

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Программа вступительных испытаний
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению**

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность «Системный анализ, управление и обработка информации»

*Направленность «Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ»*

*Направленность «Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами»*

Направленность «Управление в социальных и экономических системах»

Москва 2019

Разработчики программы:

- член Комиссии университета по разработке образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров (ПНПК) в аспирантуре – разработчик ПНПК по направлению 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника, профессор кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии, *д.т.н., проф. Т.В. Савицкая,*

- заведующий кафедрой кибернетики химико-технологических процессов, *д.т.н., проф. М.Б. Глебов,*

- заведующий кафедрой компьютерно-интегрированных систем в химической технологии, *д.т.н., проф. А.Ф. Егоров,*

- заведующий кафедрой информационных компьютерных технологий, *д.т.н., проф. Э.М. Кольцова,*

- профессор кафедры кибернетики химико-технологических процессов, руководитель международного учебно-научного центра, *д.т.н., проф. Н.В. Меньшутина,*

- заведующий кафедрой логистики и экономической информатики, *член-корреспондент РАН, профессор, д.т.н. В.П. Мешалкин*

1. Введение

Программа вступительных испытаний подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре предназначена для лиц, желающих поступить в аспирантуру ФГБОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника» (направленности: «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», «Управление в социальных и экономических системах»).

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников технологических и технических вузов, а также институтов Российской академии наук, ведущих образовательную деятельность, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева:

1. «Информатика» и «Вычислительная математика», относящихся к федеральному или вузовскому компоненту блока общих математических и естественнонаучных дисциплин. Дисциплины преподаются студентам всех технологических специальностей университета (в соответствии с государственным образовательным стандартом (ГОС) высшего профессионального образования (ВПО)).
2. «Информатика» и «Вычислительная математика», относящихся к базовой или вариативной части цикла математических и естественнонаучных дисциплин основных образовательных программ подготовки бакалавров по направлениям «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО));

3. «Методы кибернетики химико-технологических процессов», относящейся к федеральному компоненту блока специальных дисциплин. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ГОС ВПО).
4. «Методы кибернетики химико-технологических процессов», относящейся к вариативной части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО);
5. «Системный анализ процессов химической технологии», относящейся к федеральному компоненту блока специальных дисциплин. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ГОС ВПО);
6. «Математическое моделирование химико-технологических процессов», относящейся к федеральному компоненту блока общепрофессиональных дисциплин. Дисциплина преподается студентам всех технологических специальностей университета (ГОС ВПО);
7. «Математическое моделирование химико-технологических процессов», относящейся к базовой части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Химическая технология» (ФГОС ВО);
8. «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», относящейся к базовой части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО);
9. «Анализ и синтез химико-технологических систем», относящейся к федеральному компоненту цикла специальных дисциплин. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ГОС);
10. «Численные методы решения уравнений математической физики и химии», относящейся к циклу специальных дисциплин. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ГОС ВПО);

11. «Численные методы решения уравнений математической физики и химии», относящейся к циклу общих математических и естественнонаучных дисциплин. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по специальности «Информационные системы и технологии» (ГОС ВПО);
12. «Численные методы решения уравнений математической физики и химии», относящейся к вариативной части профессионального цикла дисциплин направления «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО);
13. «Численные методы решения уравнений математической физики и химии», относящейся к вариативной части дисциплин математического и естественнонаучного цикла направлений «Информационные системы и технологии» и «Информатика и вычислительная техника» (ФГОС ВО);
14. «Основы кибернетики и системного анализа химико-технологических процессов», относящейся к вариативной части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО);
15. «Информационные системы хранения и обработки данных», относящейся к общепрофессиональному циклу. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ГОС ВПО);
16. «Информационные системы хранения и обработки данных», относящейся к вариативной части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», обучающихся по профилю «Основные процессы и аппараты химических производств и химическая кибернетика» (ФГОС ВО);
17. «Методы оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем», «Моделирование технологических и природных систем», относящихся к базовым дисциплинам основной образовательной программы подготовки магистров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО);
18. «Искусственный интеллект и экспертные системы в химической технологии», относящейся к общепрофессиональному циклу

дисциплин. Дисциплина преподается для студентов, обучающихся по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ГОС);

19. «Инженерное творчество и инновационный менеджмент в химии и химической технологии», которая относится к вариативной части общенаучного цикла магистерской программы «Кибернетика химико-технологических процессов» основной образовательной программы по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО);
20. «Системы управления химико-технологическими процессами», относящейся к федеральному компоненту блока общепрофессиональных дисциплин. Дисциплина преподается студентам всех технологических специальностей университета (ГОС);
21. «Системы управления химико-технологическими процессами», относящейся к базовой части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлениям «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в соответствии с (ФГОС ВО);
22. «Автоматизированное управление химико-технологическими процессами и химико-технологическими системами», относящейся к федеральному компоненту цикла специальных дисциплин. Дисциплина преподается студентам, обучающимся по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ГОС)

и других учебных дисциплинах подготовки специалистов, бакалавров и магистров, указанных в программах вступительных испытаний по направленностям «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», «Управление в социальных и экономических системах» направления подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника.

Настоящая программа состоит из двух частей – программы по направлению и программ по направленностям, включенным в направление 09.06.01. Программа включает перечень вопросов к вступительным испытаниям по направлению и по каждой направленности и перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы по направлению и всем направленностям.

2. Содержание программы

Часть I. Программа по направлению

09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

1. Основные понятия и определения в области системного анализа, управления и обработки информации.

Системный анализ. Системный подход. Системология. Понятие системы, свойства системы (целостность, связность, эмерджентность, жизненный цикл и другие). Структуры системы и ее иерархичность. Функции системы и ее элементов. Понятие, принципы, методы системного анализа.

2. Информационные системы, модели представления данных, базы данных.

Классификация баз данных. Технологии и этапы проектирования баз данных. Модели представления данных (иерархические, сетевые, реляционные, постреляционные). Компьютерные среды для построения баз данных. Алгоритмы поиска в них информации. Основные математические методы обработки массивов данных, характеристика и область применения каждого метода. Системы управления базами данных: основные функции, архитектура. Системы визуализации данных.

3. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем. Методы интеллектуального анализа данных, нечеткие множества, нейронные сети, ассоциации и последовательности, деревья решений, клеточные автоматы, генетические алгоритмы.

4. Экспертные системы: назначение и принципы построения. Архитектура экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Взаимодействие инженера по знаниям с экспертом. Трудности разработки экспертных систем. Гибридные экспертные системы.

5. Методы оптимизации.

Методы оптимизации, основанные на классическом математическом анализе. Условный экстремум. Численные методы поиска экстремума функций одной и многих переменных. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Математическое программирование. Принцип максимума. Динамическое программирование. Декомпозиционные методы. Структурная оптимизация. Нелинейное программирование.

6. Методы кибернетики для анализа сложных иерархических химико-технологических систем.

