



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии,  
Ректор ВятГУ



  
\_\_\_\_\_ В.Н. Пугач

Протокол заседания  
Приемной комиссии  
от 14.05.2020 № 2

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
по образовательной программе магистратуры  
18.04.01 «Химическая технология. Технология электрохимических процессов и защита от  
коррозии»**

Киров, 2020

## 1. Пояснительная записка

Программа вступительного испытания включает перечень вопросов, типовых задач и список литературы для подготовки к поступлению в магистратуру по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология. В программе приведены основные требования к знаниям, умениям и навыкам, предъявляемые к абитуриентам, поступающим в магистратуру по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Цель вступительного испытания: оценить уровень знаний абитуриентов по предмету «Теоретическая электрохимия» и принять для обучения в магистратуре по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология абитуриентов, показавших высокий уровень подготовки по предмету.

Задачи вступительного испытания:

1. Оценка уровня знаний абитуриентов по предмету «Теоретическая электрохимия»
2. Отбор для обучения в магистратуре абитуриентов, отличающихся высоким уровнем знаний по предмету.

Требования к абитуриенту:

Должен знать:

1. Основные понятия электрохимии.
2. Основы электрохимии растворов электролитов.
3. Термодинамические основы электродных равновесий.
4. Строение границы электрод-электролит и методы ее исследования..
5. Виды поляризации и теории перенапряжений.
6. Механизм и кинетику основных электродных процессов.

Должен уметь:

1. Решать расчетные задачи по основным разделам электрохимии.
2. Правильно применять критерии определения видов поляризации.
3. Формулировать выводы, важные для технологии.

Должен владеть:

1. Приемами решения типовых задач основных разделов электрохимии.
2. Навыками исследовательской работы по изучению электродных процессов.
3. Навыками работы с литературой и поиска информации.

## 2. Содержание программы вступительного испытания

### Раздел 1. Введение

Предмет и содержание теоретической электрохимии. Основные электрохимические понятия.

### Раздел 2. Электрохимия растворов.

#### Тема 2.1. Равновесия в растворах электролитов.

Теория электролитической диссоциации. Ее значение и недостатки. Равновесия в растворах электролитов. Ионное произведение воды. Понятие о рН раствора. Буферность. Понятие об активности и коэффициенте активности. Ионная сила раствора. Основные положения теории Дебая-Гюккеля. Причины электролитической диссоциации. Теплоты растворения и гидратации.

#### Тема 2.2. Электропроводимость.

Удельная, эквивалентная и молярная электропроводимость. Подвижность ионов. Аномальная подвижность ионов водорода и гидроксила. Истинные и кажущиеся числа переноса. Методы их определения. Электропроводимость сильных электролитов. Релаксационный и электрофоретический эффекты. Электропроводимость при высоких частотах и напряжениях.

### **Раздел 3. Электродные равновесия**

#### **Тема 3.1 Термодинамика электродных систем.**

Термодинамический вывод уравнения электродного потенциала. Международная конвенция об ЭДС и электродных потенциалах. Классификация электродов. Электроды сравнения. Стандартные электродные потенциалы. Условный нулевой потенциал. Таблица стандартных потенциалов, ее практическое значение. Индикаторные электроды, Электроды для измерения рН. Измерение электродных потенциалов в водных растворах. Диаграмма устойчивости воды. Равновесный, стационарный, компромиссный потенциалы. Диаграммы Пурбэ.

#### **Тема 3.2. Электрохимические системы (цепи).**

Классификация электрохимических систем. Механизм образования ЭДС и природа электродного потенциала. Измерение ЭДС. Практическое использование электрохимических систем.

### **Раздел 4. Двойной электрический слой на границе электрод-электролит.**

#### **Тема 4.1. Электрокинетические и электрокапиллярные явления.**

Электрокапиллярная кривая. Уравнения Липпмана. Капиллярный электрометр.

#### **Тема 4.2. Двойной электрический слой.**

Строение двойного электрического слоя. Модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна. Влияние состава раствора на строение двойного электрического слоя и электрокапиллярную кривую. Потенциал нулевого заряда. Значение потенциала нулевого заряда для электрохимии. Методы определения потенциала нулевого заряда.

### **Раздел 5. Химическое действие электрического тока.**

Законы Фарадея. Их значение для электрохимии. Приборы для измерения количества электричества. Электрохимические эквиваленты, выход по току, выход по энергии, расход энергии на единицу продукции.

### **Раздел 6. Кинетика электродных процессов.**

#### **Тема 6.1. Теории перенапряжений.**

Стадии электрохимического процесса. Виды перенапряжений по стадиям. Роль диффузии в электродном процессе. Теория концентрационной поляризации. Конвективная диффузия. Вращающийся дисковый электрод. Химическое (реакционное) перенапряжение. Электрохимическое перенапряжение. Фазовое перенапряжение. Перенапряжение кристаллизации.

