

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»

«Утверждаю»

Директор института естествознания

\_\_\_\_\_ Скрипникова Е.В.

«12» апреля 2023 г.

## **ПРОГРАММА**

### **ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»**

ДЛЯ ПОСТУПЛЕНИЯ В АСПИРАНТУРУ

Научная специальность:

2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Уровень высшего образования  
подготовка кадров высшей квалификации  
по программам подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Тамбов 2023

Программа вступительного испытания разработана профессорско-преподавательским составом кафедры химии, обсуждена и утверждена на заседании Ученого совета Института естествознания Тамбовского государственного университета имени Г.Р.Державина 12 апреля 2023 г., протокол № 8.

## 1. Цели и задачи вступительного испытания

**Целью** вступительного испытания для поступающих должна стать возможность показать свое умение мыслить логически при анализе того или иного материала, объясняя, чем вызваны поиски и открытия в том или ином направлении научного знания, какие предпосылки послужили толчком к появлению новых идей и выводов.

### **Основные задачи испытания:**

- выяснить мотивы поступления и определить область научно-практических и личных интересов поступающего;
- оценить потенциальные возможности поступающего, обеспечивающие усвоение и развитие компетенций исследователя, преподавателя-исследователя;
- проверка базовых знаний, предъявляемых к поступающему данной программой.

## 2. Требования к знаниям и умениям поступающего:

- ✓ быть хорошо эрудированным, обладать высокой культурой химического мышления;
  - ✓ знать теоретические основы и закономерности функционирования химической науки;
  - ✓ иметь представление об основных тенденциях и направлениях развития мировой и отечественной химии;
  - ✓ уметь квалифицированно анализировать современные химические проблемы в рамках одной из отраслей химии;
  - ✓ владеть инновационными технологиями при разработке теоретического и практического материала.
- Умения и навыки:**
- ✓ владение навыками самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении;
  - ✓ умение определять проблему, формулировать гипотезы и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний;
  - ✓ умение формировать план исследования, выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования;
  - ✓ умение обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;
  - ✓ умение вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
  - ✓ умение представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися

требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

### **3. Содержание программы вступительного испытания (аннотации тем)**

#### **Тема 1. Коррозионные процессы.**

Классификация коррозионных процессов. Внутренние и внешние факторы коррозии. Методы коррозионных исследований. Качественные и количественные показатели коррозии. Обработка результатов коррозионных испытаний. Электрохимические методы исследования.

Химическая коррозия (пленки на металлах, их защитные свойства, определение толщин).

Газовая коррозия, факторы, влияющие на нее. Защита от газовой коррозии.

Электрохимическая коррозия. Обратимые и необратимые электродные потенциалы. Особенности электрохимического коррозионного процесса.

Поляризация. Поляризационные кривые. Исправление на омическое падение напряжения. Концентрационная, активационная поляризация. Перенапряжение водорода.

Особенности коррозии с водородной и кислородной деполяризацией. Полная катодная поляризационная кривая.

Коррозионные диаграммы. Методы Эванса и Вагнера-Трауда.

#### **Тема 2. Пассивность металлов.**

Характеристики пассивации и флэде-потенциал. Влияние природы металла и среды на характер пассивации. Возникновение пассивности металлов под действием окислителей. Пассивация железа в азотной кислоте. Пассивность железа как следствие образования фазового оксида. Моделирование оксидной пленки на металле при помощи электрода, изготовленного из оксида. Потенциалы металлов при постоянной шлифовке под слоем раствора. Адсорбция как фактор, определяющий пассивность. Влияние  $\text{Cl}^-$ -ионов на пассивное состояние металлов. Анодная депассивация. Потенциал питтингообразования.

Солевая пассивность.

Перепассивация или транспассивное состояние.

Использование пассивности для защиты от коррозии.

