

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя приемной  
комиссии ТГУ



Э.С. Бабошина  
2016 г.

**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания**  
**при приеме на обучение в магистратуру**

18.04.01 Химическая технология  
(код и наименование направления подготовки)

Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в  
химической технологии и нефтехимии  
(наименование магистерской программы)

Руководитель магистерской программы –

Афанасьев Сергей Васильевич, д.т.н.  
(Фамилия Имя Отчество, ученая степень, звание)

**Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов**  
**в химической технологии и нефтехимии**

## Пояснительная записка

1.1. Цель магистерской программы «Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии» – обеспечение профессиональной подготовки магистра по направлению 18.04.01 «Химическая технология», формирование комплекса общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению, а так же формирование научного и инженерного подхода к вопросам рационального использования природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии, Особенностью данной магистерской программы является подготовка выпускников, способных вести исследования и продвигать в производство наукоемкие современные химические технологии, в том числе: методы моделирования при проектировании химико-технологических процессов; рациональное использование природных и сырьевых ресурсов; переработка нефти и природного газа в нефтяные продукты в целом; топливо; вторичная переработка различных видов отходов предприятий химической и нефтехимической отрасли с получением полезной энергии и вторичного сырья и продуктов.

1.2. Программа вступительного испытания по «Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии» сформирована на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программе бакалавриата 18.03.01 «Химическая технология».

1.3. Абитуриент, поступающий для обучения 18.04.01 «Химическая технология» и наиболее соответствующих магистерской программе «Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии», должен знать:

— современные методы и средства планирования и организации исследований и разработок, проведения экспериментов и наблюдений,

обработки информации в области химической технологии и биотехнологии с применением вычислительной техники;

— химические свойства основных классов химических соединений и методы их получения;

— основные аналитические методы и типы оборудования для определения и контроля параметров технологических процессов;

— общую химическую технологию;

— распространенные химико-технологические процессы;

— процессы и аппараты в химической технологии;

— методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ в области химической технологии и биотехнологии;

— основы органической и неорганической химии.

## **2 Порядок проведения вступительного испытания**

**2.1. Вступительное испытание (экзамен) проводится в форме автоматизированного тестирования.**

2.2. Тест включает в себя **50 вопросов.**

2.3. Вопросы соответствуют содержанию вступительного испытания.

2.4. Время тестирования – **90 минут.**

2.5. Абитуриент обязан иметь при себе документ, удостоверяющий личность и гражданство, а также пропуск, выданный приемной комиссией.

## **3 Содержание вступительного испытания**

**3.1 Модуль «Общая химическая технология. Процессы и аппараты в химической технологии»**

### **3.1.1 Общая химическая технология**

#### **Химические процессы**

Классификация химических процессов по химическим и фазовым признакам. Иерархическая структура химического процесса. Структура математической модели химического процесса. Виды передачи тепла. Тепловые балансы. Передача тепла теплопроводностью.

Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.

Конвективный теплообмен. Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия. Уравнение теплопередачи (при прямотоке и противотоке теплоносителей).

Выбор взаимного направления движения теплоносителей. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен лучеиспусканием между телами.

Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопередачи. Механизм процессов массопереноса. Уравнение массоотдачи. Подобие процессов массообмена. Диффузионные критерии подобия. Уравнение массопередачи.

Понятие о химико-технологическом процессе. Классификация химико-технологических процессов. Стехиометрия химических реакций. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса.

Использование законов химической кинетики при выборе технологического режима и моделировании технологических процессов.

Гомогенный химический процесс. Зависимости скорости превращения сырья от концентрации, степени превращения и температуры для простых обратимых и необратимых реакций. Основные показатели гомогенного химического процесса со сложной реакцией: степень превращения, селективность, выход целевого продукта. Влияние на основные показатели концентрации, порядка реакции и температуры.

Гетерогенный химический процесс «газ (жидкость)-твердое». Гетерогенный химический процесс «газ-жидкость». Структура и математическое описание процесса с медленной и быстрой реакцией. Режимы процесса, наблюдаемая скорость, способы интенсификации.

