

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
РХТУ им. Д.И. Менделеева

А.А. Щербина

«27» *сентября* 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
2.3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

Научные специальности:

- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика
- 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
- 2.3.4. Управление в организационных системах
- 2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

Москва 2023 г.

Общие положения

Программа вступительного испытания по группе научных специальностей 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации разработана с учетом требований к поступающим, определёнными Правилами приема.

Цель проведения экзамена - оценка уровня знаний поступающих в области группы научных специальностей 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации для отбора наиболее подготовленных поступающих для обучения по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Задачей вступительного испытания в аспирантуру является оценка уровня владения специальной дисциплиной, в том числе проверка наличия у поступающего необходимых теоретических и практических знаний по выбранному направлению научного исследования.

Поступающий должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Разделы программы

1. Форма проведения вступительного испытания.
2. Язык проведения вступительного испытания.
3. Содержание вступительного испытания.
4. Структурированное по разделам (областям) содержание вступительного испытания.
5. Шкала оценивания для оценивания вступительного испытания.
6. Примерный перечень вопросов для экзамена.
7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию.

1. Форма проведения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится в устной форме и включает в себя вопросы по научной специальности.

2. Язык проведения вступительного испытания.

Язык проведения экзамена – русский.

3. Содержание вступительного испытания.

Экзаменационный билет состоит из вопросов по научной специальности.

На подготовку ответа отводится 20 минут.

3. Структурированное по разделам (предметным областям) содержание вступительного испытания.

Раздел 1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1.1. Системный анализ, применение методологии системного анализа при изучении и исследовании процессов и явлений в природе и технологиях.

Информационные системы, базы данных и системы управления базами данных. Формализованные и неформализованные задачи системного анализа, алгоритмы и процедуры их решения.

1.2. Системы искусственного интеллекта, их структура и области применения. Экспертные системы, статические и динамические экспертные системы, их архитектура и классификация, базы знаний.

1.3. Моделирование систем, классификация моделей, теоретические модели и клеточные автоматы, решение задач идентификации и оптимизации. Нейронные сети для моделирования и кластеризации систем, решение задач обучения и самообучения. Четкие и нечеткие множества, их применение для моделирования систем. Линейные и нелинейные уравнения, алгоритмы решения, их применение при моделировании систем. Методы решения систем дифференциальных уравнений, алгоритмы решения, их применение при моделировании систем.

1.4. Линейный и нелинейный регрессионный анализ, их применение для решения задач идентификации систем. Методы линейного и нелинейного программирования, алгоритмы решения задач оптимизации с их применением и проблема глобального экстремума.

Раздел 2. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

2.1. Интегрированные автоматизированные системы управления: принципы создания и функциональные возможности.

Принципы построения ИАСУ.

Основные направления интеграции и декомпозиции используемые при создании ИАСУ.

Функциональные возможности ИАСУ.

Методология структурного анализа и проектирования больших систем.

2.2. Основные функциональные возможности, методы и модели проектирования АСУ ТП (SCADA-системы), АСУ ПП (MES-системы), АСУП (ERP-системы).

Основные функциональные возможности ERP-, MES- и SCADA-систем.

Анализ и моделирование бизнес-процессов предприятия.

Основные этапы проектирования АСУ ТП с использованием SCADA-систем.

2.3. Адаптивные и интеллектуальные системы автоматизации и управления.

Адаптивные системы управления технологическими процессами: классификация и основные методы синтеза.

Нейросетевые модели и алгоритмы управления.

2.4. Информационное обеспечение и программно-аппаратные комплексы АСУ на базе современных технологий автоматизации

Программно-аппаратные комплексы ERP-, MES- и SCADA-систем

Информационное обеспечение и средства интеграции ERP-, MES- и SCADA-систем.

Раздел 3. Управление в организационных системах

3.1. Математическое моделирование. Виды моделирования (детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное и непрерывное).

