

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

Институт естествознания

УТВЕРЖДАЮ

Директор института естествознания

Скрипникова Е.В.

«10» октября 2021 года



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**  
**по направлению подготовки магистров 18.04.02 «Энерго- и**  
**ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и**  
**биотехнологии»**  
**магистерская программа: «Нефтехимия»**

Тамбов, 2021

Программа вступительных испытаний по направлению подготовки магистров 04.04.01 «Химия» разработана профессорско-преподавательским составом кафедры химии и утверждена на заседании Ученого совета Института естествознания Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина. Протокол № 2 от «10» октября 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Целью проведения вступительного испытания является установление уровня подготовки поступающего в магистратуру к учебной и научной работе и соответствие его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

- проверить уровень знаний претендента;
- определить склонности к научно-исследовательской деятельности;
- выяснить мотивы поступления в магистратуру;
- определить область научных интересов.

Вступительные испытания при приеме для обучения по программам магистратуры проводятся в форме письменного экзамена (тестирования) по направлению подготовки магистров.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ И УМЕНИЯМ АБИТУРИЕНТОВ

Абитуриент поступающий в магистратуру 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в соответствии с требованиями ФГОС ВО, целями основной образовательной программы должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью ООП магистратуры и видами профессиональной деятельности :

**Область профессиональной деятельности магистра** включает разработку научных основ, создание и внедрение энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в производствах основных неорганических веществ, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, микробиологического синтеза, лекарственных препаратов и пищевых продуктов, разработку методов обращения с промышленными и бытовыми отходами и вторичными сырьевыми ресурсами.

**Абитуриент должен быть готов к выполнению задач по видам профессиональной деятельности:**

**научно-исследовательская деятельность:**

- постановка и формулирование задач научных исследований по разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- разработка новых технических и технологических решений на основе результатов научных исследований;
- создание теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойства материалов и изделий;
- разработка алгоритмов и программ, выполнение прикладных научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций;
- подготовка научно-технических отчетов и аналитических обзоров, публикация научных результатов;
- проведение мероприятий по защите интеллектуальной собственности и результатов исследований;
- разработка интеллектуальных систем для научных исследований;

- решение задач оптимизации технологических процессов и систем с позиций энерго- и ресурсосбережения;

**организационно-управленческая деятельность:**

- организация работы коллектива исполнителей, принятие управленческих решений, организация
- повышения квалификации сотрудников подразделений в области профессиональной деятельности;
- внедрение результатов научно-исследовательских разработок в производство;
- организация и участие в работе производственных природоохранных структур, органов надзора за экологической безопасностью на предприятиях и в регионах;
- проведение экологического аудита и мероприятий, связанных с защитой окружающей среды;
- осуществление производственного, экологического контроля и управления качеством продукции;

**педагогическая деятельность:**

- разработка учебно-методической документации, проведение лабораторных и практических занятий,
- разработка методов контроля знаний обучающихся;
- подготовка мультимедийных материалов для модернизации учебного процесса.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### **Тема №1. Кинетика и механизм электрохимических реакций**

Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов. Одностадийный, двухстадийный, трехстадийный механизмы без участия компонентов раствора. Определение порядка по  $H^+$  и  $Cl^-$ -ионам. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа: а) щелочные растворы, б) кислые среды: механизмы Хойслера, Бокриса, Колотыркина-Флорианович. Промежуточный адсорбционный комплекс (ПАК).

Использование логарифмической изотермы Темкина для описания адсорбции промежуточных продуктов анодной ионизации на энергетически неоднородной поверхности металла. Кинетические уравнения для трехстадийного механизма ионизации металла. Анодное поведение железа в растворах с высокой ионной силой. Три концентрационных интервала  $C_{H^+}$  по величине  $p_{H^+}$ . Использование ионных ассоциатов для объяснения  $p_{H^+} > 0$ . Роль состояния молекул растворителя в двойном электрическом слое в кинетике и механизме растворения металлов.

Кинетика разряда иона водорода. Замедленная рекомбинация при катодном выделении водорода (теория Тафеля). Замедленный разряд ионов водорода (теория Фольмера). Развитие теории Фольмера в трудах А.Н.Фрумкина. Теория Фольмера-Гейровского.

