

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)

Новомосковский институт

**Программа вступительных испытаний в магистратуру
по направлению
18.04.01 Химическая технология
Магистерская программа
«Информационно-управляющие системы в химической технологии»**

Москва 2024

Разработчики программы:

заведующий кафедрой «Автоматизация производственных процессов», к.т.н.,
доц. Лопатин А.Г.

1. Введение

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (магистерская программа: «Информационно-управляющие системы в химической технологии»). Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 6 апреля 2021 года № 245. Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников бакалавриата и специалитета классических университетов, технических и технологических вузов. Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах: «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Технологические процессы автоматизированных производств», «Основы информационных технологий», «Теория автоматического управления», «Моделирование систем и процессов», «Автоматизация технологических процессов и производств» и других специальных учебных дисциплинах, преподаваемых в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева в рамках направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

2 Содержание программы

2.1 Тема 1 Процессы и аппараты химической технологии

Содержание темы

Раздел 1. Перемешивание в жидких средах

Технические способы получения жидких и газовых неоднородных систем. Виды перемешивания. Эффективность и интенсивность перемешивания и методы их оценки. Гидродинамические структуры потоков в аппаратах с перемешиванием. Конструкции мешалок, их характеристики, выбор и области применения. Пневматическое перемешивание. Циркуляционное и др. виды перемешивания. Основные пути интенсификации процессов перемешивания в жидких средах.

Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты

Основные теории передачи тепла. Значение процесса теплообмена в химической промышленности. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. Распределение температур вдоль поверхности теплопередачи. Движущая сила процесса (средняя разность температур теплоносителей). Взаимное направление движения теплоносителей (прямоток, противоток, смешанный ток и перекрестный ток), его оптимальный выбор и

влияние на среднюю разность температур. Требования, предъявляемые к теплоносителям, их сравнительные характеристики и области применения. Обогрев водяным паром и парами высокотемпературных органических теплоносителей, водой и другими жидкостями. Нагревание топочными газами. Использование технологических и отходящих газов в качестве теплоносителей. Способы нагревания электрическим током. Отвод тепла водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями. Водоборотные циклы химических производств. Уравнение теплопроводности для стержня, пластины и шара.

Раздел 3. Основы массопередачи. Основы расчета массообменных аппаратов

Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Преобразование дифференциального уравнения переноса массы и получение обобщенных переменных. Основные критерии диффузионного подобия и их физический смысл. Обобщенное уравнение массоотдачи. Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи. Средняя движущая сила процесса массопередачи. Аналогия между процессами тепло- и массопереноса в химической аппаратуре. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Способы интенсификации массопередачи.

Раздел 4. Химическое производство

Основные операции в химико-технологических процессах и химических производствах (подготовка сырья, химическое превращение, выделение продуктов, утилизация отходов, водо- и энергоснабжение, управление производством). Основное оборудование, приборы. Технологические показатели (степень превращения, выход продукта, расходные коэффициенты), экономические показатели (производительность, мощность и др.), эксплуатационные, специальные показатели. Классификация сырья. Подготовка сырья для производственных процессов. Способы обогащения сырья. Водные ресурсы. Качество воды и требования к ней. Промышленная водоподготовка. Водоборотные циклы промышленных предприятий. Энергия в химическом производстве. Основные виды энергетических ресурсов, виды энергии. Первичные и вторичные энергоресурсы.

2.2. Тема 2 Информационные технологии

Содержание темы

Раздел 1. Информатизация и информационное общество. Понятие об информационных технологиях (ИТ). Эволюция ИТ. Основные понятия ИТ: сведения, сигнал, сообщение, данные, знания, информация. Платформа ИТ. Новая ИТ. Классификация ИТ. Требования к ИТ. Цели и задачи ИТ. Функции ИТ. Структура ИТ. Понятие об информатике. Информационные процессы.

Раздел 2. Технические средства реализации ИТ. Компьютер как техническое средство реализации информационных технологий. Классификация ЭВМ. Архитектура персонального компьютера. Структура компьютера с точки зрения конечного пользователя. Базовая система элементов компьютерных

систем. Функциональные узлы компьютерных систем. Персональные компьютеры (ПК), их классификация. Структура и состав аппаратной части ПК. Основные эксплуатационные характеристики ПК. Основы математической логики.

