Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

**Департамент анализа данных, принятия решений
и финансовых технологий**

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕНЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

Программа вступительного испытания

для поступающих
на обучение по программе подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»,
направленность «Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ»

Москва – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения 3
2. Содержание программы вступительного испытания 3
3. Учебно-методическое и информационное обеспечение 16
4. Примеры заданий 18
5. Критерии оценивания результатов вступительного испытания 23

Составители:

руководитель Департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий, д.э.н., профессор В.И. Соловьев;

первый заместитель руководителя Департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий, к.ф.-м.н., доцент В.Г. Феклин.

1. Общие положения

Программа вступительного испытания «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» предназначена для лиц, имеющих документы государственного образца о высшем образовании уровня специалист или магистр и поступающих по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Целью вступительных испытаний является определение степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Задачами вступительных испытаний являются оценка уровня подготовленности поступающего и сформированности соответствующих профессиональных компетенций для освоения основной образовательной программы аспирантуры по указанному направлению.

2. Содержание программы вступительного испытания

Математическое моделирование в экономике

1. Парадигма математического моделирования в современной науке. Математическое моделирование в экономике.
2. Роль методов оптимизации и исследования операций в экономике. Методология исследования операций.
3. Примеры математических моделей исследования операций в экономике, управлении и финансах.

Математический аппарат линейного программирования

1. Векторы и матрицы.
2. Системы линейных алгебраических уравнений.

3. Исследование и решение систем линейных алгебраических уравнений методом Жордана-Гаусса.

4. Базисные решения.

5. Поиск неотрицательных базисных решений системы линейных алгебраических уравнений.

6. Симплексные преобразования.

7. Системы линейных алгебраических неравенств.

8. Выпуклые многогранные множества.

9. Теорема о представлении точек выпуклого многогранного множества.

10. Линейные балансовые модели в экономике.

Общая задача линейного программирования

1. Примеры линейных оптимизационных моделей в экономике и управлении. Линейная производственная задача.

2. Постановка и различные формы записи задачи линейного программирования.

3. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Каноническая форма задачи линейного программирования.

4. Допустимые решения. Свойства области допустимых решений.

5. Алгоритм симплексного метода линейного программирования.

6. Примеры расчетов.

7. Симплексный метод как метод направленного перебора базисных допустимых решений.

8. Критерий оптимальности.

9. Экономическая интерпретация задачи линейного программирования, симплексного метода, симплексных оценок.

10. Сходимость симплексного метода.

11. Вырожденные задачи линейного программирования.

12. Зацикливание симплексного метода и методы устранения зацикливания. Метод искусственного базиса.

13. Модифицированный симплексный метод.

Теория двойственности в линейном программировании

1. Симметричная пара двойственных задач.
2. Экономическая интерпретация двойственной задачи.
3. Основное неравенство теории двойственности, его экономическая интерпретация.
4. Первая и вторая основные теоремы двойственности, их геометрическая и экономическая интерпретация.
5. Третья основная теорема двойственности, ее геометрическая и экономическая интерпретация.
6. Область устойчивости двойственных оценок.
7. Двойственный симплексный метод.
8. Несимметричная пара двойственных задач.

Транспортная задача

1. Транспортная задача по критерию стоимости.
2. Задача, двойственная транспортной.
3. Замкнутая транспортная задача и ее решение методом потенциалов.
4. Экономическая интерпретация оценок клеток, потенциалов поставщиков и потребителей.
5. Вырожденная транспортная задача.
6. Фиктивные поставки.
7. Открытая транспортная задача.
8. Фиктивные поставщики и потребители.
9. Обязательные и за-прещенные поставки.
10. Многопродуктовая транспортная задача.
11. Транспортная задача по критерию времени.

Параметрическое программирование

1. Постановка и экономическая интерпретация задач параметрического программирования.

2. Решение задач параметрического программирования в случае зависимости коэффициентов целевой функции, элементов матрицы коэффициентов при неизвестных или элементов вектора свободных членов от одного параметра.

3. Случай зависимости всех коэффициентов задачи от одного параметра.

4. Задачи параметрического программирования, зависящие от многих параметров.

5. Исследование устойчивости решения задачи линейного программирования.

6. Необходимые и достаточные условия устойчивости задач линейного программирования.