Статистические методы обработки и планирования эксперимента. Оптимальный эксперимент и модель процесса. Статистический анализ и его применение. Построение и анализ эмпирических моделей. Алгоритмы многофакторного корреляционного и регрессионного анализов. Стратегия оптимального эксперимента. Методы поверхности отклика. Критерии оптимальности планов. Планы первого и второго порядка.

7. Концептуальные основы математического моделирования

7.1 Задачи оптимизации. Выпуклый анализ. Задачи оптимизации в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

7.2 Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.

8. Принципы построения математических моделей и этапы математического моделирования.

8.1 Математические модели. Определение. Взаимосвязь математических и физических моделей. Приближенный характер математических моделей. Допущения, принимаемые при построении математической модели. Классификация математических моделей по временному и пространственному признакам.

8.2 Структура математического описания процессов химической технологии. Этапы математического моделирования.

Уравнения, отражающие основные законы сохранения массы, энергии, импульса, переноса, условия равновесия, ограничения. Дифференциальная и интегральная запись законов сохранения. Применение теоремы Остроградского-Гаусса для вывода дифференциальной формы законов сохранения. Математическая характеристика классов уравнений, входящих в математическое описание. Постановка начального и граничных условий. Краевые условия 1 и 2 рода, смешанная краевая задача. Задача Коши, существование и единственность ее решения. Примеры постановки краевых условий. Этапы математического моделирования:

а) составление математического описания аналитическим способом, эмпирическим способом, аналитико-эмпирическим способом.

б) Выбор метода решения. Аналитические и численные методы. Источники возникновения погрешностей. Реализация выбранного метода решения в виде алгоритма. Разработка программы расчета по алгоритму.

в) Установление адекватности модели объекту. Статистические гипотезы и проверка гипотез по статистическим критериям. Критерии установления адекватности однооткликowych моделей.

г) Коррекция модели по результатам накопленной информации. Примеры.

8.3 Блочный принцип построения математических моделей химико-технологических процессов.

Представление математического описания в соответствии с блочным принципом. Основные блоки, составляющие описание процесса и их взаимосвязь. Отражение принципов системного анализа в блочном подходе к построению математических моделей.

8.4 Нейросетевое моделирование.

Определение нейросетевых моделей. Сходство и различие с биологическими нейронными сетями. Классификация нейросетевых моделей. Этапы разработки нейросетевых моделей. Алгоритмы обучения. Нейросетевые программные пакеты. Примеры применения искусственных нейронных сетей.

9. Описание структуры потоков в аппарате на основе модельных представлений движения потока

9.1 Уравнения Навье-Стокса. Частные случаи уравнений.

9.2 Эмпирические методы установления структуры потоков. Характеристика стохастического поведения частиц с помощью внешних и внутренних функций распределения. Экспериментальные методы оценки внешних функций распределения. Индикаторные методы исследования структуры потоков. Обработка функций отклика и оценка параметров моделей по методу моментов.

9.3 Представление моделей в форме дифференциальных уравнений и передаточных функций.

Представление моделей структуры потоков в форме передаточных функций. Связь моментов распределения частиц потока по времени пребывания с передаточной функцией.

10. Основы вычислительной математики.

10.1 Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование.

10.2 Вычислительные методы линейной алгебры. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

10.3 Преобразование дифференциальной задачи в разностную. Приведение дифференциальных уравнений к безразмерному виду. Аппроксимация дифференциальной задачи. Методика преобразования дифференциальной задачи в разностную. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов 1-го и 2-го порядков. Понятия порядка аппроксимации и ошибки аппроксимации. Методика оценки ошибки аппроксимации дифференциального оператора. Понятия разностной сетки, разностной схемы и разностного шаблона. Явные и неявные разностные схемы. Методика определения порядка аппроксимации разностной схемы. Разностная аппроксимация начальных и граничных условий.

10.4 Численные методы решения одномерных дифференциальных уравнений в частных производных. Решение простых одномерных дифференциальных уравнений параболического типа.

Явная разностная схема, алгоритм её решения. Неявная разностная схема. Метод прогонки – метод решения неявной разностной схемы. Вывод формул метода прогонки, определение начальных прогоночных коэффициентов в зависимости от типа граничных условий, алгоритм решения. Разностная схема Кранка–Николсона (характеристика, метод решения). Аппроксимация дифференциальных уравнений с нелинейным свободным

10.5 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Решение одномерных стационарных задач.

Анализ возможности использования метода прогонки для решения разностных схем, аппроксимирующих обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ) 2-го порядка. Метод установления – преобразование стационарной задачи в нестационарную (правила введения фиктивной производной по времени, условие сходимости решения нестационарной задачи к решению стационарной). Использование метода установления совместно с явной и неявной разностными схемами, схемой Кранка–Николсона.

Решение обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка. Методы Эйлера и Рунге-Кутты.

Явный и неявный методы Эйлера. Вывод метода Рунге-Кутты второго порядка на основе понятия дробного шага. Вывод семейства схем Рунге-Кутты 2-го порядка. Семейство схем Рунге-Кутты m -го порядка. Примеры решения ОДУ 1-го порядка методом Рунге-Кутты.

11. Комплексы программ и базы данных

Основные понятия объектно-ориентированного программирования (абстракция; инкапсуляция; наследование; полиморфизм; класс; объект; прототип) и многоагентного программирования. Основные свойства интеллектуальных агентов: автономность, ограниченность представления, децентрализация, реактивность, про-активность. Мыслительные свойства интеллектуальных агентов: знания, убеждения, желания, намерения, цели, обязательства.

Основные элементы диалогового интерфейса. Технология и механизмы визуального конструирования интерфейсных программ.

Верификация программ и доказательное программирование.

Функциональное программирование. Логическое программирование.

Архитектура и средства обеспечения современных вычислительных сетей.

Цели, задачи и средства администрирования в локальных и корпоративных вычислительных сетях, баз данных коллективного пользования.

12. Основные понятия и определения в области управления химико-технологическими процессами

12.1 Основные термины и определения. Химико-технологический процесс. Регулируемая переменная. Управляющие и возмущающие воздействия. Система автоматического регулирования (САР). Блок-схема САР.

12.2 Иерархическая структура систем управления химическими предприятиями. Иерархическая структура химических предприятий. Структура интегрированных автоматизированных систем управления химическими предприятиями. Основные понятия о системах автоматического регулирования химико-технологических процессов (ХТП). Блок-схема системы управления (СУ) ХТП.

12.3 Классификация систем управления ХТП. По виду математического описания: линейные и нелинейные СУ ХТП. По принципу регулирования: разомкнутые, замкнутые, комбинированные и адаптивные. По функциональному назначению: стабилизирующие, следящие и программные. По числу контуров управления: одноконтурные и многоконтурные. По числу управляемых переменных и управляющих воздействий: односвязные и многосвязные.

12.4 Качество, быстродействие и устойчивость систем автоматического регулирования. Основные показатели устойчивости, быстродействия и качества СУ ХТП.

