

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель приемной комиссии,

ректор РГРТУ



В.С. Гуров

2017 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

по дисциплине

**«Химическая технология»**

для поступающих на обучение по образовательным программам  
высшего образования – программам магистратуры по направлению

**18.04.01 – Химическая технология**

## **1. Общая химическая технология, химические реакторы, моделирование химико-технологических процессов**

1. Химическая технология как научная основа химического производства и ее особенности. Основные компоненты химического производства. Классификация сырья и его добыча. Подготовка сырья, механические и химические методы его обогащения.
2. Пути рационального использования энергии в химической промышленности. Вторичные энергетические ресурсы.
3. Основные операции промышленной водоподготовки. Жесткость воды, методы ее уменьшения. Основы процесса умягчения воды методом ионного обмена.
4. Технологические показатели химического производства. Отличие интенсивности аппарата от его производительности. Техничко-экономические показатели химического производства. Материальный баланс химического производства. Материальный поток и материально-потокový граф. Виды материальных потоков в химическом производстве. Энергетические балансы химического производства.
5. Химический процесс в химическом реакторе. Общая скорость химического процесса. Области протекания химического процесса. Характеристика кинетической, диффузионной и переходной областей каталитического процесса. Основные виды классификации химических реакций в химической технологии.
6. Движущая сила процесса. Выражения для движущей силы в случае обратимых и необратимых реакций. Выход целевого продукта химического процесса в реакторе. Равновесная степень превращения исходных веществ в продукты реакции. Зависимость равновесной степени превращения от температуры, давления, и концентрации реагента. Кинетика химико-технологических процессов. Понятие о микро- и макрокинетике. Основные положения эксергетического метода анализа энергетической эффективности химико-технологических процессов.
7. Химико-технологическая система (ХТС), ее иерархическая структура. Химико-технологический процесс. Технологический режим и его параметры. Основные принципы организации химико-технологического процесса. Гомогенные химико-технологические процессы. Скорость их протекания. Гетерогенные химико-технологические процессы. Скорость их протекания. Разработка химической, принципиальной и технологической схем процесса как стадия организации химико-технологического процесса. Технологические схемы химико-технологического процесса с открытой цепью и циклические схемы.
8. Химические реакторы. Классификация химических реакторов. Химические реакторы периодического действия. Химические реакторы непрерывного действия: идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения (РИС).
9. Основы и принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана. Основы производства серной кислоты из сероводорода. Технологическая схема производства серной кислоты из сероводорода. Отличие процесса производства серной кислоты из сероводорода от других.

## **2. Экологические проблемы в химической технологии.**

1. Современные требования экологического характера к химическим производствам. Основные виды химических загрязняющих веществ. Мониторинг химического загрязнения биосферы. Методы анализа природных объектов при химическом загрязнении.
2. Основные пылеосадительные технические средства очистки промышленных газов. Технические средства для очистки воздуха от пыли циклонного типа. Электростатическая очистка больших объемов газов. Методы очистки сточных вод. Технические средства очистки сточных вод.

3. Основные типы производственных сточных вод на НПЗ. Механическая и физико-химическая очистка сточных вод НПЗ. Выбросы в атмосферный воздух на НПЗ. Обезвреживание и переработка нефтяных шламов на нефтеперерабатывающих предприятиях.

### **3. Материаловедение и защита от коррозии**

1. Конструкционные стали и сплавы. Физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства. Пластические массы. Назначение, физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства. Композиционные материалы. Классификация, свойства и области их применения. Основные материалы для производства оборудования НПЗ.

2. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Коррозия в технических средах: атмосферная, почвенная, в морской воде. Локальные виды коррозии металлов в технологических средах. Коррозия оборудования установок ЭЛОУ. Коррозия оборудования установок АТ и АВТ. Коррозия оборудования установок гидроочистки. Коррозия оборудования установок риформинга и изомеризации. Коррозия оборудования установок каталитического крекинга. Коррозия оборудования газодиффузионных установок.