3.2. Математическое и компьютерное моделирование. Модель «черного ящика», модель состава, модель структуры. Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло. Вычислительный эксперимент. Системы моделирования.

3.3. Классификация математических моделей организационных систем. Имитационные модели организационных систем и процессов. Оптимизационные модели организационных систем и процессов.

3.4. Теория систем и системный анализ. Модели систем. Динамические системы и их модели. Временная и пространственная системы. Общая теория систем. Информационные аспекты изучения систем. Управление системами. Объекты и цели управления. Динамические системы и модели.

3.5. Общие вопросы теории измерений. Измерительные шкалы. Эксперимент и моделирование. Способы реализации моделей. Математические модели реализации случайных процессов. Имитационное моделирование. Адекватность моделей.

3.6. Системный анализ и моделирование. Основные понятия и задачи системного анализа. Принципы и структура системного анализа. Принципы декомпозиции и агрегирования. Этапы системного анализа.

3.7. Формулирование проблемы. Выявление целей. Формирование критериев. Генерирование альтернатив. Алгоритмы проведения системного анализа. Алгоритм декомпозиции.

3.8. Теория и системы поддержки принятия решений в социальных и экономических системах. Общие подходы и рациональные процедуры принятия решений. Правила и критерии выбора в теории принятия решений.

3.9. Принципы моделирования при принятии решений. Математические модели в теории принятия решений и их классификация. Математическая постановка задачи принятия решений. Методы решения задач в теории принятия решений.

3.10. Виды задач с детерминированными параметрами. Комбинаторные задачи принятия решений. Задачи, сводящиеся к задачам дискретного

программирования. Модели линейного программирования (ЛП) для исследования задачи принятия решений.

3.11. Человеко-машинные процедуры как средство решения многокритериальных задач ЛП. Классификация и примеры человеко-машинных процедур. Практическое применение человеко-машинных процедур для анализа задач принятия решений.

3.12. Принятие решений при многих критериях. Многокритериальные задачи ЛП и методы их решения. Парето-множество.

3.13. Модели целочисленного линейного программирования (ЦЛП) для исследования задачи принятия решений; общие сведения о методах решения задач ЦЛП; метод ветвей и границ; метод Гоморри.

3.14. Принципы принятия решений в условиях неопределенности и рисков. Применение методов теории игр к анализу задач принятия решений в условиях риска и неопределенности. Игры с природой.

3.15. Виды неопределенности в задачах принятия решения. Задача принятия решений в условиях конфликта противников. Анализ конфликтной ситуации на примере двух субъектов: построение гарантированной оценки, возможности ее улучшения. Проблема коллективного формирования компромисса. Точки равновесия. Принцип устойчивости (по Нэшу).

3.16. Понятие системы поддержки принятия решений (СППР). Основные процессы СППР. Типовые задачи принятия решений в бизнесе. Классификация СППР. Основные типы задач, решаемых СППР. Структура типовой СППР.

3.17. Теория управления в организационных системах Понятие управления. Автоматическое управление. Оптимальное управление. Автоматизация, кибернетизация, функций систем управления. Механизм управления. Средства управления.

3.18. Методы управления. Аналитические методы управления. Численные методы управления. Методы математического программирования, статистического моделирования.

3.19. Методы оптимизации. Одномерная оптимизация. Многомерная оптимизация без учета ограничений. Методы прямого поиска. Градиентные методы. Оптимизация с ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера. Методы штрафных функций.

3.20. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши: постановка и пути решения. Простейшие методы решения задачи Коши.

3.21. Разностные методы. Метод прогонки. Метод деловой игры. Эвристические методы. Системные методы. Метод контроля и оценки

решений. Метод обратной связи. Оценка хода и результатов решения.

3.22. Связь организации и информационной системы. Автоматизированная информационная система. Пакеты прикладных программ. Системы поддержки принятия решений.

3.23. Понятие методов получения и обработки информации для задач управления организационными системами. Понятие идентификации в организационных системах на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации. Понятия проблемно-ориентированных систем управления, методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах.