12.5 Этапы анализа и синтеза САР. Последовательности этапов

синтеза СУ ХТП: анализ ХТП как объекта управления (выявление управляемых переменных, управляющих и возмущающих воздействий), синтез структуры СУ ХТП и выбор закона регулирования. Расчет оптимальных параметров настроек регуляторов и проведение имитационного моделирования САР. Выбор технических средств реализации САР и ее внедрение.

13. Линейные системы автоматического регулирования. Основы математического описания

13.1 Статические и динамические характеристики элементов САР. Линейные и нелинейные статические характеристики ХТП. Методы линеаризации: аналитические и численные. Динамические характеристики элементов САР. Переходные процессы в линейных системах. Системы, описываемые дифференциальными уравнениями первого, второго и более высоких порядков.

13.2 Типовые звенья САР. Временные характеристики элементарных звеньев САР. Временные характеристики усилительного, интегрирующего, идеального дифференцирующего, инерционного звеньев первого и второго порядков и колебательного звена.

13.3 Преобразование Лапласа. Передаточные функции элементарных звеньев САР. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Основные свойства оригинала. Расчет передаточных функций элементарных звеньев САР: усилительное звено, интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено, инерционное звено первого порядка.

13.4 Частотные характеристики элементарных звеньев САР. Метод частотных характеристик. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики линейных систем. Вещественные и мнимые частотные характеристики. Расчет частотных характеристик элементарных звеньев: усилительного интегрирующего, дифференцирующего, инерционного звеньев первого и второго порядков и звена чистого запаздывания.

13.5 Типовые законы регулирования. Временные и частотные характеристики законов регулирования. Временные и частотные характеристики П, И, ПИ, ПД и ПИД-законов регулирования.

14 Анализ работы одноконтурной САР

14.1 Устойчивость САР. Критерии устойчивости. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой одноконтурной САР. Преобразование структурных блок-схем. Сигнальные графы. Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных САР.

14.2 Расчет параметров настроек САР. Прямые и косвенные методы

расчета параметров настроек САР. Расчет оптимальных параметров настроек ПИ-регулятора с помощью частотных характеристик.

15 Методы повышения качества регулирования химико-технологических процессов

15.1 Каскадные системы автоматического регулирования. Структурная схема каскадных САР. Расчет передаточных функций эквивалентных объектов регулирования для основного и вспомогательных регуляторов.

15.2 Комбинированные системы автоматического регулирования. Условие абсолютной инвариантности регулируемой переменной относительно возмущающего воздействия. Расчет передаточной функции устройства ввода по возмущающему воздействию.

15.3 Адаптивные системы автоматического регулирования. Классификация адаптивных СУ ХТП. Поискные и беспойсковые самонастраивающиеся системы. Использование эталонных моделей в адаптивных СУ ХТП.

16. Информатизация и компьютеризация управления социально-экономическими системами

Автоматизированные системы поддержки принятия управленческих решений.

Метод моделирования и его использование в исследовании и проектировании систем управления. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др. Экономико-математические методы и модели.

Энтропия и информация как характеристики разнообразия и управления, принцип необходимого разнообразия, индивидуальное и типовое проектирование организационных систем, алгоритмизация задач управления и обработки данных, представление знаний, проектирование систем обработки данных в организационных системах, информационное обеспечение организационных систем, информационные языки и классификаторы, программное обеспечение организационных систем.

17. Математические модели и методы управления социально-экономическими системами

17.1 Постановка задач математического программирования. Оптимальное управление социально-экономическими системами. Допустимое множество и целевая функция. Формализация задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

17.2 Нелинейные задачи математического программирования. Локальный и глобальный экстремум, условия оптимальности, условия Куна-Таккера. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций.

17.3 Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностной природы. Стохастические разностные методы.

17.4 Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм.

17.5 Основы теории графов: определение графа, цепи, циклы, пути, контуры. Связные и сильно связные графы. Матрица смежности графа. Матрица инцидентностей дуг и ребер графов. Деревья. Плоские графы. Кратчайшие пути и контуры.

17.6 Постановка задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка согласованности мнений экспертов. Модели представления знаний: фреймы, семантические графы, продукционные правила. Эвристическо-эволюционные системы поиска решений. Экспертные системы.

Часть II. Программы по направлениям

1. Направленность «Системный анализ, управление и обработка информации»

1. Системный подход и общесистемные свойства и закономерности. Классификация систем.

Объектные естественные системы. Объектные искусственные системы. Физико-химическая система и химико-технологическая система; их иерархия. Анализ и синтез объектных искусственных систем. Субъектные системы принятия решений. Схема принятия решения как взаимодействие двух систем: причинно-следственной физико-химической системы и целевой системы принятия решений.

2. Системы искусственного интеллекта. Системы, основанные на

прецедентах. Эволюционное моделирование. Интеллектуальные системы, основанные на знаниях. Промышленные информационные технологии (ERP, CAD, MRP, LIMS, SCADA и другие).

3. Методы интеллектуального анализа данных.

Структура интеллектуального анализа данных (ИАД). ИАД как процесс аналитического исследования больших массивов информации с целью выявления определенных закономерностей и систематических взаимосвязей между переменными, которые затем можно применить к новым совокупностям данных. Автоматизированная обработка и обобщение накопленных сведений, превращение их в информацию и знания. Основные компьютерные методы обработки информации: пакетные, транзакции, ИАД. Основные математические методы обработки массивов данных: системы рассуждения на основе аналогичных случаев; алгоритмы вычисления оценок; нечеткая логика; нейронные сети; алгоритмы определения ассоциаций и последовательностей; анализ с избирательным действием; логическая регрессия; деревья решений; эволюционное программирование; генетические алгоритмы; визуализация данных. Характеристика, область применения каждого метода ИАД.

4. Модели представления знаний.

Логические и логико-лингвистические модели представления знаний. Сетевые структурно-лингвистические модели представления знаний. Продукционные модели. Семантические сети. Фреймы. Доска объявлений. Извлечение знаний, методы извлечения знаний. Структуризация знаний. Объектно-структурный подход (ОСП). Стратификация знаний. Алгоритм объектно-структурного анализа.

5. Управление знаниями.

Машина вывода экспертной системы. Стратегия управления выводом. Прямой и обратный вывод. Методы поиска в глубину и ширину. Базы и хранилища данных. Системы групповой поддержки. Браузеры и системы поиска. Корпоративные сети и Интернет.

6. Онтологии и онтологические системы.

Модели онтологии. Методология создания и жизненный цикл онтологий. Примеры онтологий. Системы и средства представления онтологических знаний. Метод онтологии для представления взаимосвязи между физико-химическими эффектами и явлениями в химической технологии.

2. Направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

1. Параметрическая идентификация моделей химико-технологических процессов

1.1. Метод моментов. Сущность и применение метода моментов для нахождения точечных оценок параметров моделей структуры потоков.