#### **Тема №2. Пассивность металлов**

Характеристики пассивации и флэде-потенциал. Влияние природы металла и среды на характер пассивации. Возникновение пассивности металлов под действием окислителей. Пассивность железа как следствие образования фазового оксида. Адсорбция как фактор, определяющий пассивность. Влияние  $Cl^-$ -ионов на пассивное состояние металлов. Анодная депассивация.

#### **Тема №3. Электрохимическая коррозия металлов.**

Обратимые и необратимые электродные потенциалы. Особенности электрохимического коррозионного процесса. Поляризация. Поляризационные кривые. Особенности коррозии с водородной и кислородной деполяризацией. Полная катодная поляризационная кривая.

Коррозионные диаграммы: Методы Эванса и Вагнера-Трауда. Контролирующий фактор коррозии. Равновесные потенциалы металла и окислителя.

Ингибирование катодного выделения водорода. Ингибирование анодного растворения металлов. Потенциал нулевого заряда и эффективность ингибиторов. Влияние структуры органических соединений на их ингибирующие свойства. «Первичное» и «вторичное» ингибирование.

#### **Тема №4. Металлические покрытия**

Классификация металлических покрытий и методы их нанесения. Общие вопросы теории и практики электроосаждения металлов. Структура электроосажденных осадков. Катодная поляризация и структура электроосажденных металлов. Влияние режима электролиза и структуры основного металла. Подготовка поверхности перед нанесением покрытия. Электролитическое и химическое полирование. Совместный разряд ионов водорода и металла. Блестящие гальванопокрытия. Цинкование, кадмирование, меднение, никелирование, хромирование.

#### **Тема №5. Неметаллические антикоррозионные покрытия.**

Неметаллические защитные покрытия. Органические покрытия. Оксидирование. Фосфатирование. Консервационные материалы. Пластикат и винипласт. Покрытия смолами, полимерами и резиной. Эмалевые покрытия. Пассивирование.

#### **Тема №6. Углеродные материалы**

Нанообъекты на основе углерода; элементсодержащие и многофазные волокна на основе углеродных волокон; полимерные композиты, армированные углеродными волокнами. Поддержание наносостояния вещества. Природа воздействия предшествующих реакций, ведущих к возникновению наносостояния вещества и наноразмерных эффектов. Пути создания и поддержания наносостояния вещества. Подавление наноразмерных эффектов наноматериалов адсорбатами из газовой и жидкой фаз. Некоторые вопросы создания химических нанотехнологий.

#### **Тема 7. Обобщенный образ технологической системы**

Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство. Проблемы энерго - и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии: - энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии; - показатели ресурсосбережения промышленных химических производств; - пути энерго - и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях; - роль термодинамического подхода в решении задач энерго - и ресурсосбережения в химическом производстве. Модель «черного ящика» как термодинамическая модель функционирования химико-технологической системы. Первое начало термодинамики. Совокупный материальный поток, поток теплоты, поток энергии. Примеры моделей ряда систем: аппарат, агрегат, промышленное производство, химико-технологическая система.

#### **Тема 8. Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс**

Системы уравнений материальных балансов по: - общим массовым расходам физических потоков; - общим массовым расходам химических компонентов;- общим массовым расходам химических элементов. Теоретический и практический материальный баланс. Определение стехиометрически независимых реакций в их системе по критерию Грама. Представление материальных потоков в форме потоковой диаграммы. Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.

#### **Тема 9. Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии**

Различные варианты технологических схем производства азотной кислоты из аммиака как пример оценки эффективности использования сырьевых ресурсов. Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Представление энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы. Частные формы уравнения баланса энергии: течение жидкости в трубопроводе, противоточный теплообменник, адиабатный реактор и реактор с внешним теплообменом, электрохимический реактор.

Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико-технологической системы.

## **Тема 10. Использование методов оптимизации при создании энерго - и ресурсосберегающих производств**

Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго - и ресурсосбережения в химической технологии. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов и систем. Техничко-экономический критерий эффективности. Методология энерго – и ресурсосбережения многокомпонентных каталитических процессов. Гипотетически обобщенная технологическая структура. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.

## **Тема 11. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения.**

Декомпозиция по составляющим критерия. Оценка степени рассогласования по составляющим критерия. Блок-схема решения задачи оптимизации и энерго – и ресурсосбережения многокритериальной системы. Неформализованные задачи оптимальной эксплуатации химических производств. Объекты ситуационного управления. Диагностика причин отклонений в работе промышленных установок. Формирование математических моделей для решения задач ситуационного управления.