Раздел 4. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

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

4.2. Создание модельных представлений движения потока. Модели идеального смешения и вытеснения. Уравнение Навье-Стокса для описания движения вязкой среды.

4.3. Математическое моделирование тепло- и массообменных процессов. Уравнение конвективного теплообмена. Описание равновесия в системах пар-жидкость и жидкость-жидкость.

4.4. Оптимизация химико-технологических процессов. Задачи нелинейного программирования. Градиентные и безградиентные методы поиска экстремума.

4.5. Основные понятия нечёткой логики и теории нечётких множеств. Понятие лингвистической переменной. Степень принадлежности и функция принадлежности. Виды функций принадлежности. Виды, свойства и способы описания нечётких множеств. Нормализация нечёткого множества. Свойства нечётких множеств. Способы описания нечётких множеств. Операции с нечёткими множествами.

4.6. Нейросетевое моделирование. Обучение нейросетевых моделей. Нейросетевые программные пакеты.

4.7. Понятие аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем.

4.8. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Постановка задачи численного решения ОДУ 1 порядка. Явный метод Эйлера, неявный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты n-го порядка.

4.9. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа. Постановка задачи численного решения. Явная разностная схема, неявная разностная схема. Метод прогонки для решения неявной разностной схемы.

4.10. Численные методы решения многомерных дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа. Метод дробных шагов, схема расщепления, схема предиктор-корректор.

4.11. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа. Метод установления.

4.12. Методология компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования в технике и технологиях.

4.13. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Назначение и основные компоненты систем баз данных. Система управления базами данных (СУБД), программные и языковые средства СУБД.

4.14. Основные этапы жизненного цикла информационных систем. Особенности исследования эффективности на разных этапах жизненного цикла.

4.15. Автоматизированные системы управления предприятиями: функциональные возможности и основные подсистемы. Основные стандарты, регламентирующие информационные системы.

4.16. Основные задачи вычислительной гидродинамики. Метод конечных объемов. Сеточные методы. Программное обеспечение для решения задач гидрогазодинамики.

4.17. Современные пакеты в области химической технологии. Обзор современных пакетов моделирующих программ. Принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов и химических производств.

5. Критерии оценки.

Вопросы по научной специальности оцениваются в 70 баллов. Ответы на дополнительные вопросы оцениваются в 30 баллов.

Шкала оценивания

Ответ на вопросы билета	Полное соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, присутствует ясность, четкость и логика изложения. Поступающий показывает владение понятийным аппаратом, выводы аргументированы, высокий уровень	Соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, присутствует ясность, четкость и логика изложения. Поступающий показывает владение понятийным аппаратом, выводы не полностью аргументированы, высокий уровень	Не полное соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете. Поступающий показывает недостаточное владение понятийным аппаратом, выводы частично аргументированы, низкий уровень владения материалом, недостаточно	Не полное соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, отсутствует ясность, четкость и логика изложения. Поступающий показывает слабое владение понятийным аппаратом, выводы не аргументированы, низкий уровень

	владения материалом, показывает знание смежных вопросов.	владения материалом, показывает знание смежных вопросов.	показывает знание смежных вопросов.	владения материалом, не показывает знание смежных вопросов.
Количество баллов	61-70	46-60	21-45	0-20
Ответ на дополнительные вопросы	Исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией	Полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.	В целом правильные ответы на вопросы, поставленный экзаменационной комиссией, при этом поступающий недостаточно аргументирует ответы	Демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.
Количество баллов	21-30	11-20	6-10	0-5

6. Примерный перечень вопросов для экзамена (избранные вопросы по специальной дисциплине)

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

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

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

3. Способы преобразования информации. Формы представления информации. Передача информации.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

15. Основные этапы жизненного цикла сложной системы. Особенности исследования эффективности на разных этапах жизненного цикла. Понятие физикохимической системы (ФХС). Особенности структуры ФХС.