1.2 Примеры применения метода моментов для оценки параметров моделей структуры потоков. Оценка параметров ячеечной, диффузионной, рециркуляционной и комбинированных моделей.

2. Постановка и решение задач расчета фазовых равновесий в многокомпонентных системах.

2.1 Постановка задач и расчет равновесий в системе жидкость – газ, жидкость – пар.

Расчет равновесия как решение линейной задачи. Учет неидеального поведения фаз. Математическое описание и алгоритм решения задачи.

2.2 Постановка задач и расчет равновесий в системе жидкость – жидкость.

Анализ устойчивости фазовых равновесий. Математическое описание и алгоритм решения задачи расчета равновесий жидкость- жидкость и жидкость-жидкость-пар.

3. Расчет потоков в двухфазных многокомпонентных системах на основе модельных представлений массопереноса.

Многокомпонентный массоперенос в однофазной среде. Прямые и перекрестные эффекты. Модели проникания и обновления поверхности раздела для массопереноса в двухфазных средах. Выражение потоков в многокомпонентной двухфазной среде через матрицу коэффициентов массопередачи.

4. Модели и алгоритмы расчета типовых процессов химической технологии.

4.1 Модели и алгоритмы расчета процесса абсорбции.

Описание и алгоритмы расчета процесса абсорбции на основе модели вытеснения, ячеечной, диффузионной моделей.

4.2 Модели и алгоритмы расчета процесса многокомпонентной ректификации.

Два подхода к моделированию процесса ректификации: равновесный и неравновесный. Методы и алгоритмы расчета ректификационных колонн. Описание ректификации в насадочных колоннах.

4.3 Модели и алгоритмы расчета процесса экстракции.

Экстракция в системах жидкость-жидкость. Описание процесса на основе ячеечной модели с обратными потоками. Алгоритм расчета колонного экстрактора.

4.4 Модели и алгоритмы расчета процесса сушки в псевдооживленном слое.

Описание процесса конвективной сушки. Алгоритм расчета сушки фонтанирующего слоя.

4.5 Модели и алгоритмы расчета процесса массовой кристаллизации из растворов.

Модели процесса кристаллизации на основе методов механики гетерогенных сред. Основные понятия механики гетерогенных сред. Допущения. Описания и алгоритмы расчета периодических и непрерывных кристаллизаторов.

5. Численные методы в процессе разработки математической модели химико-технологических процессов

Классификация уравнений математических моделей ХТП. Классификация граничных условий.

6. Преобразование дифференциальной задачи в разностную. Устойчивость разностных схем.

Понятия устойчивости разностных схем и сходимости решения разностной схемы к решению исходного дифференциального уравнения. Спектральный метод (метод гармоник) анализа устойчивости разностных схем. Исследование устойчивости явной и неявной разностных схем, аппроксимирующих одномерные дифференциальные уравнения параболического типа. Принцип замороженных коэффициентов для уравнений с непостоянными коэффициентами при производных.

7. Численные методы решения одномерных дифференциальных уравнений в частных производных.

7.1. Решение одномерных дифференциальных уравнений в частных производных 1-го порядка.

Явные и неявные разностные схемы, аппроксимирующие одномерные дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка. Исследование устойчивости разностных схем с помощью метода гармоник и методика их решения. Правило выбора конечной разности для аппроксимации производной по пространственной координате в зависимости от знака коэффициента при этой производной.

7.2. Решение одномерных дифференциальных уравнений параболического типа, содержащих производную по координате первого порядка.

Отличие численных методов решения дифференциальных уравнений параболического типа, содержащих первую производную по координате, от численных методов решения простых одномерных дифференциальных

уравнений параболического типа. Правило выбора конечной разности для аппроксимации первой производной по координате. Явная и неявная разностные схемы, разностная схема Кранка–Николсона (аппроксимация, устойчивость и методы решения). Неявная разностная схема с аппроксимацией первой производной по координате центральной конечной разностью (характеристика, метод решения, вывод условия сходимости метода прогонки).

8. Численные методы решения многомерных дифференциальных уравнений в частных производных

8.1. Решение многомерных дифференциальных уравнений параболического типа.

Примеры химико-технологических процессов, описываемых многомерными дифференциальными уравнениями. Разностная сетка для двумерных и трёхмерных задач. Явная разностная схема (вывод зависимости условия устойчивости схемы от размерности задачи). Метод дробных шагов, понятие дробного шага. Неявные разностные схемы, основанные на методе дробных шагов: схема расщепления, схема переменных направлений, схема со стабилизирующей поправкой, схема предиктор-корректор. Выбор разностной схемы для решения конкретной дифференциальной задачи.

8.2. Решение многомерных дифференциальных уравнений в частных производных 1-го порядка.

Явные разностные схемы, исследование их устойчивости с помощью метода гармоник и методика решения. Неявные разностные схемы, основанные на методе дробных шагов (схема расщепления, схема переменных направлений, схема со стабилизирующей поправкой, схема предиктор-корректор), и методика их решения.

8.3. Решение многомерных дифференциальных задач, описывающих процессы диффузии, теплопроводности.

Решение многомерных дифференциальных уравнений параболического типа, содержащих первые производные по координатам. Составление разностных схем, основанных на методе дробных шагов, для многомерных дифференциальных уравнений, содержащих определённый набор производных 1-го и 2-го порядка по координатам x , y , z ; выбор граничных условий, необходимых для решения подобных дифференциальных задач. Построение алгоритмов для решения многомерных задач диффузии, теплопроводности, вихря скорости с учётом конвективных явлений.

9. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений эллиптического и гиперболического типов

9.1. Решение многомерных стационарных задач.

Использование метода установления для решения дифференциальных уравнений эллиптического типа совместно с явной разностной схемой, схемой расщепления, схемой переменных направлений, схемой с поправкой, схемой предиктор-корректор. Построение алгоритмов для решения задач расчёта стационарных концентрационных и тепловых профилей в проточных трубчатых реакторах.

9.2. Решение дифференциальных уравнений гиперболического типа.

Проблематика постановки задачи при решении дифференциальных уравнений гиперболического типа. Методика аппроксимации 1-го и 2-го начальных условий. Неявная разностная схема (анализ устойчивости схемы и решение методом прогонки). Влияние аппроксимации 2-го начального условия на точность расчёта. Метод многократного деления первого шага пополам для увеличения точности расчёта.

10. Основы теории метода конечных элементов.

Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ). Последовательность действий при решении дифференциальных задач с помощью МКЭ. Преимущества и недостатки МКЭ. Методика геометрической аппроксимации заданной области. Типы элементов. Функции элементов и функции формы элементов. Одномерный симплекс-элемент. Невозможность непрерывности производной определяемой величины на границах соседних элементов, и связанные с этим ограничения в МКЭ. Методики замены дифференциальной задачи на вариационную и вывода системы алгебраических уравнений относительно заданных узловых значений (на примере решения задачи распространения тепла в стержне).