7. Метод регуляризации Тихонова для решения неустойчивых задач линейного программирования.

Дискретное и целочисленное программирование

1. Постановка и экономическая интерпретация задач целочисленного программирования.

2. Методы отсечения. Общая характеристика комбинаторных методов решения задач целочисленного программирования.

3. Метод ветвей и границ.

4. Дискретное программирование.

5. Фиктивные переменные.

Математический аппарат нелинейного программирования

1. Общая задача нелинейного программирования, ее геометрическая интерпретация и экономические приложения.

2. Необходимые и достаточные условия экстремума функции нескольких переменных.

3. Теорема Ферма. Стационарные точки дифференцируемых функций.

4. Матрица Гессе. Критерий Сильвестра для исследования стационарных точек. Окаймленная матрица Гессе.

5. Нелинейная производственная задача. Задача оптимизации затрат на рекламу.

6. Детерминированные модели управления запасами, формула Вилсона.

7. Производственные функции, теория фирмы, анализ производственной функции Кобба-Дугласа.

8. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

9. Условия Куна-Таккера, их геометрическая и экономическая интерпретация.

10. Функция спроса, поиск точки спроса потребителя.

11. Функция благосостояния, вогнутость функции благосостояния по отношению к доходу.

Теория выпуклого программирования

1. Выпуклые множества и их свойства.

2. Теоремы отделимости.

3. Системы выпуклых неравенств. Выпуклые функции и их свойства. Задача выпуклого программирования, ее геометрическая интерпретация и экономические приложения.

4. Условие регулярности. Функция Лагранжа.

5. Условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера. Условия Куна-Таккера в дифференциальной форме.

6. Задача квадратичного программирования, ее геометрическая интерпретация. Симплексный метод квадратичного программирования.

Численные методы безусловной оптимизации

1. Безусловный экстремум функции одной переменной.

2. Методы деления отрезка пополам, золотого сечения, парабол, касательных.

3. Многомерный поиск без использования производных: метод циклического покоординатного спуска.

4. Многомерный поиск с использованием производных: градиентный метод, метод Ньютона.

Численные методы условной оптимизации

1. Численные методы условной оптимизации: метод проекции градиента, метод условного градиента, метод возможных направлений, метод Франка-Вулфа, метод линеаризации.
2. Метод штрафных функций. Понятие штрафной функции. Метод внешних штрафных функций: алгоритм и теорема сходимости. Метод внутренних штрафных функций: алгоритм и теорема сходимости. Комбинированный метод внутренних и внешних штрафных функций: алгоритм и теорема сходимости. Метод множителей Лагранжа.

Основные понятия теории графов

1. Граф. Вершины и дуги. Полный граф. Дополнение графа. Изоморфизм графов. Степень вершины. Связность, разрез графа. Операции над графами. Матрица смежностей. Матрица инциденций. Матрица циклов. Дерево. Внутреннее и внешнее устойчивые множества вершин. Изображение графа.

Прикладные оптимизационные задачи на графах

2. Ориентированный граф. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Дейкстры. Задача о наиболее надежном пути. Задача о кратчайшем дереве.
3. Управление проектами и сетевое планирование. Задача о критическом пути. Определение сети. Потоки в сетях. Задача о максимальном потоке в сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
4. Потоки минимальной стоимости. Потоки с несколькими источниками и стоками. Потоки в неориентированных и смешанных сетях. Многопро-дуктовые потоки. Транспортная задача в сетевой постановке.

Метод функциональных уравнений Беллмана

1. Специфика задач динамического программирования. Основные предположения о целевой функции.

2. Параметр состояния, уравнение состояния. Принцип оптимальности Беллмана.

3. Рекуррентное соотношение. Задача об оптимальном

4. распределении инвестиций. Задача о наиболее рациональном использовании рабочей силы. Задача о замене оборудования.

5. Динамическая задача управления запасами и ее решение методом динамического программирования.

6. Сведение задачи динамического программирования к задаче о кратчайшем пути.

Принцип максимума Понтрягина

1. Простейшая задача вариационного исчисления в форме Лагранжа и ее экономический смысл. Функция Гамильтона.
2. Условия оптимальности. Задача оптимального управления, ее экономическая интерпретация.
3. Принцип максимума Понтрягина, доказательство принципа максимума с помощью формализма Лагранжа.
4. Применение принципа максимума в моделях оптимального экономического роста. Оптимальный экономический рост в модели Солоу. Обобщение принципа максимума Понтрягина для задач оптимального управления распределенными системами.
5. Понятие об общей теории оптимизации Дубовицкого-Милютина.