Каталитический химический процесс. Пористый и непористый катализаторы. Для обоих случаев – схема процесса, математическое описание, наблюдаемая скорость превращения, возможные режимы, пути интенсификации, коэффициент эффективности зерна катализатора.

Термодинамические закономерности. Константа равновесия, равновесная степень превращения, их зависимость от температуры для экзо и эндотермических реакций. Способы управления равновесием. Кинетические закономерности. Скорость реакции и скорость превращения вещества для простой и сложной реакции.

### **Химический реактор**

Классификация химических реакторов. Функциональные элементы реактора. Общий вид математической модели химического процесса в реакторе. Химические реакторы – идеального вытеснения, идеального смешения непрерывного действия, идеального смешения периодического действия. Математическое описание изотермического и неизотермического процесса в реакторах всех типов.

Основы теории переноса количества движения, теплоты, массы; теория физического и математического моделирования процессов химической технологии; гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков, перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов, разделение жидких и газовых неоднородных систем, перемешивание в жидких средах; тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты, промышленные теории массопередачи и методы расчета массообменной аппаратуры (абсорбция, перегонка и ректификация, экстракция); массообменные

процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз: адсорбция, сушка, ионный обмен.

### **3.1.3 Процессы и аппараты химической технологии**

Процессы разделения продуктов, осаждение в поле силы тяжести. Процессы разделение сред, осаждение под действием центробежных сил. Массообменные процессы, дистилляция, ректификация, адсорбция, сублимация, сушка, экстракция и экстрагирование. Процесс фильтрования жидких продуктов, теоретические основы фильтрации, способы фильтрации. Основы мембранной технологии фильтрации, полупроницаемые мембраны. Процессы сорбции и адсорбции, конструктивные особенности и устройство адсорберов. Процессы диффузии при экстракции и экстрагирования, управления процессом. Процесс экстракции в системе жидкость – жидкость, основное оборудование. Процессы выпаривания, способы выпаривания. Особенности теплоотдачи при выпаривании. Дробление и резание, оборудование. Процессы абсорбции, технологические особенности и параметры. Процессы адсорбции, технологические особенности и параметры. Процессы разделения и массообмен бинарных смесей, процесс ректификации. Типы ректификационных аппаратов, тарелочные ректификационные аппараты. Оборудование для сорбционных процессов, абсорберы и адсорберы.

## **3.2 Модуль «Прикладные основы рационального природопользования»**

### **3.2.1 Теоретические основы энерго-, ресурсосберегающих процессов**

Расчет расхода материальных и энергетических ресурсов на осуществление производства. Определение потребного количества сырья. Расчёт потребного количества энергоресурсов. Причины потерь материальных и энергетических ресурсов. Методы анализа эффективности

энергопотребления в химико-технологических системах: энергетический метод, энтропийный метод, эксергетический метод. Энергетический анализ эффективности перемещения насыщенного водяного пара по трубопроводу. Методика анализа эффективности использования энергии. Термодинамические функции, используемые в анализе. Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в аппарате с мешалкой (обогрев насыщенным паром). Эксергия. Эксергитическая функция. Некоторые положения эксергетического анализа. Окружающая среда. Термодинамическое равновесие с окружающей средой. Уровни отсчёта эксергии. Эксергитический метод. Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в кожухотрубном теплообменнике (жидкостной обогрев без изменения фазового состояния среды). Уравнение Гюи-Стодолы. Расчет эксергии и ее составляющих. Расчёт изменения эксергии при физических и химических процессах. Определение уровней отсчёта эксергии. Эксергетический анализ. Оценка эффективности работы теплообменника с использованием эксергетического метода. Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в кожухотрубном теплообменнике (паровой обогрев без изменения фазового состояния энергоносителя).

### **3.2.2 Рациональное природопользование и ресурсосбережение**

**Антропогенное воздействие на природу.** Прямое уничтожение. Изменение среды обитания. Перераспределение веществ. Воздействие на биогеохимические циклы. Производство новых веществ. Экологическое значение процессов загрязнения природы, сокращения естественных экосистем, перенаселения, урбанизации.