3. Направленность «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

1. Основы построения и организации компьютерных средств управления химическими производствами

1.1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Этапы развития. Архитектура, функции, режимы работы.

1.2. Технические средства АСУ ТП. Типовой состав, классификация, функциональные, технологические, метрологические и конструктивные требования к выбору.

1.3. Модульность и блочность как основа построения технических

средств на базе микропроцессорной техники.

2. Современные технические средства контроля и управления на базе микропроцессорной техники

2.1. Микропроцессоры как база построения технических средств. Функциональная схема. Методы ввода, вывода и переработки информации.

2.2. Контроллеры ввода/вывода. Структура, назначение модулей аналогового и дискретного ввода/вывода.

2.3. Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Функции, обобщенная архитектура, классификация; языки программирования, основные производители.

2.4. Промышленные сети передачи данных. Понятие, виды, сравнительная характеристика основных топологий, протоколы обмена информацией, уровни организации взаимодействия, стандарты промышленных сетей.

2.5. Промышленные компьютеры. Особенности исполнения, функции, используемые операционные системы, основные производители.

3. Структура и функциональные возможности интегрированных систем управления химическими производствами.

3.1. Иерархическая структура интегрированных систем управления химическими производствами. Структура и функциональные возможности интегрированных систем управления многотоннажными непрерывными и многоассортиментными гибкими химическими производствами.

3.2. Автоматизированные системы управления производственными процессами (АСУ ПП). Основные функциональные возможности АСУ ПП. Сбор и хранение данных; управление производственными процессами, ресурсами и фондами; оперативное планирование; управление качеством продукции и др. Примеры реализации АСУ ПП в химической промышленности.

4. Модели и методы решения задач планирования производственных процессов

4.1. Математическая постановка задач технико-экономического и календарного планирования.

Классификация задач планирования. Основные уровни и задачи планирования работы химических производств: долгосрочный (прогнозирование и технико-экономическое планирование), среднесрочный (оптимальное календарное планирование). Словесная формулировка и математическая постановка задач технико-экономического и календарного планирования химических производств. Экономико-математические модели.

4.2. Методы решения задач технико-экономического и календарного планирования.

Расчет оптимальной производственной программы – задача линейного программирования. Графический, аналитический и численные методы решения задач технико-экономического планирования. Методы решения задач линейного программирования при одном критерии оптимизации, в условиях неопределенности и в многокритериальной постановке.

4. Направленность «Управление в социальных и экономических системах»

1. Основные концепции теории управления социально-экономическими системами

1.1 Социально-экономические системы как объекты исследования и управления. Предмет теории управления. Управленческие отношения и понятие организационного управления. Цели управления. Дерево целей. Специфика работы с целевой информацией. Критерии эффективности и ограничения при достижении цели. Управление в сложных системах. Понятие обратной связи и ее роль в управлении. Формализация и постановка задач управления. Основные структуры и методы управления социально-экономическими системами: административно-организационные, экономические, социально-психологические и др. Специфика управления социально-экономическими системами. Математическое и имитационное моделирование. Роль человека в управлении социально-экономическими системами.

1.2 Системный подход к анализу социально-экономических явлений, процессов и систем. Основные понятия системного подхода: система, элемент, структура, среда. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация и самоорганизация, интегрированные качества. Организация как система. Основные понятия социологии организаций и социальной психологии: власть, лидерство, коммуникации, авторитет, стили руководства.

1.3 Понятие функций управления и их классификация. Общие и специфические функции; стратегическое планирование в организационных системах управления; тактическое и оперативное планирование; оперативное управление; организация и информационное взаимодействие; модели и методы принятия решений; принятие решений в условиях риска и неопределенности; использование экспертных оценок при принятии решений; консультационная деятельность при принятии решений; психологические аспекты принятия и реализации решений; особенности

коллективного принятия решений, особенности принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций; переговоры и выборы; личность и коллектив как объекты управления.

1.4 Общество как социально-экономическая система. Социальная структура общества, социальные институты, их функции и взаимодействие. Связь социальных и экономических аспектов управления. Принципы и критерии формирования структур управления в социально-экономических системах. Основные типы организационных структур социально-экономических систем (линейные, функциональные, дивизиональные, штабные, комбинированные, матричные), их эволюция и развитие. Особенности формирования программно-целевых структур управления на различных уровнях иерархии.

2. Информатизация и компьютеризация управления социально-экономическими системами

2.1 Понятие эффективности управления. Методы оценки деятельности и эффективности управления. Задачи анализа и синтеза механизмов функционирования и управления социально-экономическими системами.

2.2 Компьютеризованное управление социально-экономическими системами.

2.3 Экономико-математические методы и модели. Производственные функции. Модели Леонтьева, Эрроу-Дербе, Неймана-Гейла и др.

2.4 Принципы, модели, методы и средства проектирования и развития социально-экономических систем.

3. Математические модели и методы управления социально-экономическими системами

3.1 Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Постулируемые принципы оптимальности: равномерности; справедливой уступки; главного критерия; лексикографический. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

3.2 Принятие решений в условиях неопределенности. Виды неопределенности. Статистические модели принятия решений. Критерии Байеса-Лапласа; Гермейера; Бернулли-Лапласа; максиминный (Вальда); минимаксного риска Сэвиджа; Гурвица; Ходжеса-Лемана и др.

3.3 Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Нечеткие отношения; операции над отношениями; свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

3.4 Социально-экономическое прогнозирование. Задачи, роль и виды прогнозирования. Классификация прогнозов по цели прогнозирования, виду объектов прогнозирования, горизонту прогнозирования, масштабности прогнозирования. Оценка надежности прогнозирования. Временные ряды, их анализ. Характеристики динамики социально-экономических явлений. Модели временных рядов; анализ компонентного состава рядов; тренды; критерии и методы выявления трендов. Алгоритмы выделения трендов. Модели кривых роста в социально-экономическом прогнозировании. Основные виды кривых роста, методы их выбора и идентификации параметров. Оценка качества прогнозных моделей. Критерии качества прогнозов. Методы многоагентного программирования в моделировании социально-экономических систем.

3.5 Основы теории активных систем. Понятия активной системы и механизма функционирования. Механизмы планирования в активных системах. Неманипулируемость процедур планирования. Принцип открытого управления и оптимальность правильных механизмов управления.

3.6 Управление проектами. Специфика проектно ориентированных организаций. Цели, задачи и этапы управления проектами. Методы сетевого планирования и управления. Механизмы управления проектами. Стратегическое планирование. Реформирование и реструктуризация предприятий. Модели и механизмы внутрифирменного управления.

3.7 Управление трудовыми ресурсами в организационных системах. Цели и задачи управления, планирование трудовых ресурсов, подбор, подготовка и расстановка кадров, оценка деловых качеств управленческого персонала, использование трудовых ресурсов, стили работы руководства, конфликтные ситуации, требования к кадрам управления в условиях чрезвычайных ситуаций.