Многокритериальная оптимизация

1. Понятие задачи многокритериальной оптимизации. Метод последовательных уступок.

2. Эффективность по Парето. Модель обмена, диаграмма Эджворта-Боули.

Принятие решений в условиях неопределенности

1. Матрица последствий и матрица сожалений, их экономическая интерпретация.

2. Принятие решений в условиях полной неопределенности: критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица.

3. Принятие решений в условиях частичной неопределенности: критерии максимизации ожидаемого дохода, минимизации ожидаемых сожалений. Байесовский подход к принятию решений и его экономические приложения.

Принятие решений группой лиц

1. Математические модели конфликтных ситуаций. Антагонистическое поведение игроков.

2. Матричная игра, ее геометрическая и экономическая интерпретация. Чистые и смешанные стратегии. Оптимальные стратегии. Основная теорема теории матричных игр. Матричная игра как модель сотрудничества и конкуренции.

3. Некооперативное поведение игроков. Биматричная игра, ее экономическая интерпретация. Чистые и смешанные стратегии. Максиминные стратегии.

4. Кооперативное поведение игроков в биматричной игре. Множество Парето. Переговорное множество. Арбитражная схема Нэша. Исследование сотрудничества и конкуренции производителей на рынке одного товара с помощью непрерывного обобщения биматричной игры. Кооперативные игры многих лиц.

5. Коалиции, дележи, ядро игры, решения по фон Нейману-Моргенштерну. Вектор Шепли и теорема Шепли. Нетранзитивность правила большинства и квалифицированного большинства. Теорема Эрроу.

Случайные события

1. Предмет и задачи теории вероятностей. Детерминированные и статистические закономерности в экономике и управлении.

2. Понятие статистической устойчивости. Элементы комбинаторики. Правило суммы и правило произведения. Перестановки, размещения и сочетания без повторений. Перестановки, размещения и сочетания с повторениями.

3. Случайные события, их виды. Операции над событиями как операции над множествами. Классическая формула вероятности. Геометрический и статистический подходы к определению вероятности.

4. Формула гипергеометрической вероятности. σ-алгебра событий. Вероятностное пространство. Аксиоматическое построение теории вероятностей. Теорема сложения вероятностей.

5. Обобщенная теорема сложения вероятностей. Условные вероятности. Независимость событий.

6. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Простейшие примеры применения теории вероятностей в экономике и управлении. Последовательность независимых испытаний. Формула Бернулли.

7. Формула Пуассона. Понятие о зависимых испытаниях. Последовательности испытаний в экономике и управлении.

Случайные величины

1. Случайная величина и ее функция распределения. Свойства функции распределения. Дискретная случайная величина. Ряд распределения дискретной случайной величины. Функция распределения дискретной случайной величины. Числовые характеристики дискретной случайной величины: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение.

2. Биноминальный, гипергеометрический, геометрический, отрицательный биномиальный и пуассоновский законы распределения и их применение в экономике.

3. Абсолютно непрерывная случайная величина. Функция распределения и функция плотности распределения абсолютно непрерывной случайной величины.

4. Свойства функции плотности распределения. Числовые характеристики непрерывной случайной величины: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение. Равномерный, нормальный и показательный законы распределения и сферы их приложения в экономике и естественных науках.

5. Стандартная случайная величина, ее числовые характеристики. Стандартный нормальный закон распределения.

6. Общее понятие случайной величины как измеримой функции. Понятие о математическом ожидании как интеграле Лебега. Теорема о разложении случайной величины.

7. Примеры сингулярных случайных величин. Примеры смешанных случайных величин в экономике.

8. Сравнение случайных величин: отношение предпочтения, ожидаемая полезность, оптимальность по Парето. Начальные моменты случайной величины.

9. Центральные моменты случайной величины. Производящая функция случайной величины. Характеристическая функция случайной величины.

10. Свойства производящей функции. Асимметрия и эксцесс случайной величины. Квантили и процентные точки случайной величины. Медиана и мода случайной величины.