### **4 Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов.**

1. Основные физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов. Плотность. Молярная масса. Вязкость. Способы определения и расчета. Низкотемпературные и высокотемпературные характеристики нефти и нефтепродуктов. Оптические и электрические свойства нефти и нефтепродуктов.

2. Химическая и технологическая классификация нефти. Производственно-проектная оценка нефти. Фракционный состав нефти и основных нефтепродуктов. Способы фракционирования нефти. Построение кривых ИТК и ОИ. Элементный и групповой химический состав нефти.

3. Основные свойства и классификация товарных нефтепродуктов. Основные свойства и классификация топлив. Основные направления и типовые схемы переработки нефти (топливный, топливно-масляный, комплексный). Принципиальная схема установки ЭЛОУ. Комбинированные установки ЭЛОУ-АВТ. Основная аппаратура установок первичной переработки нефти. Классификация и конструкции ректификационных колонн. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Температурный режим ректификационной колонны. Способы создания орошения в колонне. Теплообменные аппараты. Трубчатые печи.

4. Понятие о глубокой переработке нефти. Общая характеристика вторичных процессов переработки нефти. Гидрогенизационные и гидрокаталитические процессы. Катализаторы гидроочистки и гидрокрекинга. Гидроочистка нефтяных фракций. Характеристика сырья и продуктов. Технологические параметры и схемы установок гидроочистки. Назначение, характеристика сырья и продукция установок гидрокрекинга. Источники получения водорода для гидрогенизационных процессов.

5. Характеристика термокаталитических процессов. Катализаторы, дезактивация и регенерация катализаторов. Процесс каталитического крекинга. Характеристика и подготовка исходного сырья. Основные технологические параметры процессов и технологические схемы установок каталитического крекинга. Процесс каталитического С-алкилирования. Характеристика сырья и продуктов. Технологические параметры и схемы установок С-алкилирования. Процесс каталитического О-алкилирования. Характеристика сырья и продуктов. Технологические параметры и схемы установок О-алкилирования.

6. Каталитический риформинг. Характеристика исходного сырья. Качество и применение продуктов реакции. Основные технологические факторы процессов. Технологи-

гические схемы и режимы типовых установок каталитического риформинга. Выделение ароматических углеводородов из продуктов каталитического риформинга. Каталитическая изомеризация. Характеристика исходного сырья и продуктов. Основные технологические параметры и технологические схемы установок каталитической изомеризации.

7. Характеристика термических процессов переработки нефти. Физико-химические основы термических процессов. Термический крекинг. Характеристика исходного сырья и продуктов. Основные технологические параметры и технологические схемы установок термического крекинга. Установки висбрекинга тяжелого сырья. Характеристика исходного сырья. Качество и применение продуктов реакции. Основные технологические факторы процессов. Технологические режимы типовых установок.

8. Процесс производства битумов. Характеристика исходного сырья и показатели качества битумов. Основные технологические факторы процесса получения окисленного битума, типы реакторов и технологическая схема получения окисленного битума.

## **5. Процессы и аппараты химической технологии.**

1. Уравнения гидростатики. Закон Паскаля. Скорость и расход жидкости. Режимы движения. Уравнения неразрывности потока. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Потери давления на трение, местные сопротивления и их расчет. Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости Навье-Стокса.

2. Виды тепловых процессов. Коэффициент теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. Определение поверхности теплообмена. Критерии теплового подобия. Классификация процессов массообмена. Движущая сила массообменных процессов. Коэффициент диффузии, массоотдачи и массопередачи. Критерии подобия теплоотдачи и массоотдачи.

3. Гидромеханические процессы и аппараты. Перемещение жидкостей. Сравнительная характеристика насосов разных типов. Перемещение и сжатие газов. Сравнение и область применения компрессоров разных типов. Перемешивание в жидких средах. Способы перемешивания. Типы мешалок.