3.8 Задачи и методы финансового анализа. Нарращение и дисконтирование. Эффективная ставка. Потоки платежей. Финансовая эквивалентность обязательств. Типовые приложения. Кредитные расчеты. Оценка инвестиционных процессов. Отбор инвестиционных проектов.

3. Вопросы к вступительным испытаниям по направлению 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

1. Понятие системы, элемента системы, подсистемы, системообразующего фактора. Структура и свойства системы, иерархичность. Классификации систем. Функции системы и ее элементов. Привести примеры систем в химической технологии.

2. Понятие системного анализа. Принципы системного анализа. Методы системного анализа. Постановка целей системного анализа.

3. Основные понятия информатики: общие сведения об информации, структурная мера информации, статистическая мера информации, семантическая мера информации.

4. Способы преобразования информации. Формы представления информации. Передача информации.

5. Информационные системы и базы данных: определения, классификация. Привести примеры задач из химической технологии. База данных как информационная модель предметной области. Системный анализ предметной области. Методология проектирования баз данных.

6. Основные понятия алгебры логики. Свойства элементарных функций алгебры логики.

7. Основные принципы математического моделирования. Математические модели в механике, химической технологии, гидродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.

8. Понятие математической модели. Структура и свойства математических моделей. Структурные и функциональные модели. Аналитические и эмпирические модели.

9. Особенности функциональных математических моделей. Иерархия математических моделей и формы их представления.

10. Структура математического описания процессов химической технологии. Этапы математического моделирования. Блочный принцип построения математических моделей химико-технологических процессов.

11. Описание структуры потоков в аппарате на основе модельных представлений движения потока. Уравнения Навье-Стокса. Частные случаи уравнений. Модели идеального смешения и вытеснения, их передаточные функции.

12. Ячеечная модель. Допущения. Связь с другими моделями структуры потоков.

13. Постановка и математическая формализация задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации.

14. Нелинейные математические модели сложных систем. Причины возникновения и способы описания нелинейности. Динамические и стационарные математические модели. Примеры нестационарных моделей.

15. Нейросетевое моделирование. Классификация нейросетевых моделей. Этапы разработки нейросетевых моделей. Алгоритмы обучения. Нейросетевые программные пакеты. Примеры применения искусственных нейронных сетей.

16. Методы поиска безусловного экстремума функции многих переменных, методы нулевого, первого и второго порядка.

17. Методы поиска безусловного экстремума функции многих переменных, методы безградиентные и градиентные.

18. Аппроксимация дифференциальных уравнений. Порядок аппроксимации разностных схем.

19. Метод прогонки – метод решения неявной разностной схемы уравнений параболического типа.

20. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера, Рунге-Кутты.

21. Общая характеристика и постановка задач линейного программирования. Метод штрафных функций. Ограничения типа равенств и неотрицательность переменных. Квадратичное программирование.

22. Общая характеристика итерационных методов поиска оптимума в задачах нелинейного программирования. Градиентный метод. Метод наискорейшего спуска (подъема). Алгоритм Ньютона. Учёт ограничений и многоэкстремальные задачи.

23. Локальные вычислительные сети: особенности организации, функциональные группы, типовые топологии, базовые архитектуры.

24. Глобальные вычислительные сети: каналы связи, технология передачи данных, коммутация пакетов. Глобальная сеть Интернет: архитектура, адресация компьютеров и ресурсов, протоколы, сервисы.

25. Формализованные и неформализованные задачи в химической технологии, нефтехимии и нефтепереработке, биотехнологии. Модели представления знаний и процедур поиска решения неформализованных задач.

26. Системы искусственного интеллекта: классификация, типовая структура интеллектуальных систем, области применения (в том числе, в задачах химической технологии).

27. Экспертные системы: классификация, архитектура. Гибридные экспертные системы.

28. Основные концепции и понятия объектно-ориентированного программирования: абстракция; инкапсуляция; наследование; полиморфизм; класс ; объект; прототип.

29. Основные концепции и понятия многоагентного программирования. Основные свойства интеллектуальных агентов: автономность, ограниченность представления, децентрализация, реактивность, проактивность. Мыслительные свойства интеллектуальных агентов: знания, убеждения, желания, намерения, цели, обязательства.

30. Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического регулирования (САР). Методы линеаризации.

31. Преобразование Лапласа. Расчет передаточной функции инерционного звена первого порядка.

32. Каскадные САР. Структурная схема и проектирование каскадной САР.

33. Комбинированные САР. Структурная схема и проектирование комбинированных САР.

34. Многосвязные САР. Структурная схема и проектирование многосвязных САР.

Вопросы вступительных испытаний по направленности «Системный анализ, управление и обработка информации»

1. Основные этапы жизненного цикла сложной системы. Особенности исследования эффективности на разных этапах жизненного цикла.

2. Понятие физико-химической системы (ФХС). Особенности структуры ФХС.

3. Определение химико-технологической системы (ХТС) и элемента ХТС.

4. Методы поиска экстремума функции одной переменной.

5. Динамическое программирование. Вывод формулы Беллмана.

6. Классификация методов нелинейного программирования.

7. Методы регрессионного анализа. Алгоритм определения коэффициентов уравнения множественной регрессии.

8. Методы корреляционного анализа.

9. Полный факторный эксперимент 2^k . Свойства плана и регрессионный анализ результатов.

10. Дробные реплики от полного факторного эксперимента 2^k . Разрешающая способность дробных реплик.

11. Методы планирования эксперимента. Рототабельные планы второго порядка.

12. Постановка и методы решения задач линейного программирования в химической технологии.

13. Методы интеллектуального анализа данных, характеристики, области применения.

14. Методы получения, анализа и обработки экспертной информации. Привести примеры для решения неформализованных задач химической технологии.

15. Модели представления знаний в экспертных системах: семантические сети, фреймы, продукционные модели на примере задач химической технологии.

16. Технологии и этапы проектирования баз данных. Проектирование прикладных банков данных.

17. Архитектуры баз данных. Механизмы доступа приложений к базам данных.

18. Методические подходы и технологические средства разработки проектов информационных систем, методики моделирования и анализа предметной области, разработка требований к системе и проекта ИС. Методы и средства программной инженерии.

19. Модели представления данных (иерархические, сетевые, реляционные, постреляционные). Привести примеры из задач химической технологии. Классификация баз данных.

20. Основные математические методы обработки массивов данных и алгоритмы поиска информации.

21. Системы визуализации данных.

22. Системы обработки данных с помощью СУБД: основные функции и архитектура. Компоненты среды СУБД. Языковые средства СУБД.

23. Системы поддержки принятия решений. Концепции хранилища данных (ХД). Модели данных для построения ХД.

24. Нечеткие множества. Операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование физико-химических систем.

25. Деревья решений.

26. Клеточные автоматы, моделирование физико-химических систем.

27. Искусственные нейронные сети: основные элементы, структура, классификация, решаемые задачи.