**Глобальный экологический кризис.** Сжигание органического топлива как источник углекислого газа в атмосфере и причина возникновения "парникового эффекта", потепление климата Земли, опасность таяния ледников и повышения уровня мирового океана.

Мероприятия по предотвращению этих процессов. Кислотные дожди и закисление почв. Опасность кислотных дождей для растительного покрова. "Озоновая дыра", причины ее возникновения, опасность жесткого ультрафиолетового излучения и других лучевых космических факторов для здоровья человека. Возможности предотвращения дальнейшего разрушения озонового слоя. Демографический взрыв и проблемы ресурсов биосферы, возможности предотвращения истощения энергетических и трофических ресурсов. Химические техногенные загрязнения, их виды. Перспективы и принципы создания технологий, не разрушающих природу.

**Промышленная экология.** Понятие о малоотходных производствах. Территориально-производственные комплексы. Промышленные экосистемы и эколого-промышленные парки. Раскрыть смысл понятия ПДК, ПДС, ПДВ. Трудности современной концепции, основанной на нормативах ПДК загрязняющих веществ. Основные химические загрязнения атмосферы.

Экономические и правовые аспекты рационального природопользования.

**Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов**

Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов.

Углерод. Аллотропные модификации углерода; физико-химические свойства углерода; химические свойства углерода; синтез углерода из газовой фазы; синтез углерода из конденсированной фазы; принципы синтеза углерода из жидкой фазы.

Природные энергоносители. Исходный растительный материал; превращения исходного растительного материала в процессе углеобразования; виды ТГИ; групповой состав ТГИ.

Происхождение нефти и природного газа; фракционный, групповой и структурно-групповой состав нефти; фракционный состав газов; гетероатомные соединения нефти и газа; смолисто-асфальтеновые вещества,

их коллоидные свойства; техническая характеристика нефтей; классификация нефтей.

Природный газ. Происхождение природного газа; химизм и механизмы основных процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов; роль термодинамики и кинетики химических процессов в технологии природных энергоносителей и углеродных материалов.

Классификация процессов химической переработки нефтяного сырья; теория термического крекинга; основные факторы крекинга; коксообразование при крекинге; промышленные процессы термического крекинга и висбрекинга; процессы коксования нефтяного сырья; общая характеристика каталитического крекинга, промышленные катализаторы, основы химизма, механизма и кинетики процесса; промышленные установки каталитического крекинга.

#### 4 Критерии и нормы оценки

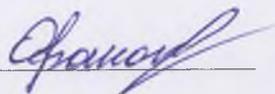
4.1. Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

4.2. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний при приеме – 40.

##### Разработчики программы:

Профессор кафедры «РПИР», д.т.н., к.х.н.

(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

С. В. Афанасьев

(И.О.Фамилия)

Заведующий кафедрой «РПИР», к.п.н.

(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

М.В. Кравцова

(И.О.Фамилия)

## 5 Рекомендуемая литература

1 Гетерогенные процессы химической технологии : кинетика, динамика, явления переноса : межвуз. сб. науч. трудов / Иван. хим.-технол. ин-т. - Иваново : [б. и.], 1990. - 132 с. : ил.

2 Закгейм А. Ю. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : введение в моделирование химико-технолог. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям "Хим. технология" и "Материаловедение" / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2012. - 302 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1.

3 Коробкин В. И. Экология : учеб. для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - Изд. 12-е, доп. и перераб. ; Гриф МО. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 602 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 599-602. - Предм. указ.: с. 591-598. - ISBN 978-5-222-12140-5 : 320-00. - 222-00.

4 Общая химическая технология [Электронный ресурс] : основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 380 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1479-6.

5 Общая химическая технология и основы промышленной экологии : учеб. для вузов / под ред. В. И. Ксензенко. - 2-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : КолосС, 2003. - 328 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9532-0088-9 : 223-80.

6 Основные определения и закономерности по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. С. Кувшинова [и др.] ; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново : [ИГХТУ], 2008. - 96 с. : ил. - ISBN 978-5-9616-0280-7.