

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
**Передовая инженерная школа «ПромХимТех»**  
Институт нефти, химии и нанотехнологии  
Кафедра общей химической технологии



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ПИШ «Промхимтех»

Палей Р.В.

2024 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ  
НАПРАВЛЕНИЕ 18.04.02 «Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Программа подготовки

«Цифровая инженерия энерго- и ресурсосберегающих процессов  
нефтепереработки и нефтегазохимии»

Зав.кафедрой ОХТ  
профессор Улитин Н.В.  
« 4 » марта 2024 г.

*1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.02-«Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», Программа подготовки «Цифровая инженерия энерго- и ресурсосберегающих процессов нефтепереработки и нефтегазохимии».*

*Раздел: Химическая технология*

*Оценка эффективности химико-технологического процесса*

1. Технологические и технико-экономические критерии эффективности химико-технологического процесса. Технологическая классификация химических процессов. Выбор критериев эффективности для процессов разного типа.

*Закономерности управления химико-технологическим процессом*

1. Закономерности управления простым необратимым гомогенным процессом. Влияние концентрации реагентов, давления, температуры. Закон действующих масс. Уравнение Аррениуса.
2. Закономерности управления простым обратимым процессом. Влияние температуры на скорость и положения равновесия эндотермического и экзотермического обратимого процесса. Влияние давления и концентрации участников реакции на скорость и положения равновесия обратимого процесса.
3. Гомогенные и гетерогенные процессы. Особенности протекания гетерогенных процессов. Понятие лимитирующей стадии. Области протекания гетерогенных процессов: Характерные признаки кинетической и диффузионной области протекания процесса. Методы интенсификации гетерогенных процессов, протекающих в диффузионной области. Основное уравнение массопередачи.
4. Закономерности управления сложными процессами. Влияние концентрации реагентов, температуры и конверсии на эффективность протекания сложных процессов.

*Катализ*

1. Механизм действия катализаторов. Преимущество и проблемы гомогенного и гетерогенного катализа. Гетерогенные катализаторы. Основные стадии гетерогенно-каталитического процесса. Области протекания гетерогенно-каталитического процесса.
2. Физические свойства катализаторов. Способы увеличения поверхности катализатора. Химические свойства гетерогенных катализаторов. Активность и селективность. Причины дезактивации гетерогенных катализаторов.

*Химический реактор*

1. Материальный баланс химического реактора. Классификация реакторов по гидродинамическому режиму и организационной структуре. Гидродинамические модели реакторов. Характеристические уравнения. Каскад РИС-Н. Расчет числа реакторов.
2. Тепловой баланс химического реактора. Классификация реакторов по тепловому режиму.
3. Промышленные реакторы, требования к промышленному реактору. Классификация химических реакторов по фазовому составу реагентов и конструктивным особенностям. Реакторы для гомогенных процессов. Реакторы для гетерогенных процессов. Особенности и конструкции. Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов (контактные аппараты). Классификация, примеры использования контактных аппаратов в промышленности. Основные принципы выбора реактора для



процессов разного типа.

#### *Сырье в химической промышленности*

1. Классификации сырья. Выбор и обоснование сырьевой базы. Рациональное и комплексное использование сырья.

#### *Экологические проблемы в химическом производстве*

1. Методы очистки сточных вод, газовых выбросов и переработка твердых отходов. Принципы создания безотходных и малоотходных технологий.

#### *Раздел: Теоретические основы энерго-ресурсосбережения*

##### *Предмет и содержание курса*

1. Общая характеристика энергопотребления в нефтепереработке и нефтехимии. Энергоемкость химических и нефтехимических производств. Характеристика топливно-энергетических ресурсов. Энергосбережение в химической технологии. Принципы энергосбережения в химической технологии, нефтехимии и нефтепереработке. Повышение эффективности использования энергоресурсов.