#### **Тема 3. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов.**

Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов. Одностадийный, двух стадийный, трех-стадийный механизмы без участия компонентов раствора. Определение порядка по  $\text{H}^+$  и  $\text{Cl}^-$ -ионам. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа:

а) щелочные растворы, меди в кислых хлоридных метанольных растворах. Промежуточный адсорбции

б) кислые среды: механизмы Хойслера, Бокриса, Колотыркина-Флорианович.

Анодное поведение железа в растворах с высокой ионной силой. Три концентрационных интервала  $C_{H^+}$  по величине  $p_{H^+}$ . Использование ионных ассоциатов для объяснения  $p_{H^+} > 0$ .

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.

Химическое растворение металлов в концентрированных растворах сильных минеральных кислот. Состав газообразных продуктов коррозии в спиртовых средах. Радикальный механизм химического растворения металлов в спиртовых средах (В.И.Вигдорович и Л.Е.Цыганкова).

Роль состояния молекул растворителя в двойном электрическом слое в кинетике и механизме растворения металлов.

#### **Тема 4. Ингибирование кислотной коррозии (общие положения). ...**

Адсорбция на электродах. Формальная теория органических ингибиторов Антропова. Вывод выражения для коэффициента торможения процесса при блокировочном и  $\psi_1$ -эффектах действия ингибиторов.

Анализ ряда изотерм адсорбции ПАВ на металлах.

Ингибирование катодного выделения водорода (данные С.М.Решетникова): а) кислые сульфатные среды, б) кислые хлоридные среды.

Ингибирование анодного растворения металлов: а) железо в кислых сульфатных и хлоридных растворах, б) влияние галогенидов на анодное растворение железа в кислых сульфатных растворах. Механизм и кинетическое уравнение ингибированного анодного процесса.

«Первичное» и «вторичное» ингибирование. Влияние природы растворителя на ингибиторное действие ПАВ: а) точка зрения В.П. Григорьева и В.В. Экилика, б) подход В.И. Вигдоровича и Л.Е. Цыганковой.

#### **Тема 5. Атмосферная коррозия**

Классификация и механизм атмосферной коррозии. Конденсация влаги на поверхности, влияние состава атмосферы и климатических условий на коррозию металлов. Внешние факторы атмосферной коррозии.

Защита от атмосферной коррозии: а) неметаллические покрытия на масляной основе, б) ингибиторы для сплавов черных металлов, в) ингибиторы для черных и цветных металлов, г) ингибированные полимерные покрытия. Использование отходов производств для противокоррозионной защиты

#### 4. Вопросы к вступительному испытанию:

1. Термодинамическая возможность химических и электрохимических реакций.
2. Основные закономерности кинетики реакции выделения водорода.
3. Двойной электрический слой на границе твердое тело-раствор.
4. Качественные и количественные показатели коррозии.
5. Химическая коррозия (пленки на металлах, их защитные свойства, определение толщин).
6. Концентрационная, активационная поляризация. Перенапряжение водорода.
7. Коррозионные диаграммы: Методы Эванса и Вагнера-Трауда. Контролирующий фактор коррозии.
8. Электрохимическая коррозия металлов. Особенности.
9. Пассивность металлов. Характеристики пассивации и Фладе-потенциал. Теории.
10. Использование пассивности для защиты от коррозии.
11. Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов.
12. Коррозия металлов с водородной деполяризацией. Особенности процесса.
13. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа:
14. Химическое растворение металлов в концентрированных растворах сильных минеральных кислот.
15. Ингибирование катодного выделения водорода (данные С.М. Решетникова).
16. Экологические вопросы коррозии. Использование отходов производств в противокоррозионной защите.
17. Атмосферная коррозия металлов, виды.
18. Защитные консервационные и ингибированные масляные покрытия против атмосферной коррозии.
19. Ингибирование анодного растворения металлов: а) железо в кислых сульфатных и хлоридных растворах.
20. Влияние структуры органических соединений на их ингибирующие свойства.
21. Роль состояния молекул растворителя в двойном электрическом слое в кинетике и механизме растворения металлов.
22. Ингибирование кислотной коррозии. Основные виды торможения.
23. Особенности сероводородной коррозии металлов.
24. Особенности углекислотной коррозии металлов.

