

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
РХТУ им. Д.И. Менделеева


А.А. Щербина

20 22 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

2.3.7. Компьютерное моделирование
и автоматизация проектирования

Москва 2022 г

Программа составлена Кольцовой Э.М., д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информационных компьютерных технологий, Василенко В.А., к.т.н., доцентом кафедры информационных компьютерных технологий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информационных компьютерных технологий «28» февраля 2022 г. протокол № 17.

Общие положения

Программа вступительных испытаний по научной специальности 2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования разработана учетом требований к поступающим, определёнными правилами приема.

Цель проведения экзамена- оценка уровня знаний поступающих в области научной специальности 2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования 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 знания в области информационных систем и баз данных, математического моделирования.

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 и фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания вступительного испытания
6. Типовые задания, вопросы, иные материалы для проведения вступительного испытания.
7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию.

1. Форма проведения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится в устной форме.

2. Язык проведения вступительного испытания.

Язык проведения экзамена – русский.

3. Содержание вступительного испытания.

1. Оценка соответствия содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, оценка владения понятийным аппаратом, аргументированность выводов и доказательств, ясность, четкость и логика изложения материала.

2. Применение полученных теоретических знаний к решению практических вопросов химической технологии, способность к аналитической деятельности; системность мышления и систематичность знания, гибкость и самостоятельность мышления.

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

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.

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

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

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

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.

Нейросетевое моделирование. Обучение нейросетевых моделей. Нейросетевые программные пакеты.

Понятие аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем.

Численные методы решения ОДУ. Постановка задачи численного решения ОДУ 1 порядка. Явный метод Эйлера, неявный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты n-го порядка.

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.

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

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

Методология компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования в технике и технологиях.

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.

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

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

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

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

5. Критерии оценки.

Билет состоит из 2 вопросов, каждый из вопросов оценивается в 40 баллов. Ответы на дополнительные вопросы оцениваются в 20 баллов.

Шкала оценивания:

Ответ на вопросы билета	Всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, не до конца усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, практически не усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии
--------------------------------	---	---	---	--

Количество баллов	40	30	20	10

6. Примерный перечень вопросов для экзамена

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. Список рекомендуемой литературы

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.