##### *Химико-технологическая и теплоэнергетическая системы*

1. Химическое производство как сложная химико-технологическая система (ХТС). Состав и структура ХТС. Структура энергокомплекса ХТС. Виды энергии. Энергоресурсы и потребность ХТС в энергии. Подсистема рекуперации вторичных энергоресурсов. Основные этапы энергетической экспертизы. Общая характеристика теплоэнергетических систем промышленных предприятий (ТЭСПП). Подсистема теплоснабжения нефтехимического предприятия. Системы сбора и возврата конденсата. Подсистемы холодоснабжения, воздухоснабжения. Кондиционирование воздуха производственных помещений. Подсистема оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

##### *Вторичные энергоресурсы (ВЭР) нефтехимической промышленности и основные направления их использования*

1. Классификация вторичных энергоресурсов. Источники вторичных энергоресурсов химических и нефтехимических производств. Высокотемпературные ВЭР и пути их использования. Низкопотенциальные тепловые ВЭР. Утилизация низкопотенциальных тепловых ВЭР: тепла загрязненных стоков, тепла агрессивных жидкостей, тепла вентиляционных выбросов, тепла отработанного пара, тепла низкотемпературных дымовых газов. Определение выхода и возможного использования ВЭР. Определение экономии топлива за счет использования ВЭР. Расчет ВЭР химических и нефтехимических производств. Нормирование энергетических ресурсов на химических предприятиях.

##### *Анализ термодинамической эффективности ХТС*

1. Эксергия потока и эксергетический баланс. Оценка эффективности комплексных химико-энергетических процессов. Изменение эксергии вещества в физических и химических процессах. Классификация эксергии. Эксергия потоков вещества и энергии. Химическая эксергия органического топлива. Эксергетический и энергетический КПД. Виды эксергетических потерь. Форма представления эксергетического баланса. Термодинамическая эффективность тепловых процессов химической технологии. Термоэкономический анализ энерготехнологических схем.



## *Повышение эффективности технологического энергоиспользования в химических и нефтехимических производствах*

1. Синтез тепловой схемы. Классификация структур тепловых схем. Методика синтеза тепловой схемы. Модели тепловых схем. Энерготехнологическое комбинирование. Принципы построения, аппаратного оформления и оптимизация энерготехнологических схем. Виды энерготехнологического комбинирования: комбинирование экотехнологических и энергетических процессов; термохимическая регенерация; комбинирование химико-технологического и ядерного процессов; тепловое и силовое комбинирование; комбинирование процессов испарения и конденсации в одном аппарате; комбинирование тепловых потоков в подсистемах разделения многокомпонентных смесей; комбинирование плазмохимических и энергетических установок; комбинирование использования тепловых отходов; энерготехнологическое комбинирование в высокотемпературных процессах промышленных теплотехнологий. Высокотемпературные установки нефтехимических производства. Котлы-утилизаторы, используемые в нефтехимической промышленности и особенности их эксплуатации. Совершенствование теплопотребления. Оптимизация использования ВЭР. Совершенствование энерготехнологических схем на базе использования теплоты отходящих продуктов и дымовых газов. Термодинамический анализ и технико-экономическая оптимизация схем энергоиспользования в химических и нефтехимических производствах.
2. Совершенствование нефтехимических производств с экзотермическими процессами и выходом низкокалорийных газов. Термодинамический анализ схем и рабочих параметров энерготехнологического комбинирования.
3. Технико-экономическая оптимизация рабочих параметров технологических процессов и конструктивных характеристик оборудования в составе энерготехнологических схем.
4. Оптимизация энергоиспользования в холодильных системах предприятий с компрессорными машинами. Задачи совершенствования энергоиспользования при получении холода. Оптимизация эксплуатационных расходов воды и воздуха при обратном водоснабжении холодильных станций. Оптимизация площадей поверхности теплопередачи конденсаторов и испарителей холодильных установок.
5. Утилизационные системы тепло- и холодоснабжения энерготехнологических комплексов на базе абсорбционных трансформаторов теплоты (АТТ). Классификация утилизационных АТТ и условия их выбора. Принципиальные схемы включения АТТ в систему утилизационного тепло- и холодоснабжения, и особенности их эксплуатации.
6. Интенсификации теплообменного оборудования теплоэнергетических, технологических и утилизационных систем нефтехимического предприятия.