Раздел 3. Структура программных средств ИТ. Понятие программного продукта. Этапы жизненного цикла программного продукта. Классификация программных продуктов по сфере использования. Программное обеспечение персонального компьютера. Системное программное обеспечение (базовое, сервисное, тестовое). Операционные системы, их классификация и назначение. Инструментарий технологии программирования. Прикладное программное обеспечение.

Раздел 4. Пользовательский интерфейс и его виды. Понятие автоматизированного рабочего места (АРМ). Электронный офис (средства обработки текста, табличные процессоры, графические редакторы, системы управления базами данных, пакеты демонстрационной графики, пакеты программ мультимедиа). Интегрированные системы математических расчетов.

Раздел 5. Компьютерная сеть: определение, классификация. Сетевое оборудование. Основные топологии компьютерных сетей. Глобальная сеть Интернет. Службы Интернет. Организация поиска в Интернет.

Раздел 6. Угрозы безопасности компьютерных систем, виды угроз. Защита информации в ИТ. Методы и средства обеспечения безопасности информации. Механизмы безопасности информации, их виды. Основные меры и способы защиты информации в информационных технологиях. Понятие и виды вредоносных программ. Антивирусное программное обеспечение.

2.3 Тема 3 Теория управления

Содержание темы

Раздел 1. Основные понятия и терминология теории автоматического управления. Понятие математического описания. Линеаризация. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Понятие передаточной функции

Раздел 2. Временные характеристики. Частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Элементарные динамические звенья и их характеристики

Раздел 3. Правила преобразования структурных схем. Определение передаточной функции одноконтурной и многоконтурной системы

Раздел 4. Понятие об устойчивости. Свободная и вынужденная составляющие переходного процесса. Характеристическое уравнение системы. Положение корней на комплексной плоскости. Теоремы Ляпунова об устойчивости. Необходимое условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости - критерий устойчивости Гурвица, критерий устойчивости Рауса. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости Михайлова. Частотный критерий устойчивости Найквиста.

Раздел 5. Принципы управления и основные алгоритмы функционирования. Основные законы регулирования. Расчет настроек

автоматических регуляторов различными методами

Раздел 6. Инвариантные системы регулирования. Каскадные системы регулирования

2.4 Тема 4 Математическое моделирование систем и процессов

Содержание темы

Раздел 1. Общие сведения о математическом моделировании. Моделирование как метод познания объектов, процессов, явлений. Понятие системы.

Раздел 2. Физическое и математическое моделирование. Основные положения теории подобия. Этапы и методы математического моделирования. Цели и задачи исследования моделей систем. Структура математического описания систем.

Раздел 3. Построение математических моделей систем аналитическим методом. Типовые модели структуры потоков в аппаратах. Понятие системы допущений.

Раздел 4. Математическое моделирование тепловых процессов. Модели <смещение-смещение>, <вытеснение-вытеснение>, <вытеснение-смещение>.

Раздел 5. Математическое моделирование массообменных процессов. Модели насадочного абсорбера и ректификационных колонн.

Раздел 6. Математическое моделирование химических реакторов. Модели изотермического, адиабатического и политропического реакторов с различными гидродинамическими структурами потоков в реакторах.

3. Примерные вопросы для подготовки к вступительному испытанию

Процессы и аппараты химической технологии

1. Основные технологические компоненты (сырье, вспомогательные материалы, основные и дополнительные продукты, отходы производства, энергоресурсы, оборудование и приборы).
2. Выбор способов перемещения жидкофазных смесей. Выбор перемешивающего устройства.
3. Способы организации производства. Факторы, обуславливающие выбор химического реактора.
4. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.
5. Аппаратурное оформление и физико-химические основы совмещенных реакционно-массообменных процессов.
6. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Виды топлива (твердое, жидкое, газообразное, мазуты).
7. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.
8. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. движущая сила массоотдачи.

9. Уравнения рабочих и равновесных линий массообменных процессов.
10. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.
11. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Движущая сила массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.
12. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия.
13. Оптимизация режимов работы производств с учетом термодинамики процессов, критерии эффективности производства.
14. Уравнение теплопроводности для стержня, пластины и шара.
15. Аналогия тепловых и диффузионных процессов.