28. Нейронные сети прямого распространения: архитектура, алгоритмы обучения, пример решения задачи.

29. Нейронные сети для решения задач кластеризации: архитектуры, обучение и практическое использование. Самообучение и самоорганизация искусственных нейронных сетей.

30. Рекуррентные нейронные сети: архитектуры, назначение, обучение и практическое использование, пример решения задачи.

31. Генетические алгоритмы для решения задач оптимизации.

32. Интеллектуальные системы, основанные на прецедентах.

33. Управление знаниями.

34. Модели онтологии и онтологические системы.

**Вопросы вступительных испытаний по направленности
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ»**

1. Параметрическая идентификация моделей химико-технологических процессов. Метод моментов.
2. Эмпирические методы установления структуры потоков. Экспериментальные методы оценки внешних функций распределения. Индикаторные методы исследования структуры потоков. Обработка функций отклика по методу моментов.
3. Сравнительный анализ моделей идеального смешения и вытеснения.
4. Вывод уравнения диффузионной модели структуры потоков. Начальные и граничные условия. Оценка параметра модели.
5. Постановка и решение задач расчета фазовых равновесий в многокомпонентных системах.
6. Расчет потоков в двухфазных многокомпонентных системах на основе модельных представлений массопереноса.
7. Модели и алгоритмы расчета процесса абсорбции.
8. Модели и алгоритмы расчета процесса многокомпонентной ректификации.
9. Модели и алгоритмы расчета процесса экстракции
10. Модели и алгоритмы расчета процесса сушки
11. Модели и алгоритмы расчета процесса массовой кристаллизации из растворов.
12. Понятие аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем.
13. Спектральный анализ устойчивости разностных схем, исследование устойчивости явной и неявной разностных схем, аппроксимирующих уравнение параболического типа.
14. Метод прогонки для решения уравнений параболического типа.
15. Методы дробных шагов для решения многомерных уравнений параболического типа (диффузии, теплопроводности).
16. Методы установления для решения уравнений эллиптического типа.
17. Метод конечных элементов (МКЭ). Последовательность действий при решении дифференциальных задач с помощью МКЭ. Преимущества и недостатки МКЭ.
18. Решение одномерных дифференциальных уравнений в частных производных 1-го порядка. Явные и неявные разностные схемы, аппроксимирующие одномерные дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка.
19. Общая характеристика численных методов и алгоритмов решения систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации и его модификации. Метод Ньютона–Рафсона.

20. Квазиньютоновские методы численного решения систем нелинейных уравнений. Метод дифференцирования по параметру. Метод минимизации.

21. Основные понятия и определения теории графов: матричное представление графов, потоковые графы ХТС, информационно-потоковые графы ХТС, сигнальные графы ХТС, структурные графы ХТС.

22 Краткая характеристика задач дискретной оптимизации. Деревья вариантов решений как топологические модели множества решений задач дискретной оптимизации. Метод ветвей и границ в решении задач дискретной целочисленной оптимизации. Сущность и эффективность операций упорядоченного ограниченного поиска оптимальных решений на деревьях вариантов решений : сначала в глубину (лучевого ветвления) ; сначала в ширину (волнового ветвления); смешанная процедура (луче-волнового ветвления).

23. Основные понятия и определения теории множеств. Операции над множествами : объединение; пересечение; разность, симметрическая разность. Иконографические модели множеств и операций над множествами. Основные законы операций над множествами: ассоциативность; коммутативность, дистрибутивность операций. Тождество алгебры множеств.

24. Общая характеристика и постановка задачи линейного программирования (ЛП). Основные определения. Примеры содержательных (инженерно- технологических и организационно - управленческих) задач ЛП. Алгебраическая и наглядно–графическая сущность симплекс-метода решения задач ЛП. Табличный метод поиска оптимального решения задачи ЛП. Получение начального допустимого базисного решения.

25. Понятие и математическая постановка двойственной задачи линейного программирования. Понятие о целочисленном (дискретном) программировании.

Вопросы вступительных испытаний по направленности «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

1. Иерархическая структура интегрированных автоматизированных систем управления химическими предприятиями.
2. Классификация систем автоматического регулирования (САР).
3. Основные показатели качества работы САР.
4. Основные показатели устойчивости и быстродействия САР. Устойчивость по Ляпунову.
5. Временные характеристики элементарных звеньев САР.
6. Частотные характеристики элементарных звеньев САР. Расчет частотной характеристики инерционного звена первого порядка.

7. Типовые законы регулирования. Временные, частотные характеристики и передаточные функции ПИ- и ПИД- законов регулирования.
8. Алгебраические критерии устойчивости линейных САР. Примеры анализа устойчивости САР.
9. Расчет параметров настроек линейных одноконтурных САР. Прямые и косвенные методы.
10. Автоматизированные системы управления предприятиями (ERP-системы): функциональные возможности и основные подсистемы. Привести примеры.
11. Автоматизированные системы управления производственными процессами (MES-системы): функциональные возможности и основные подсистемы. Привести примеры решаемых ими задач.
12. Постановка и методы решения задач технико-экономического планирования. Привести примеры.
13. Постановка и решение задач оптимального календарного планирования. Привести примеры.
14. Постановка и решение задач оперативно-календарного планирования. Привести примеры.
15. Постановка и решение задач оперативного управления. Привести примеры.

Вопросы вступительных испытаний по направленности «Управление в социальных и экономических системах»

1. Основные понятия и определения систем массового обслуживания (МО). Система МО с отказами. Одноканальная система МО с ожиданиями.
2. Современные направления научных исследований в области искусственного интеллекта. Неформализованные задачи научно-исследовательской и научно-технической деятельности. Классификация типов модели представления знаний.
3. Основные понятия и предмет теории расписаний. Постановка задач теории расписаний. Классификация задач теории расписаний.
4. Сетевое планирование и управление социально-экономическими системами. Понятие сетевого графика. Составление перечня работ. Упорядочение (ранжирование) работ. Определение резервов времени. Коррекция распределения ресурсов. Оптимизация сроков выполнения работ.
5. Основные понятия и постановка задач оптимизации. Ограничения на допустимое множество решений. Выпуклые и вогнутые функции. Свойства выпуклых и вогнутых функций. Классификация задач оптимизации. Функция Лагранжа при решении задач оптимизации.
6. Основные понятия и определения комбинаторных задач составления расписаний. Математическая постановка и графовое представление задачи

коммивояжера. Задача коммивояжера как задача целочисленного линейного программирования.

7. Математические модели производственно–экономических систем. Статическая и многопродуктивная модель. Классификация задач оптимального управления социально-экономическими системами. Одношаговые модели принятия решений. Динамические задачи оптимального управления.

8. Основные понятия и определения теории игр. Предмет теории игр. Игра как модель конфликтной ситуации. Понятие стратегии. Формализованное описание игры двух лиц. Верхняя и нижняя цены игры.