Случайные векторы

1. Случайный вектор. Функция распределения случайного вектора, ее свойства. Дискретный случайный вектор: таблица распределения, математическое ожидание. Абсолютно непрерывный случайный вектор: плотность распределения. Математическое ожидание случайного вектора. Зависимость и независимость компонент случайного вектора.

2. Ковариация и коэффициент корреляции как меры близости связи между компонентами случайного вектора к линейной функциональной. Ковариационная матрица. Корреляционная матрица. Матрица взаимных ковариаций. Многомерный нормальный закон распределения. Многомерный равномерный закон распределения.

Функции случайных величин

1. Функция одной случайной величины. Функция нескольких случайных величин. Формула композиции.

2. Композиция равномерных случайных величин. Композиция нормальных случайных величин. Логарифмически нормальный закон распределения: механизм образования, примеры использования в социально-экономических задачах.

3. Распределения χ^2, Стьюдента и Фишера-Снедекора. Таблицы процентных точек этих распределений.

Условные законы распределения

1. Условные законы распределения. Условный ряд распределения (для дискретных случайных величин), условная плотность распределения (для непрерывных случайных величин). Условное математическое ожидание. Формула полного математического ожидания. Формула полной дисперсии.

Случайные последовательности

1. Неравенство Маркова. Неравенство Чебышёва. Последовательность случайных величин.
2. Сходимость почти наверное. Сходимость по вероятности. Сходимость по распределению.

Законы больших чисел

1. Массовые случайные явления в экономике. Теорема Чебышёва и оценка математического ожидания. Теорема Бернулли и оценка вероятности.

2. Усиленный закон больших чисел. Обсуждение условий статистической устойчивости.

Центральная предельная теорема

1. Понятие о центральной предельной теореме. Место центральной предель-ной теоремы в изучении статистических закономерностей в экономике и управлении. Теорема Леви.

2. Теорема Ляпунова. Обсуждение смысла условия Линде-берга. Следствия центральной предельной теоремы: локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.

Основы выборочного метода

1. Предмет и задачи математической статистики. Типы признаков в экономике и управлении: интервальные, порядковые, ранговые, дихотомические.

2. Генеральная и выборочная совокупности. Конкретная и случайная выборки.

3. Программы «Генерация случайных чисел» и «Выборка» надстройки «Анализ данных» пакета Microsoft Excel. Вариационный ряд. Статистический ряд распределения. Интервальный вариационный ряд. Оценка числовых характеристик генеральной случайной величины с помощью выборочной случайной величины.

4. Выборочное среднее как оценка математического ожидания. Относительная частота как оценка вероятности. Выборочная дисперсия как оценка дисперсии.

5. Оценка функции распределения и плотности функции распределения генеральной случайной величины. Полигон частот. Гистограмма. Кумулятивная кривая.

6. Программа «Гистограмма» надстройки «Анализ данных» пакета Microsoft Excel. Соотношение между предельной ошибкой выборки, уровнем значимости (риском) и объемом выборки. Использование этого соотношения в организации выборочных обследований.

Точечные оценки параметров

1. Точечная оценка параметра генеральной совокупности. Свойства точечных оценок параметров: состоятельность, несмещенность и эффективность оценок параметров. Свойства выборочного среднего, выборочной дисперсии, исправленной выборочной дисперсии.

2. Методы построения точечных оценок. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Построение оценок параметров распределений случайных величин, применяемых в экономике и управлении.

3. Статистические функции пакета Microsoft Excel. Программа «Описательная статистика» надстройки «Анализ данных» пакета Microsoft Excel. Законы распределения статистик, связанных с нормальным распределением (Стьюдента, χ^2, Фишера-Снедекора).

Интервальные оценки параметров

1. Интервальная оценка параметра генеральной совокупности. Точные интервальные оценки вероятности и математического ожидания.

Проверка статистических гипотез

1. Понятие статистической гипотезы. Виды статистических гипотез. Критерий проверки гипотезы, критическое множество. Проверка гипотез с помощью интервальных оценок.

2. Ошибки первого и второго родов. Мощность критерия. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания теоретическому значению. Проверка гипотезы о равенстве двух математических ожиданий. Проверка гипотезы о равенстве вероятности события теоретическому значению.

3. Проверка гипотезы о равенстве двух вероятностей. Критерии согласия. Критерий согласия χ^2 Пирсона. Использование аппарата проверки гипотез в экономике и управлении. Реализация критериев проверки статистических гипотез в пакете Microsoft Excel.