16. Генетические алгоритмы для решения задач оптимизации.

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

18. Клеточные автоматы, моделирование физико-химических систем.

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

20. Рекуррентные нейронные сети: архитектура, назначение, обучение и практическое использование. Привести примеры.

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

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

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

24. Классификация методов нелинейного программирования.

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

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

27. 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.

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

29. 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.

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

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

1. SCADA-системы: определение и основные функции. Технические и эксплуатационные характеристики для оценки функциональности SCADA-систем. Отечественные и зарубежные SCADA-системы.

2. MES-системы: определение и основные функции. Отечественные и зарубежные MES-системы.

3. ERP-системы: определение и основные функции. Преимущества использования. Отечественные и зарубежные ERP-системы.

4. Основные этапы проектирования АСУ ТП с использованием SCADA-систем.

5. Адаптивные системы управления технологическими процессами: классификация.

6. Самонастраивающиеся системы. Понятие и принципы построения. Поиск и беспоисковые самонастраивающиеся системы. Примеры.

7. Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях. Релейные автоколебательные системы, адаптивные системы с переменной структурой.

8. Обучающиеся системы. Обучающиеся с поощрением, самообучающиеся системы.

9. Основные свойства и преимущества использования искусственных нейронных сетей (ИНС) в системах управления. Функциональные структуры нейросетевых систем управления.

10. Общая процедура проектирования систем автоматического управления с использованием ИНС. Примеры использования ИНС в системах управления химико-технологическими процессами.

11. Система управления с экспертными оценками: решаемые задачи, функциональная структура, этапы алгоритма управления.

12. Нечёткие алгоритмы. Принятие решений на основе нечётких алгоритмов.

13. Предпосылки и общие принципы построения интеллектуальных систем управления на основе нечёткой логики.

14. Блок-схема нечёткого регулятора. Этапы формирования управляющих воздействий. Примеры и назначение систем управления с традиционными и нечёткими регуляторами.

15. Информационное обеспечение АСУ ТП: понятие и предъявляемые требования.

16. Уровни интеграции информационных систем предприятия.

17. Средства интеграции информационных систем предприятия.

18. PI-система: понятие, основные функциональные возможности.

2.3.4. Управление в организационных системах

1. Метод математического моделирования. Классификация моделей. Общая схема процесса моделирования. Модель как средство экономического анализа [5,9,14,15].

2. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования [5,9,15,16].

3. Имитационное моделирование. Область применения. Этапы создания имитационных моделей. Формализация объектов. Моделирующие алгоритмы [18].

4. Технология имитационного моделирования. Использование имитационных моделей. Средства автоматизации имитационного моделирования. Языки и системы моделирования [5,18].

5. Анализ и синтез при исследовании и проектировании систем. Большие и сложные системы. Организационная система как сложная система. Взаимодействие систем с внешней средой [4,6].

6. Выбор в условиях неопределенности. Дерево целей и задач. Задача синтеза систем [5,6].

7. Задачи выбора. Критериальный выбор. Закономерности целеобразования [7,8,12].

8. Методы управления и их классификация по признакам: масштаба, роли в жизненном цикле, отраслям и сферам, функциям, объектам, характеру ситуации [4,6].

9. Теория игр. Матричные игры, применение методов теории матричных игр в задачах принятия решений в условиях конфликта [1].

10. Понятие системы. Искусственные и естественные системы. Понятие состояния системы. Классификация систем по различным признакам [3].

11. Понятие управления. Системы управления. Принцип обратной связи [8].

12. Понятие управляемости, достижимости и наблюдаемости [8].

13. Постановка задачи принятия решений. Участники процессов принятия решений [2,7].

14. Принципы декомпозиции и агрегирования при решении сложных задач [12].