#### 5. Шкала оценивания вступительного испытания

Баллы	Критерии оценивания ответа на вступительном испытании
-------	-------------------------------------------------------

5 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание и понимание основных проблем соответствующей отрасли науки и научной специальности;</li> <li>- свободное владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией;</li> <li>- основные вопросы раскрыты полно и глубоко, с использованием дополнительного материала;</li> <li>- материал изложен последовательно и логически;</li> <li>- выделены существенные и вариативные признаки раскрываемых понятий, теоретические знания соотнесены с примерами из практики;</li> <li>- высказана своя точка зрения при анализе конкретной проблемы в исторической ретроспективе;</li> <li>- отсутствуют фактические и логические ошибки;</li> <li>- выводы и обобщения достаточно аргументированы</li> </ul>
4 балла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание базовых положений в области науки в пределах основной образовательной программы без использования дополнительного материала;</li> <li>- основные вопросы раскрыты недостаточно полно и глубоко;</li> <li>- при соотнесении теоретических знаний с практикой есть затруднения в приведении адекватных примеров;</li> <li>- логичность и доказательность изложения материала, но допущены отдельные неточности при использовании ключевых понятий;</li> <li>- в ответах на дополнительные вопросы допущены незначительные ошибки;</li> <li>- выводы и обобщения аргументированы, но содержат отдельные неточности.</li> </ul>
3 балла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фрагментарные, поверхностные знания, в изложении программного материала выявлены существенные пробелы;</li> <li>- основные положения раскрыты поверхностно, отсутствует знание специальной терминологии;</li> <li>- материал недостаточно систематизирован;</li> <li>- испытывает трудности с теоретическим обоснованием приводимых примеров;</li> <li>- отсутствует собственная критическая оценка возможностей использования наследия прошлого для решения современных проблем;</li> <li>- недостаточно аргументированы выводы, имеются смысловые и речевые ошибки.</li> </ul>
2 балла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствует знание специальной терминологии, незнание ключевых понятий в области науки;</li> <li>- обсуждаемая проблема не проанализирована;</li> <li>- отсутствует логика и последовательность изложения;</li> <li>- имеются фактические, смысловые и речевые ошибки;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приводит примеры из личного опыта без теоретического обоснования;</li> <li>- не отвечает на дополнительные вопросы по темам курса;</li> <li>- не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу.</li> </ul>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 6. Рекомендованная литература

### *Основная*

1. Ангал, Р. Коррозия и защита от коррозии [Текст] : [учеб. пособие] / Р. Ангал ; пер. с англ. А.Д. Калашникова . Долгопрудный : Издат. Дом "Интеллект", 2013 .— 344 с.(Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

2. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова, Н.В. Шель, Л.Г. Князева, А.Н. Зазуля. Защита металлов от атмосферной коррозии масляными покрытиями (теория, практика, экологические аспекты). ISBN 978-5-9901582-5-2. М. Изд-во «КАРТЭК» 2014. 220 с. <http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

3. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов. Тамбов. Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина. 2010. 127 с. <http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

### *Дополнительная*

1. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова, Н.В. Шель, Л.Г. Князева, А.А. Урядников, А.В. Дорохов. Коррозия и защита металлов летучими ингибиторами в условиях животноводческих помещений. Тамбов. Изд-во Р.В. Першина. 2019. 185 с.

2. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии. Универсализм ингибиторов. М.: КАРТЭК. 2011. 243 с. <http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

3. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Таныгина Е.Д., Шель Н.В., Зазуля А.Н. Антикоррозионные тонкопленочные материалы на основе индивидуальных парафиновых углеводородов. Изд-во Першина Р.В. 2013. 24.7 п.л. <http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

4. Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия: технологии, характеристики, применение. Издат. Дом "Интеллект" 2018. 230 с. 3 Г181 (5 экз) <http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

## 7. Интернет-ресурсы

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>

3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>

5. БД издательства SpringerNature

URL: <https://link.springer.com/>

URL: <https://materials.springer.com>