Системы искусственного интеллекта и принятия решений

1. Основные понятия искусственного интеллекта; информационные системы, имитирующие творческие процессы. Соотношение понятий информация, знания данные.

2. Интеллектуальные информационные системы: понятие, особенности классификация. Системы интеллектуального интерфейса для информационных систем. Интеллектуальные информационно-поисковые системы. Экспертные системы. Самообучающиеся системы. Модели знаний; логико-лингвистические и функциональные модели, семантические сети, фреймовые модели, модель прикладных процедур, реализующих правила обработки данных.

3. Методы представления знаний в базах данных информационных систем. Инженерия знаний, инструментальные средства баз данных и знаний. Тенденции развития теории искусственного интеллекта. Оперативная аналитическая обработка информации (Online Analytical Processing-OLAP): понятие, принципы и функциональные возможности. Характеристика, структура и принципы работы OLAP-системы. Интеллектуальный анализ данных (ИАД, Data Mining) в корпоративных системах и глобальных сетях. Искусственные нейронные сети (ИНС).

4. История исследований в области ИНС. Основы концепции ИНС. Принципиальная схема искусственного нейрона. Виды ИНС. Основные задачи, решаемые при помощи ИНС. Основные направления применения ИНС в экономике.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Нормативные акты

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации (часть четвертая) № 30-ФЗ от 18.12.2006 г. (в редакции последующих законов).

2. Закон Российской Федерации «О государственной тайне» № 5485-1 от 21.07.1993 г. (в редакции последующих законов).

3. Федеральный Закон Российской Федерации «О коммерческой тайне» от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ (в редакции последующих законов).

4. Федеральный Закон Российской Федерации «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (в редакции последующих законов).

5. Федеральный Закон Российской Федерации «Об электронной цифровой подписи» от 10.01.2002 г № 1-ФЗ (в редакции последующих законов).

Основная литература

1. Ширяев А.Н. Вероятность-1 / А.Н. Ширяев. – М.: МЦНМО, 2017. – 552 с.
2. Ширяев А.Н. Вероятность-2 / А.Н. Ширяев. – М.: МЦНМО, 2017. – 968 с.
3. Васильев Ф.П. Методы оптимизации / Ф.П. Васильев. – М.: МЦНМО, 2017. – 620 с.
4. Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина. - М.: КНОРУС, 2017. - 376 с.
5. Калинина В.Н. Анализ данных: Компьютерный практикум / В.Н. Калинина, В.И. Соловьев. - М.: КНОРУС, 2017. - 166 с.
6. Методы оптимальных решений. Практикум : учебное пособие / под ред. В.А. Колемаева, В.И. Соловьева. – Москва : КНОРУС, 2017. – 194 с.
7. Миркин Б.Г. Введение в анализ данных / Б.Г. Миркин. - М. : Юрайт, 2014. - 174 с.
8. Айвазян С. А. Эконометрика – 2 [Электронный ресурс]: продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник. – Москва: Магистр, 2014. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=472607.

9. Когнитивная бизнес-аналитика: Учебник / Под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.М. Абдикеева. –М.: ИНФРА-М, 2011.

Дополнительная литература

10. Миркин Б.Г. Введение в анализ данных / Б.Г. Миркин. - М. : Юрайт, 2014. - 174 с.
11. Айвазян С. А. Эконометрика – 2 [Электронный ресурс]: продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник. – Москва: Магистр, 2014. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=472607.
12. Бринк Х. Машинное обучение / Х. Бринк, Ричардс Дж., М. Феверолф. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.
13. Бэнкер К. MongoDB в действии / К. Бэнкер. – М.: ДМК Прпесс, 2016. – 394 с.
14. Гурвиц Дж. Просто о больших данных / Дж. Гурвиц, А. Ньюджент, Ф Халпер, М. Кауфман. – М.: Эксмо, 2015. – 400 с.
14. Майер-*Шенбергер В.* Большие данные: Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / В. Майер-Шенбергер. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.
15. *Сегаран Т.* Программируем коллективный разум: Создание интеллектуальных приложений для Web 2.0 / Т. Сегаран. – Символ-Плюс, 2008. – 368 с.
16. *Флах П.* Машинное обучение: Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. – М.: ДМК Пресс, 2015. –400 с/
17. *Фрэнкс Б.* Укрощение больших данных: Как извлекать знания из массивов ин-формации с помощью глубокой аналитики / Б. Фрэнкс. – М.: Манн, Иванов Фербер-2014. – 352 с.