15. Принятие решений в условиях многокритериальности. Принятие решений в условиях определенности, неопределенности и риска [7].
16. Свойство целостности систем. Свойство чувствительности систем. Управляемость систем. Устойчивость систем [11].
17. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь [7].
18. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения [7].
19. Формула Тейлора для функций одной и нескольких переменных. Исследование на экстремум функций одной и нескольких переменных [9,10].
20. Случайные процессы. Марковские цепи. Классификация состояний. Предельные и эргодические теоремы для возвратных цепей. Полумарковские процессы [12-14].
21. Этапы исследования операций и их особенности. Специфика классификации задач оптимизации. Прямые и двойственные задачи математического программирования [17].
22. Задачи линейного программирования и особенности алгоритмов их решения. Основные подходы к решению задач линейного программирования большой размерности [19].
23. Задачи дискретного программирования и методы их решения [19].
24. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения [2,7].
25. Теория игр. Равновесие Нэша. Матричные игры, седловая точка, решение в чистых и смешанных стратегиях [1].
26. Планирование эксперимента. Методы анализа и обработки данных. Коэффициент корреляции. Среднеквадратичное отклонение [9-10].
27. Метод наименьших квадратов. Линейная и нелинейная регрессия [9-10].

2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

1. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Основные этапы математического моделирования. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.[1]
2. Виды математических моделей химико-технологических процессов.[1]
3. Описание структуры потоков в аппарате на основе модельных представлений движения потока. Модели идеального смешения и вытеснения.[1]
4. Вывод уравнения диффузионной модели структуры потоков. Начальные и граничные условия. Оценка параметра модели.[1]

5. Уравнение Навье-Стокса для описания движения вязкой среды.[1,7]
6. Математическое моделирование теплообменных процессов. Уравнение конвективного теплообмена. [1,4]
7. Математическое моделирование массообменных процессов.[1,4]
8. Оптимизация химико-технологических процессов. Градиентные методы поиска экстремума. Метод релаксации, метод градиента, метод наискорейшего спуска. [5]
9. Оптимизация химико-технологических процессов. Безградиентные методы поиска экстремума. Метод золотого сечения, метод с использованием чисел Фибоначчи.[5]
10. Классические методы определения локальных и глобальных экстремумов.[7]
11. Функция Лагранжа. Метод неопределенных множителей Лагранжа.[7]
12. Нейросетевое моделирование. Классификация нейросетевых моделей. Этапы разработки нейросетевых моделей. Нейросетевые программные пакеты.[8, 9]
13. Обучаемые и самообучающиеся нейронные сети. Алгоритмы обучения. Примеры применения искусственных нейронных сетей. [8, 9]
14. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи численного решения ОДУ 1 порядка. Явный метод Эйлера, неявный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты n-го порядка.[2,3]
15. Численные методы решения дифференциальных в частных производных параболического типа. Постановка задачи численного решения. Явная разностная схема, неявная разностная схема. Метод прогонки для решения неявной разностной схемы.[2,3]
16. Численные методы решения многомерных дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа. Метод дробных шагов, схема расщепления, схема предиктор-корректор.[2,3]
17. Метод установления для решения дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа.[2,3]
18. Понятие устойчивости разностных схем. Метод гармоник для исследования устойчивости разностных схем. [2,3]
19. База данных и система управления базами данных – СУБД. Функции СУБД. Банки данных. Состав банка данных. Классификация банков данных. Роль банков данных в информационных системах. Трехуровневая архитектура: внешний, концептуальный, внутренний уровни банка данных. [10,11]
20. Базы данных в химии и химической технологии. Модели данных. Реляционные базы данных: основные положения, нормализация отношений, языки определения и управления данными. [10,11]
21. Интегрированные автоматизированные системы управления: структура и функциональные возможности. [12,13]

22. Автоматизированные системы управления предприятиями на основе ERP - систем. Отечественные и зарубежные ERP - системы. [12,13]

23. Стадии жизненного цикла информационных систем. Основные модели жизненного цикла. [12,13]

24. Метод конечных объемов для решения задач вычислительной гидродинамики.[14]

25. Современные пакеты программ в области вычислительной гидродинамики. Классификация и правила построения расчетных сеток. [14]

26. Современные пакеты в области химической технологии. Обзор современных пакетов моделирующих программ. Этапы компьютерного моделирования химико-технологических систем. [15,16]

27. Принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов и химических производств с помощью прикладных пакетов. [15,16]

7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. "Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с.