## **Тема 12. Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем.**

Теоретические основы построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго – и ресурсосбережения процессов химической технологии. Построение интеллектуальных систем для расчета, оптимизации и прогнозирования химических производств. Теоретические основы, расчет и оптимизация нестационарных ХТП. Учет физико-химических особенностей процесса при разработке новых компьютерных технологий. Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе. Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании. Оценка численных значений параметров математических моделей.

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия кластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: Книжный дом «Либроком». 2009. 592с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Изд. дом «Академия». 2005. 192 с.
3. Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные Наноматериалы. Производство, свойства, применение. М.: Машиностроение. 2008. 320 с.
4. Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник Т. 1, 2/ Под ред. М.А. Шлугера. М.: Машиностроение. 1985.
5. Прикладная электрохимия / Под ред. А.П. Томилова. М.: Химия, 1984.
6. Багоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока. М.: Энергоатомиздат, 1981.
7. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия. 2001. 624 с.
8. Лайнер В.И. Современная гальванотехника. М.: Metallurgy. 1967. 384 с.
9. Лайнер В.И., Кудрявцев Н.Т. Основы гальваностатики. М.: ГИИТЛ. 1957. 647 с.
10. Скорчелетти В.В. Теоретические основы коррозии металлов. Л.: Химия. 1973. 264с
11. Виноградов С.С. Экологически безопасные гальванические производства. М.: Глобус, 2002.
12. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов. Тамбов. 2010. 127 с.
13. Л.Е. Цыганкова, В.И. Вигдорович Ингибиторы коррозии металлов. Тамбов. 2010. 269 с.
14. Л.Е. Цыганкова, В.И. Вигдорович. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению материалов и защите от коррозии. Тамбов. 2010. 197 с.
15. Л.Е. Цыганкова, В.И. Вигдорович, А.П. Поздняков. Введение в теорию коррозии металлов. Тамбов. 2002. 311 с.
16. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых спиртовых и водно-спиртовых средах. Монография. – М.: Радиотехника, 2009. 328 с.
17. В.И. Вигдорович, Н.В. Шель, Л.Е. Цыганкова. Атмосферная коррозия и защита металлов неметаллическими покрытиями. 8.2 печ.л. 2011. Тамбов. Изд-во Першина Р.В.
18. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии. Универсализм ингибиторов. М.: Изд-во «КАРТЭК». 2011. 320 с.
19. Семенова И.В., Губонина З.И. Экология и инновации в технологии неорганических веществ: учебное пособие. Издательство: Издательство Московского государственного открытого университета, 2011 г. 220 с.
20. Годымчук А.Ю., Савельев Г.Г., Зыкова А.П. под ред. Патрикеева Л.Н. и Ревинной А.А. Экология наноматериалов. Издательство: "Бином. Лаборатория знаний" 2012. 272 с.
21. Грищенко Т.Н. Чуйкова Т.В. Щербакова Е.А. Нуклеиновые кислоты. Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет). 2009. 89 с.
22. Каллистер У., Ретвич Д. пер. с англ. под ред. Малкина А.Я. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры). Издательство "НОТ". 2011. 896 с.
23. Островский, Г. М. Методы оптимизации химико-технологических процессов: учеб. пособие / Г. М. Островский, Ю. М. Волин, Н. Н. Зиятдинов. М.: КДУ. 2008. 424 с.



24. Лисицын, Н. В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение: учеб. пособие для студентов вузов / Н. В. Лисицын, В. К. Викторов, Н. В. Кузичкин. - СПб.: Менделеев, 2007. – 312 с.
25. Бесков, В. С. Общая химическая технология: учебник для вузов. М.: Академкнига.2005. – 452 с.
26. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие по курсам "Общая хим.технология" и "Моделирование химико-технолог. процессов" для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Хим. технология и биотехнология" и "Материаловедение". 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. – 304с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/84988/>
27. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб. пособие для вузов / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М.: Академкнига. 2006. – 416 с.

**Критерии оценивания вступительного испытания**

Вступительное испытание (экзамен) проводится в форме тестирования (компьютерного). Вступительное испытание оценивается по 50-балльной шкале.

Продолжительность вступительного испытания – 60 минут.

Тест содержит 40 вопросов:

- 30 вопросов с одним правильным ответом. Правильный ответ – 1 балл.
- 10 вопросов с двумя правильными ответами. Правильный ответ – 2 балла.

Интервал успешности: 15-50 баллов.