### *Раздел: Информационные технологии*

#### *Информатика*

1. Информация. Виды информации. Свойства информации. Информационные процессы. Измерение количества информации. Кодирование информации. Система счисления. Перевод чисел в различные системы счисления. Персональный компьютер, основные компоненты и их назначение. Оперативная память, область использования, основные характеристики Принтеры, тип, область применения, подключение. Сканеры, типы, область применения, подключение. Операционная система, назначение, основные функции. Файловая система компьютера. Структуризация хранения информации
2. Текстовый процессор Word. Оформление внешнего вида шрифта, формат шрифта, основные параметры. Формат абзаца, основные параметры и область применения. Параметры страницы, ориентация, размеры и другие параметры листов. Создание заголовков, оглавление документа. Обновление оглавления. Закладки, перекрестные ссылки, создание и использование. Таблицы, создание, вставка, размеры и



форматирование. Создание, вставка и удаление рисунков. Изменение размеров, обтекание текста.

3. Электронная таблица Excel. Структура листа, адреса ячеек, тип информации, располагающийся в ячейках, способ ввода и редактирования данных. Форматирование ячейки, шрифт, выравнивание, число, обрамление, изменение размера ячейки, ориентация, объединение, границы, заливка. Типы данных. Форматы данных. Назначение формата данных. Изменение ориентации текста в ячейке. Работа с формулами в ячейках, ввод и редактирование, мастер функций. Адресация в формулах на другие листы книги, абсолютная, относительная и смешанная, присвоение имен ячейкам. Построение графиков и диаграмм, мастер построения. Форматирование осей на графике. Форматирование области построения графика. Итоговые функции в Excel. Функции СЧЕТЕСЛИ и СУММЕСЛИ.

*Математические методы кибернетики в химической технологии*

1. Корень уравнения, геометрический смысл, методы нахождения. Типы уравнений и основные методы для нахождения их корней. Алгоритм программы деления отрезка пополам. Метод деления отрезка пополам для нахождения корня уравнения. Метод итераций для нахождения корня уравнения. Метод касательных и метод хорд для нахождения корня уравнения. Нахождение корней систем уравнений.
2. Экстремумы уравнений, их определение. Аналитический способ нахождения экстремума. Алгоритм программы деления отрезка пополам. Метод золотого сечения для нахождения экстремума. Нахождение экстремума многомерной функции. Метод градиентного подъема поиска экстремума многомерной функции. Метод покоординатного подъема для поиска экстремума многомерной функции.
3. Дифференциал, физический смысл и геометрическое представление. Вычисление первой производной функции. Вычисление второй производной функции.
4. Интеграл, физический смысл и геометрическое представление. Методы вычисления интеграла по площадям прямоугольника, трапеции и криволинейной трапеции (аппроксимация полиномом 2-ого порядка).
5. Восстановление первообразной функции из дифференциального уравнения или системы дифуравнений (геометрическая интерпретация метода). Метод Рунге-Кутты для восстановления функций из дифференциальных уравнений.
6. Дифференциальное уравнение в частных производных, область применения и способы решения. Решение дифференциальных уравнений в частных производных и их систем: преобразование в системы конечно-разностных уравнений, трафареты решения, построение сетки решения, метод прогонки.

2. *Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.02-«Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», Программа подготовки «Цифровая инженерия энерго- и ресурсосберегающих процессов нефтепереработки и нефтегазохимии».*

а) основная литература:

1. Харлампици Х.Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем: учебник для вузов / Х.Э. Харлампици [и др.] — 2-е изд. — СПб.: Лань, 2014. — 384с.
2. Кафаров, В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии / В.В. Кафаров. — М.: Химия, 1985. — 448с.