2. Мешалкин В.П. Введение в инжиниринг энергоресурсосберегающих химико– технологических систем : учебное пособие / В.П. Мешалкин – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020 – 212 с.

3. Антонов, А.В. Системный анализ: Учебник для вузов / А.В. Антонов. — М.: Высш. шк., 2017. — 454 с.

4. Андрейчиков, А.В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза ин / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. — М.: Ленанд, 2015. — 306 с.

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

1. Интегрированные автоматизированные системы управления химическими производствами и предприятиями : учебное пособие для вузов / А. Ф. Егоров. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 248 с.

2. Интегрированные системы управления химическими производствами: учебное пособие / А. Ф. Егоров. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. — 200 с.

3. Введение в информационные системы предприятий химической промышленности: учеб. пособие/ Т.Н. Гартман, Е.Н. Павличева, А.В. Матасов, А.С. Павлов, В.В. Васильев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.

4. Дубровский, И. И. Проектирование автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами и системами [Текст] :

учебное пособие / И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 211 с.

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

6. Дударов, С. П. Теоретические основы и практическое применение искусственных нейронных сетей [Текст] : учебное пособие / С. П. Дударов, П. Л. Папаев. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева , 2014. – 103 с.

7. 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.

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

9. Михайлова П. Г., Егоров А. Ф. Проектирование систем управления с использованием интегрированной среды разработки приложений TRACE MODE [Текст] : лабораторный практикум : учеб. пособие. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 70 с.

10. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии.- М.:Химия,1985. – 448 с.

11. Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Перов В.Л. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств, М.: Химия, 1979. – 320 с.

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

13. Реинжиниринг бизнес-процессов [Текст] : учебник / Н. М. Абдикеев [и др.] ; ред. Н. М. Абдикеев, Т. П. Данько ; РЭА им. Г.В. Плеханова, Высш. Шк. МВА . – 2-е изд., испр. – М. : ЭКСМО, 2007. – 592 с.

14. Мелихов А. Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой [Текст] / А. Н. Мелихов, Л. С. Берштейн, С. Я. Коровин. – М. : Наука, 1990. – 272 с.

15. Негойцэ К. В. Применение теории систем к проблемам управления [Текст] : пер. с англ. / К. В. Негойцэ. – М. : Мир, 1981. – 180 с.

16. Мешалкин, В. П. Экспертные системы в химической технологии. Основы теории, опыт разработки и применения [Текст] / В. П. Мешалкин. – М. : Химия, 1995. – 368 с.

2.3.4. Управление в организационных системах

1. Челноков, А. Ю. Теория игр: учебник и практикум для вузов / А. Ю. Челноков. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00233-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489321>