4. Примеры заданий

Экзаменационный билет состоит из двух частей: тестовой и творческой

Тестовая часть

Тестовая часть

Тест 1.

Задание 1. Выберите правильные варианты ответа.

При каких значениях параметра α следующая система линейных уравнений имеет бесконечно много решений?

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 5, \\ (\alpha-2)x_2 + x_3 = 4, \\ \alpha x_3 = 0. \end{cases}$$

a) $\alpha \neq 0$
b) $\alpha \neq 2$
c) $\alpha = 0$ и $\alpha = 2$
d) $\alpha \neq 0$ и $\alpha \neq 2$

Задание 2. Выберите правильные варианты ответа.

Задача линейного программирования на максимум имеет решения, если

a) множество допустимых планов не пусто, а целевая функция не ограничена сверху
b) множество допустимых планов не пусто, а целевая функция ограничена сверху
c) множество допустимых планов является пустым
d) множество допустимых планов пусто, а целевая функция ограничена сверху

Задание 3. Выберите правильные варианты ответа.

Между тремя предприятиями, образующими производственный холдинг, должны быть распределены инвестиции в размере 400 млн. руб., при этом суммы, выделяемые предприятиям, должны быть кратны 100 млн. руб. Если *j*-е предприятие получит инвестиции в объеме x млн. руб., то прирост годовой прибыли на этом предприятии составит $f_j(x)$ млн. руб. Функции $f_j(x)$ известны и заданы в таблице.

x	0	100	200	300	400
$f_1(x)$	0	37	64	87	105
$f_2(x)$	0	48	75	98	120
$f_3(x)$	0	85	100	111	118

a) существует единственный вариант распределения инвестиций между предприятиями, при котором суммарный прирост годовой прибыли на всех предприятиях вместе будет максимален
b) максимальный суммарный прирост годовой прибыли на всех предприятиях будет больше 90 млн. руб.
c) максимальный суммарный прирост годовой прибыли на всех предприятиях составит менее 100 млн. руб.
d) существует вариант распределения инвестиций между предприятиями, при котором первому предприятию выделяется 100 млн. руб., и при этом достигается максимальный суммарный прирост годовой прибыли на всех предприятиях
e) существует вариант распределения инвестиций между предприятиями, при котором второму предприятию выделяется 100 млн. руб., и при этом достигается максимальный суммарный прирост годовой прибыли на всех предприятиях
f) существует вариант распределения инвестиций между предприятиями, при котором третьему предприятию выделяется 100 млн. руб., и при этом достигается максимальный суммарный прирост годовой прибыли на всех предприятиях

Задание 4. Выберите правильные варианты ответа.

В задаче квадратичного выпуклого программирования на максимум ограничения должны быть
a) квадратичными
b) линейными
c) дробно-линейными
d) выпуклыми

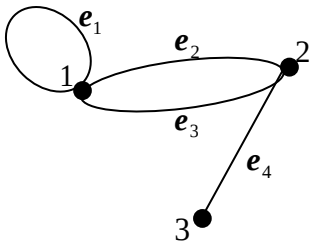
Задание 5. Выберите правильные варианты ответа.

Какое из перечисленных утверждений является необходимым условием условного экстремума функции $f(x)$ в точке x^* с ограничениями типа равенств?
a) Существует вектор λ^* такой, что производные функции Лагранжа в точке (x^*,λ^*) равны нулю.
b) Градиенты функций ограничений в точке x^* линейно независимы, то существует вектор λ^* такой, что производные функции Лагранжа в точке (x^*,λ^*) равны нулю.
c) Градиенты функций ограничений в точке x^* линейно зависимы, то существует вектор λ^* такой, что производные функции Лагранжа в точке (x^*,λ^*) равны нулю.
d) Все ответы неверны.