Информационные технологии

1. Понятие об ИТ. Цель и средства ИТ
2. Этапы эволюции ИТ по степени развития инструментальных средств обработки данных
3. Этапы эволюции ИТ по степени централизации обработки данных
4. Этапы эволюции ИТ по степени развития технологий обработки данных
5. ИТ и информационная система (ИС)
6. Структура ИС
7. Классификация ИТ по сфере применения
8. Классификация ИТ по типу информации и способу ее обработки, по характеру информационных процессов и способу их реализации, по уровню задач управления
9. Классификация ИТ по типу пользовательского интерфейса и по организации взаимодействия
10. Виды ИТ обработки данных
11. Этапы обработки данных
12. Понятие ИТУ
13. Основные компоненты ИТУ
14. Задачи ИТУ
15. Примеры ИТУ
16. ИТ автоматизированного офиса. Текстовые редакторы/процессоры
17. ИТ автоматизированного офиса. Табличные редакторы/процессоры
18. ИТ автоматизированного офиса. Программы подготовки презентаций
19. Понятие об ИТ ППР
20. Развитие систем поддержки принятия решений (СППР)
21. Классификация СППР
22. Понятие об ИИ
23. Модели представления знаний в системах ИИ
24. ЭС, назначение и компоненты ЭС
25. Классификация ЭС

Теория управления

1. Понятие системы управления, алгоритма функционирования, алгоритма управления. Основные виды алгоритмов функционирования. Статические и динамические характеристики объекта управления.

2. Понятие передаточной функции, формы записи. Временные характеристики (на примере апериодического звена первого порядка)
3. Структурные схемы и их элементы, Основные правила преобразования.
4. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
5. Частотный критерий устойчивости Михайлова.
6. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
7. Типовые законы регулирования. Временные, частотные характеристики и передаточные функции П- и И-законов регулирования.
8. Типовые законы регулирования. Временные, частотные характеристики и передаточные функции ПИ-закона регулирования.
9. Типовые законы регулирования. Временные, частотные характеристики и передаточные функции ПИД-закона регулирования

Математическое моделирование систем и процессов

1. Понятие модели. Математическое моделирование.
2. Химико-технологический процесс как объект математического моделирования.
3. Основные стадии математического моделирования
4. Основные группы уравнений, входящих в математическое описание процесса.
5. Материальный и тепловой балансы химико-технологического процесса.
6. Блочный принцип построения математической модели.
7. Основные типы моделей гидродинамики (модель идеального вытеснения).
8. Основные типы моделей гидродинамики (модель идеального смешения).
9. Основные типы моделей гидродинамики (диффузионные модели).
10. Основные типы моделей гидродинамики (ячеечная модель).

4. Рекомендованная литература

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. / А.Г. Касаткин. - 10-е изд., стереотип., дораб. - М.: Химия, 2004. - 753 с.
2. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2006. – 452с.
3. Общая химическая технология: в 2-х ч.: учебник. Ч.1 . Теоретические основы химической технологии / ред. И. П. Мухленов. - 5-е, стереотип. - М.: Альянс, 2009. - 255 с.
4. Химико-технологические процессы : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09169-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539758>
5. *Первалов, В. П.* Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов /

- В. П. Перевалов, Г. И. Колдобский. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 53 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15858-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544671>
6. *Игнатенков, В. И.* Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536887>
 7. *Комиссаров, Ю. А.* Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 216 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09099-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/539904>
 8. *Комиссаров, Ю. А.* Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09101-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/540039>
 9. *Комиссаров, Ю. А.* Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09102-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/540040>
 10. *Комиссаров, Ю. А.* Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09103-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/540413>
 11. *Комиссаров, Ю. А.* Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09104-5. — URL : <https://urait.ru/bcode/540414>
 12. Информационные технологии : учебник для вузов / В. В. Трофимов, О. П. Ильина, В. И. Кияев, Е. В. Трофимова ; под редакцией В. В. Трофимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 546 с. —

- (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18340-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534808>
13. *Советов, Б. Я.* Информационные технологии : учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00048-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535730>
 14. *Гаврилов, М. В.* Информатика и информационные технологии : учебник для вузов / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15819-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535560>
 15. *Ким, Д. П.* Теория автоматического управления. Линейные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00799-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537958>
 16. *Ким, Д. П.* Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538012>
 17. *Ким, Д. П.* Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536474>
 18. *Кафаров, В. В.* Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/540557>