4. Разделение неоднородных систем осаждением в гравитационном поле, под действием центробежных сил, в электростатическом поле. Разделение неоднородных систем фильтрованием. Классификация и устройство отстойников.

5. Классификация, назначение и конструкции теплообменных аппаратов. Рекуперативные, регенеративные и смесительные теплообменные аппараты. Классификация и назначение выпарных аппаратов. Материальный и тепловой баланс однокорпусных и многокорпусных выпарных установок. Массообменные процессы и аппараты. Характеристика и физическая сущность процесса перегонки. Однократная, многократная и постепенная дистилляция.

6. Ректификация. Периодическая, непрерывная, экстрактивная, азеотропная ректификация. Ректификационные колонны. Абсорбция. Устройство и принцип действия поверхностных, барботажных и распылительных абсорберов. Экстракция. Характеристика процесса и области его применения. Схемы процессов экстракции, основные конструктивные типы экстракторов. Адсорбция. Схемы адсорбционных установок периодического и непрерывного действия. Кристаллизация. Общая характеристика процесса и область его применения. Сушка. Классификация процессов сушки; основные конструкции аппаратов. Характеристика холодильных процессов.

## **6 Производство катализаторов**

1. Катализ в химической промышленности. Типы каталитических процессов. Контактные аппараты для гетерогенных каталитических процессов. Показатели работы

контактных аппаратов. Контактные аппараты с неподвижным слоем катализатора. Контактные аппараты с движущимся слоем катализатора. Технологические показатели работы контактного аппарата. Технологическая характеристика промышленных катализаторов: активность, температура зажигания, производительность, селективность, отравляемость, прочность.

2. Характеристика кинетической, диффузионной и переходной областей каталитического процесса. Свойства твердых катализаторов. Отравление катализаторов. Изготовление промышленных твердых катализаторов. Состав контактных и адсорбционных масс. Пористая структура катализаторов и адсорбентов. Создание определенной пористой структуры катализаторов и адсорбентов.

3. Взаимодействие катализатора с реакционной средой. Отравление катализаторов. Регенерация контактных масс. Осажденные контактные массы. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов. 20. Катализаторы и адсорбенты на основе природных глин и цеолитов.

## 7 Автоматизация и моделирование химико-технологических процессов

1. Методы оптимизации химико-технологических процессов. Постановка задачи оптимизации. Одномерная оптимизация. Метод дробления. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод золотого сечения. Задачи оптимизации работы теплообменных аппаратов. Многомерная оптимизация. Численные методы поиска минимума функции нескольких переменных. Метод координатного спуска. Метод градиентного (наискорейшего) спуска.
2. Численное дифференцирование и интегрирование, построение графиков, решение систем алгебраических уравнений численными методами в SMath Studio. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи численного метода решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Нормальная система Коши. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью функции `rkfixed`. Построение фазовых портретов.
3. Элементы планирования химического эксперимента. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов (МНК). Линейный и нелинейный МНК. Погрешность МНК.
4. Описательные статистики. Меры центральной тенденции. Меры изменчивости. Нормальное распределение. Асимметрия и эксцесс. Проверка нормальности распределения. Метод корреляций. Коэффициент линейной корреляции. Коэффициент ранговой корреляции. Критические значения коэффициентов корреляции. Сравнение дисперсий. Сравнение дисперсий двух выборок по критерию F-Фишера, по критерию Ливена (Levene's Test). Таблица критических значений критерия F-Фишера. Параметрические методы сравнения двух независимых выборок. Критерий t-Стьюдента для независимых выборок. Непараметрический критерий (U-Манна-Уитни). Определение p-уровня значимости

5. Основные понятия и определения систем автоматического регулирования. Дифференциальные уравнения. Составление математической модели. Переходная характеристика. Импульсная переходная функция. Передаточная функция. Частотные характеристики. Типовые динамические звенья. Пропорциональное (усилительное) звено. Дифференцирующее звено. Интегрирующее звено. Аperiodическое звено. Форсирующее звено. Звено второго порядка. Структурные схемы.