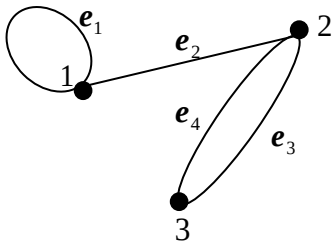
Задание 6. Укажите все графы, для которого матрица смежности имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

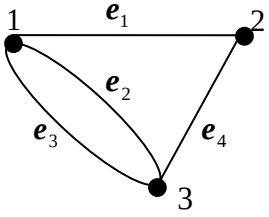
a)



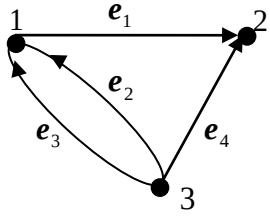
c)



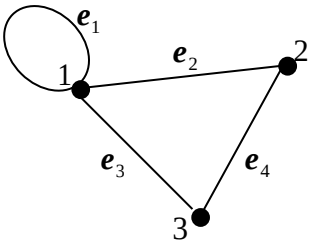
b)



d)



Задание 7. Укажите матрицу инцидентности графа:



a) $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

b) $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

c) $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

d) $B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$

Задание 8. Выберите правильные варианты ответа.

Решение задачи методом динамического программирования на некотором шаге при произвольном состоянии после предыдущих шагов дает

a) оптимальное управление на данном шаге
b) условно-оптимальное управление на данном шаге
c) последовательность условно-оптимальных управлений

Задание 9. Сколько различных шестизначных чисел можно составить из цифр 1, 1, 2, 2, 2, 3?

Задание 10. Известно, что 90% выпускаемой продукции соответствует стандарту. Упрощенная схема контроля признает пригодной стандартную продукцию с вероятностью 0,9 и нестандартную с вероятностью 0,2. Определить вероятность того, что изделие, прошедшее упрощенный контроль, не удовлетворяет стандарту.

Задание 11. Найти дисперсию $D(4X+7)$, если плотность случайной величины X имеет вид: $\phi(x)=\frac{2}{\sqrt{2\pi}}e^{-2(x-1)^2}$.

Задание 12. Выберите правильные варианты ответа.

Вероятность того, что страховой договор завершится выплатой страховой суммы, оценивается как 0,3. Используя неравенство Чебышева, оценить вероятность того, что из 1000 страховых договоров число завершившихся выплатой отклонится от среднего числа таких договоров не более чем на 20 (по абсолютной величине).

a) $\geq 0{,}475$
b) $\leq 0{,}525$
c) $\leq 0{,}475$
d) $\geq 0{,}525$

Задание 13. Найти состоятельную оценку генеральной дисперсии, если в результате повторной выборки получены следующие данные: $\bar{x}=10$, $\overline{x^2}=120$.

Задание 14. Выберите правильный вариант ответа.

Построить доверительный интервал, в котором с вероятностью 0,9876 заключена генеральная средняя, если по результатам повторной выборки объема 100 получена выборочная средняя $\bar{x}=100$ и дисперсия $\sigma^2 = 64$.

a) (90;110)
b) (95;105)
c) (93;103)
d) (98;102)

Творческая часть

Пример 1.

Написать эссе на тему «Задачи классификации в экономике, финансах, промышленности» Привести примеры и описать соответствующие алгоритмы интеллектуального анализа данных.

5. Критерии оценивания результатов вступительного испытания

Вступительное испытание оценивается из расчета 100 баллов и состоит из двух частей. Первая часть - четырнадцать тестовых заданий, которые включают в себя теоретические вопросы и задачи по разделам программы. Каждое тестовое задание оценивается из расчета 5 баллов за тестовое задание. Вторая часть – письменный ответ на вопрос по программе аспирантуры, оцениваемый в 30 баллов в соответствии с критериями оценки, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии оценки ответа на вопрос

Критерии	Количество баллов
1. Соответствие содержания ответа на вопрос заявленной теме (проблематике)	5
2. Полнота и логичность ответа (использование научной терминологии, понятийно-категориального	10

аппарата соответствующей отрасли знания, логичное и доказательное изложение вопроса, знание научных позиций отечественных и\или зарубежных исследователей по данной проблематике)	
3. Аргументированность выводов и положений поступающего при ответе на вопрос	5
4. Наличие в ответе на вопрос четко и грамотно сформулированной позиции (мнения) поступающего (способность представить собственные выводы, привести пример(ы))	10
ИТОГО	30

Общее время выполнения заданий по вступительным испытаниям составляет 90 минут.