9. Понятие оптимального динамического управления социально-экономическими системами как вариационной задачи. Математическая постановка задачи динамического программирования. Трудности решения вариационных задач.

10. Общая характеристика и методика построения моделей представления декларативных и продукционных знаний (фреймов и продукционных правил).

11. Понятие знаний и данных. Методика и процедуры поиска решений неформализованных задач при исследовании социально-экономических систем.

12. Основные понятия и методика построения нейронных сетей.

13. Понятие нечётких знаний. Методы неточных рассуждений в условиях неопределённости. Общие сведения о нечёткой и вероятностной логиках.

14. Основные понятия теории нечётких множеств. Модели представления неопределённых знаний на основе теории нечётких множеств.

4. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Дорохов И.Н., Меньшиков В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах интенсификации химико-технологических процессов и производств. М.: Наука, 2005. – 583 с.

2. Кольцова Э.М., Скичко А.С., Женса А.В. Численные методы решения уравнений математической физики и химии: учеб. пособие – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. – 224 с.

3. Кольцова Э.М., Скичко А.С., Женса А.В. Численные методы решения уравнений математической физики и химии. Сборник задач – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 40 с.

4. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами. – М. : Академкнига, 2007. – 696 с.

5. Плюто В. П. Типовые решения по автоматизации технологических

процессов в химической промышленности [Текст] : учебное пособие / В. П. Плютто, И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов. – М. : РХТУ. Издат. центр, 2008. – 128 с.

6. Меньшутина Н.В, Матасов А.В. Современные информационные системы хранения данных, обработки и анализа данных для предприятий химической и смежных отраслей – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 308 с.

7. Акулов О.А., Медведев Н.В. Информатика: базовый курс: учебник для вузов. М. : Омега–Л, 2012. 574 с.: ил.

8. Шапоров С.Д. Информатика: Теоретический курс и практические занятия: учебник для вузов. СПб. : «БХВ-Петербург», 2009. 469 с.: ил.

Дополнительная:

1. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш.шк., 1991. - 400 с.: [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/174347/> (дата обращения: 14.03.2014).

2. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. Учебник для вузов-М.: Химия, 1991.-432 с.: ил. [Электронный ресурс]: – Режим доступа <http://moodle.milrti.ru/mod/resource/view.php?id=836> (Дата обращения 15.03.2014)

3. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики, – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 496 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа <http://bookre.org/reader?file=486531> (Дата обращения 15.03.2014)

4. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М. : Высшая школа, 1979. – 439 с.

5. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии / В. В. Кафаров. – М. : Химия, 1984.

6. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Т.1. Основы стратегии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов. – М. : Наука, 1976.

7. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Т.4. Процессы массовой кристаллизации из растворов и газовой фазы / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, Э.М. Кольцова. – М.: Наука, 1983.

8. Кафаров В.В., Дорохов И.Н., Марков Е.П. Системный анализ процессов химической технологии. Применение метода нечетких множеств.- М.: Наука, 1986.- 360 с.

9. Дорохов И.Н., Кафаров В.В. Системный анализ процессов

химической технологии. Экспертные системы для совершенствования промышленных процессов гетерогенного катализа. – М. : Наука, 1989. – 376 с.

10. Экспертные системы в химической технологии: Основы теории, опыт разраб. и применения / В. П. Мешалкин. – Москва : Химия, 1995 . – 366, 1 с.: ил. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bookmix.ru/book.phtml?id=646727> (дата обращения 15.03.2014).

11. Пospelов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. – М. : Наука, 1988 .- 300 с.

12. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.padabum.com/d.php?id=2012> (дата обращения: 14.03.2014).

13. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://subscribe.ru/group/nauchno-tehnicheskaja-biblioteka/2322225/> (дата обращения 14.03.2014).

14. Гордеев Л. С., Кафаров В. В. , Бояринов А. И. Оптимизация процессов в химической технологии – М. : МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1972. – 257 с.

15. Бояринов А. И., Кафаров В. В. Методы оптимизации в химической технологии. – М. :Химия, 1975. – 576 с.

16. Шайкин А.Н. Практические основы линейной оптимизации: учеб. пособие / под ред. А.Ф. Егорова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 144 с.

17. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник. / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М. : Финансы и статистика, 2009. 848 с.: ил.

18. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Учебник для вузов. Минск: Дизайн-ПРО, 2004. 370 с.: ил.

19. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2002. 320 с.: ил.

20. Савельев А.Я. Основы информатики Учеб. для вузов. – М: изд-во «МГТУ им.Н.Э. Баумана», 2001. – 328 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.alleng.ru/d/comp/comp41.htm> (дата обращения: 15.03.2014).

21. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. – М.: «МГТУ им.Н.Э. Баумана», 2003. – 496 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа http://vmate.ru/load/uchebniki/matematika_dlja_tekhnarej/zarubin_b_s_matemathicheskoe_modelirovanie_v_tekhnike/36-1-0-235 (дата обращения:

15.03.2014).

22. Перов В.Л.. Основы теории автоматического регулирования химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1970. – 352 с.

23. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. Издание третье, исправленное. – М. : Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1975. – 768 с. [электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.toroid.ru/besekerskyVA.html> (дата обращения: 12.03.2014).

24. Теория автоматического управления: учеб. для ТЗЗ вузов по спец. «Автоматика и телемеханика». В 2-х ч. Ч. I. Теория линейных систем автоматического управления / Н. А. Бабаков, А. А. Воронов, А. А. Воронова и др.; Под ред. А. А. Воронова.—2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Высшая школа, 1986. — 367 с. [электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.toroid.ru/besekerskyVA.html> (дата обращения: 12.03.2014).

25. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами [Текст] : учебное пособие. – М. : ИКЦ "Академкнига", 2005. – 307 с.

26. Элементы теории управления химико-технологическими процессами и системами [Текст] : конспект лекций: учеб. пособие / Сост.: В.П. Плютто, И.И. Дубровский. – М. : РХТУ. Издат. центр, 2004. – 147 с.

27. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств: Теория, расчет и проектирование систем автоматизации [Текст] : учебное пособие для втузов. – М. : Химия, 1982. – 296 с.

28. Автоматическое управление в химической промышленности [Текст] : учебник для вузов / Е.Г. Дудников [и др.] / ред. Е. Г. Дудников. – М. : Химия, 1987. – 368 с.

29. Свечкарев В.П. Системы автоматизации и управления технологическими производствами: учеб. пособие. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. – 159 с.

30. Деменков Н.П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУТП: учеб. пособие – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 328 с.

31. Проектирование систем управления. Автоматизированный лабораторный комплекс [Текст] : учебное пособие / А. Ф. Егоров [и др.] ; ред. А. Ф. Егоров. – М. : РХТУ. Издат. центр, 2008. – 115 с.

32. Матасов А.В., Меньшутина Н.В., Сидоркин О.В. Системы автоматизированной поддержки принятия решений в задачах химической технологии, экологии и фармацевтики: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 168 с.