2. Бережная Е.В. Методы и модели принятия управленческих решений: Учебное пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.-384 с.
3. Системный анализ : учебник и практикум для вузов / В. В. Кузнецов [и др.] ; под общей редакцией В. В. Кузнецова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8591-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490660>
4. Игнатьева А. В. Исследование систем управления. М.: ЮНИТИ, 2015.-318с.
5. Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: учеб. пособие для студентов вузов специальности "Мат. методы в экономике" и др. экон. специальностям / Н.Б. Кобелев. - М.: Дело, 2003.-336с.
6. Малин А. С. Исследование систем управления. М.: ГУ ВШЭ, 2015. – 266 с.
7. Набатова Д.С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Д.С. Набатова. - М.: Юрайт, 2015. - 292 с.
8. Теория управления: учебник для вузов / Н. И. Астахова [и др.]; под общей редакцией Н. И. Астаховой, Г. И. Москвитина. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6671-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468785>
9. Самарский, А.А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - М.: Физматлит, 2005. - 320 с.
10. Боровков, А.А. Математическая статистика / А.А. Боровков. - Новосибирск: Наука, 1997. - 772 с.
11. Заграновская, А. В. Системный анализ: учебное пособие для вузов / А. В. Заграновская, Ю. Н. Эйснер. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 424 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13893-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496704>.
12. Кендалл, М. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Кендалл, А. Стьюарт; пер. с англ. Э.Л. Пресмана, В.И. Ротаря; под ред. А.Н. Колмогорова, Ю.В. Прохорова. - М.: Наука, 1976. - 736 с.
13. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. для ВУЗов / Н.Ш. Кремер. - М.: ЮНИТИ. - 2000. - 573 с.
14. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов / В.В. Лебедев. - М.: ИЗОГРАФ, 1997. - 224 с.
15. Математическое моделирование / Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. - М.: Изд-во МГУ, 1993.
16. Петров, А.А. Опыт математического моделирования экономики / Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. - М.: Энергоатомиздат, 1996.

17. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493203>

18. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука / Р. Шеннон. - М.: Мир, 1978. - 424 с.

19. Палий, И. А. Линейное программирование: учебное пособие для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492825>

2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

1. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. - М. : Высшая школа, 1991. - 400с.

2. Кольцова, Э. М. Численные методы решения уравнений математической физики и химии: учебное пособие / Э. М. Кольцова, А. С. Скичко, А. В. Женса. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 221 с.

3. Численные методы решения уравнений математической физики и химии: сборник задач / сост. Э. М. Кольцова, А. С. Скичко, А. В. Женса. - М. : РХТУ. Издат. центр, 2008. - 40 с.

4. Комиссаров, Ю.А. Химико-технологические процессы: учебное пособие для вузов / Ю.А. Комиссаров, М.Б. Глебов, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – М. : Юрайт, 2022. – 341 с.

5. Бояринов, А.И. Методы оптимизации в химической технологии: учебное пособие для вузов / А.И. Бояринов, В.В. Кафаров. – М. : «Химия», 1969. –565 с.

6. Мешалкин, В.П. Экспертные системы в химической технологии: учебное пособие для вузов / В.П. Мешалкин. – М. : «Химия», 1995. – 382 с.

7. Гордеев, Л.С. Оптимизация процессов в химической технологии: учебное пособие / Л.С. Гордеев, В.В. Кафаров, А.И. Бояринов. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1972.

8. Дударов С. П. Теоретические основы и практическое применение искусственных нейронных сетей: учеб. пособие/ С. П. Дударов, П. Л. Папаев. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. – 104 с.

9. Дударов С. П. Алгебра нечеткой логики и анализ нечетких множеств: учеб. пособие/ С. П. Дударов, П. Л. Папаев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 84 с.

10. Семенов Г.Н. Управление данными: учеб. пособие / – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 120 с

11. Сверчков А.М., Михайлова П.Г. Разработка приложений баз данных: учеб. пособие. – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017 – 146 с.

12. Егоров, А. Ф. Интегрированные автоматизированные системы управления химическими производствами и предприятиями : учебное пособие для вузов / А. Ф. Егоров. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 248 с.

13. Богомолов Б.Б. Информационный менеджмент и жизненный цикл информационных систем: Учеб. пособие.- М.: , РХТУ им. Менделеева, 2010, 60 с

14. Кольцова, Э.М. Многомасштабное компьютерное моделирование: учебное пособие / Э.М. Кольцова, И.И. Митричев. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 267 с.

15. Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-3900-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126905> (дата обращения: 28.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Филиппова Е.Б. Инструментальные средства технологического проектирования: учебный курс / Филиппова Е.Б. // Moodle: учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева. — URL: <https://study.muctr.ru/enrol/index.php?id=584> (дата обращения 28.02.2022). — Режим доступа свободный.