6. Структурные преобразования. Последовательное соединение звеньев. Параллельное соединение звеньев. Обратная связь. Правило переноса. Переход от передаточной функции к дифференциальному уравнению. Условия устойчивости линейных систем. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица.

Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. Области и запасы устойчивости. Основные понятия и определения. Частотные оценки запаса устойчивости. Корневые оценки запаса устойчивости

7. Показатели качества переходных процессов. Ошибка регулирования. Быстродействие. Перерегулирование. Интегральные оценки. Анализ статических режимов. Статические системы. Астатические системы. Следящие системы (системы позиционирования). Позиционный регулятор. Пропорциональный регулятор. Интегральный регулятор. Пропорционально-интегральный регулятор. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор. Выбор алгоритма регулирования. Расчет параметров регулятора.

8. Классификация химико-технологических систем (ХТС) по структуре и типу функционирования. Типовые задачи математического моделирования ХТП: анализ, синтез, оптимизация. Технологические операторы и технологические связи. Операторные схемы. Классификация рециклов.

9. Топологические методы анализа ХТС. Потокосные графы, информационные графы, сигнальные графы. Циклические потокосные графы (ЦПГ). Структурный анализ замкнутых ХТС. Синтез ХТС: Постановка задач синтеза, типовые задачи синтеза. Эвристики для синтеза оптимальных систем теплообмена и оптимальных систем разделения смесей. Синтез оптимальной схемы теплообмена.

10. Состав универсальных моделирующих программ. Универсальная моделирующая программа PRO/II. Методы расчета термодинамических свойств. Общая последовательность действий при создании модели ХТП. Данные по технологическим аппаратам. Моделирование колонны. Решение оптимизационных задач в нефтепереработке.

### Список литературы:

1. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
2. Фарамазов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. М.: Химия, 1988, 304 с.
3. Ахметов С.А. и др. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учеб. пособие / С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов. - СПб.: Недра, 2006. - 871 с.
4. Вихман Г.Л., Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: учебник. – М.: Альянс, 2013. – 295 с.
5. Сугак А.В. Оборудование нефтеперерабатывающего производства, Москва 2012, Академия-891с.
6. Танатаров М.А. и др. Технологические расчеты установок переработки нефти. – М.: Химия, 1987. – 352 с.
7. Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти Первичная переработка нефти Том(часть) 1: учебник. – М.: КолосС, Химия, 2007. – 400 с.
8. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков. - 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 575 с
9. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. 3-е изд., испр. и доп. СПб: Лань, 2014. – 896 с.
10. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для вузов. - М.: Издательский центр «Академия», 2003, 2005, 2008. – 368 с.
11. Основные процессы нефтепереработки [Текст] : справ. / Р. А. Мейерс ; пер. с 3-го англ. изд., под ред.: О. Ф. Глаголевой, О. П. Лыкова. - СПб. : Профессия, 2011. - 940 с.

12. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М: Высшая школа. 2003. - 536 с.
13. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти Деструктивные процессы Том(часть) 2: учебник. – М.: КолосС, Химия, 2008. – с -306 с.
14. Смидович Е.В. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов. Серия "Технология переработки нефти и газа". Ч.2: – М.: Альянс, 2011. – 328 с.
15. Спейт, Дж. Г. Анализ нефти : справочник.- Профессия, 2012. - 479с.
16. Б.Элверс. Топлива. Производство, применение, свойства : справочник .- СПб. : Профессия, 2012. - 413с.
17. С.Дж.Ранда, Анализ нефтепродуктов. Методы, их назначение и определение -- СПб. : Профессия, 2012. - 663с.
18. Факхльман, Б., Ю.Д. Третьякова, Е.А. Гудилина Химия новых материалов и нанотехнологии : учеб. пособие . - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 464с.
19. Гэри, Дж.Х. Технологии и экономика нефтепереработки .- СПб. : Профессия, 2013. 439с.
20. Анчита Х. Переработка тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Гидрогенизационные процессы. СПб. Профессия, 2013. - 380с.
21. Паркаш, С. Справочник по переработке нефти - ООО "Премиум Инжиниринг", 2012. - 759с. - (Пром. инжиниринг)
22. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник. – М.: Альянс, 2013. – 752с.
23. Дытнерский Ю.И., Борисов Г.С., Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию: учеб. пособие для вузов. – М.: Альянс, 2013. – 496 с.
24. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А., Захаренко В.В., Зиновкина Т.В., Таран А.Л., Костянян А.Е. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник. – М.: Логос, Физматкнига, 2006. – 888 с.
25. Гэри Дж.Х. Технологии и экономика нефтепереработки; пер. с англ. - 5-е изд. - СПб., Профессия, 2013. - 439с.
26. Данилов Л.М. Введение в химмотологию, - Киев: Техника. 2003.- 463с.
27. Сафонов А.С., Ушаков А.П., Гришин В.В. Химмотология горюче- смазочных материалов, - М.: НПИКЦ, 2007, - 488 с
28. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей.- М.: Химия, Колос С, 2004. - 456 с
29. Фукс И.Г., Спиркин В.Г., Шабалина Т.Н. Основы химмотологии. Химмотология в нефтегазовом деле - М.: Нефть и газ. РГГУ им. И.М. Губкина, 2004.- 280 стр.
30. Добавки к полимерам. Справочник [Текст] / Х.Цвайфель. Р.Майер. М.Шиллер. - С.Петербург: Профессия. 2010. - 1144 с
31. Ахметов М.М. Получение малосернистых коксов из сернистых нефтей: Уфа Издательство ГУП ИНХП РБ. 2010.-180 с
32. Ранда С. Дж. Анализ нефтепродуктов. Методы, их назначение и определение -- СПб. : Профессия, 2012. - 663с.
33. Ермоленко, А.Д. Автоматизация процессов нефтепереработки: Учебное пособие / А.Д. Ермоленко, О.Н. Кашин, Н.В. Лисицын; Под общ. ред. В.Г. Харазов. - СПб.: Профессия, 2012. - 304 с.
34. Математические методы в химической технологии : методические указания к лабораторным работам/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик.В. Коваленко, 34. Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина: под ред. В.Р.Трегулова. Рязань, 2012. – 64 с. (4 работы).
35. Численное решение дифференциальных уравнений в SMathStudio: методические указания к лабораторной работе/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик. В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина. - Рязань, 2013. – 16 с. (1 работа)

35. Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов А.Н., Барметов Ю.П., Хвостов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50645.html>.— ЭБС «IPRbooks»

36. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кочегурова Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 134 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34723.html>.— ЭБС «IPRbooks»

37. Гаврилов А.Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов А.Н., Пятаков Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47451.html>.— ЭБС «IPRbooks»

39. Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов А.Н., Барметов Ю.П., Хвостов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50645.html>.— ЭБС «IPRbooks»

40. Фёдоров А.Ф. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фёдоров А.Ф., Кузьменко Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 224 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55207.html>.— ЭБС «IPRbooks»

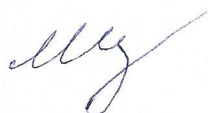
Программу составили:

Доцент, к.х.н. кафедры  
«Химическая технология»



А.А. Ширяев

Ст. преподаватель кафедры  
«Химическая технология»



М.В. Лызлова

Заведующий кафедрой  
«Химическая технология»,  
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

Председатель экзаменационной комиссии  
к.х.н., доцент



А.А. Ширяев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании приемной комиссии (протокол № 7 от 11.04 2017).

Ответственный секретарь  
Приемной комиссии



Д.С. Степанов