимости цены квартиры (Y) от её площади (X):

Y = 1500000 + 80000 x X

Коэффициент при переменной X равен 80000, а коэффициент детерминации R^2 = 0.75.

Интерпретируйте полученные результаты. Что означают числа 1 500 000 и 80 000 в контексте данной задачи? О чем говорит значение R^2 = 0.75?

9. Динамическое программирование

Турист может нести груз весом не более 7 кг. Есть три предмета:

Предмет 1: вес 3 кг, ценность 5 очков.

Предмет 2: вес 4 кг, ценность 6 очков.

Предмет 3: вес 5 кг, ценность 9 очков.

Используя табличный метод динамического программирования, заполните таблицу для определения максимальной ценности груза, который может унести турист. Какой набор предметов является оптимальным?

10. Агент-ориентированное моделирование

Опишите концептуальную агент-ориентированную модель для анализа конкуренции между двумя службами такси в городе.

1. Определите типы агентов (например, пассажиры, водители, агрегатор).

2. Опишите ключевые атрибуты и правила поведения хотя бы для двух типов агентов.

3. Назовите основной вопрос, на который должна ответить эта модель (например, "Как изменится рыночная доля при снижении комиссии агрегатора?").