#### **Тема 6.2. Кинетика практически важных электродных процессов.**

Общая характеристика процесса катодного выделения водорода. Теории водородного перенапряжения. Критерии справедливости теорий. Кинетика электролитического восстановления и анодного выделения кислорода. Характеристика процессов выделения металлов. Особенности электрокристаллизации металлов из комплексных электролитов

## **Раздел 7. Коррозия.**

Теория электрохимической коррозии. Коррозионные диаграммы. Методы защиты от коррозии и их теоретическое обоснование.

### **3. Методические указания по подготовке к вступительному испытанию**

Вступительное испытание проводится в письменной форме (тестирование). Каждый тест содержит 20 вопросов, относящихся к разным разделам программы вступительного испытания.

При подготовке к вступительному испытанию особое внимание следует уделить чтению рекомендованной литературы, в ходе которого следует обобщить и систематизировать имеющиеся знания.

Вступительный экзамен для магистратуры включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки.

### **4. Перечень основной и дополнительной литературы**

#### **4.1. Основная литература**

1. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. [Текст] 2-е изд., перераб. и доп.-М.: «Студент», 2013.- 496 с.
2. Шишкина С.В., Ковязина Л.И. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии. [Текст] 2-е изд., перераб. и доп.- Киров: изд. ВятГУ, 2008, 246с.
3. Шишкина С.В., Ковязина Л.И. Сборник задач по теоретической электрохимии. [Текст] – Киров, 2008, 56с.

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. - М.:Химия, 2001, 624 с.

### **5. Примерный перечень вопросов и заданий вступительного испытания**

1. Какие растворы обладают буферными свойствами?
2. Что такое рН?
3. Что такое химический потенциал?
4. В чем состоит физический смысл коэффициента активности?
5. Как рассчитать ионную силу раствора?
6. Связь между удельной, эквивалентной и молярной электропроводимостью растворов.
7. Почему ионы водорода и гидроксиды аномально подвижны в водных растворах?
8. Сущность релаксационного и электрофоретического эффектов в растворах сильных электролитов.
9. Когда потенциал электрода равен стандартному?
10. Что такое потенциал электрода в водородной шкале?
11. Какой электрод согласно Международной конвенции при записи электрохимических систем записывается справа?
12. Какие электроды и почему применяются в качестве электродов сравнения?

13. Почему перед измерением рН стеклянным электродом необходимо проводить его калибровку?
14. Какие процессы могут протекать на электроде, потенциал которого в водном растворе отрицательнее равновесного потенциала водородного электрода?
15. В каких растворах стеклянный электрод обладает водородной функцией?
16. В каких координатах строится диаграмма устойчивости воды?
17. Какие электроды термодинамически устойчивы в водных растворах?
18. Каков механизм установления компромиссного потенциала?
19. Каков механизм установления равновесного потенциала на электроде?
20. В чем состоит основное отличие электрохимической реакции от химической?
21. Изменением какой термодинамической характеристики определяется максимальная полезная работа электрохимической системы?
22. Что означают линии, проведенные на диаграмме Пурбе?
23. Какая величина принята за условный нуль в водородной шкале потенциалов?
24. На какие классы принято делить химические элементы?
25. Что такое химический элемент?
26. Что является источником энергии в физическом элементе?
27. В каких координатах строится диаграмма Пурбе?
28. Из каких скачков потенциала состоит ЭДС правильно разомкнутой электрохимической цепи?
29. Измерением ЭДС каких электрохимических цепей можно определить числа переноса?
30. Что является источником электрической энергии в концентрационных элементах?
31. Как устранить диффузионный потенциал на границе двух растворов нитрата серебра различной концентрации?
32. Какие задачи можно решать путем исследования ЭДС физических цепей?
33. Как зарядится граница между растворами 1М HCl/0,01 М HCl ?
34. Как можно измерить диффузионный потенциал?
35. Что такое эффективный ионный радиус?
36. Почему зависимость краевого угла смачивания от потенциала аналогична электрокапиллярной кривой?
37. Что позволила объяснить модель строения двойного электрического слоя по Штерну?
38. Почему возникает диффузное расположение частиц в двойном электрическом слое?
39. По какому закону происходит падение потенциала в плотной части двойного электрического слоя?
40. Какие электролиты называются поверхностно-неактивными?
41. Почему в капиллярном электрометре смещается мениск ртути при изменении ее потенциала?
42. Какого типа ПАОВ вызывают смещение максимума электрокапиллярной кривой в отрицательную сторону?
43. Какая зависимость определяется первым уравнением Липпмана?
44. Какую информацию несет потенциал электрода в приведенной шкале?
45. Чем объясняется зависимость емкости двойного электрического слоя от потенциала?

46. В каких условиях потенциал электрода соответствует потенциалу нулевого заряда?
47. Какова причина возникновения дипольного скачка потенциала?
48. Вследствие чего происходит зарядение поверхности металла, погруженного в раствор, содержащий его ионы?
49. Вследствие чего происходит зарядение поверхности металла, погруженного в раствор, содержащий его ионы?
50. Сформулировать первый закон Фарадея. Связь между какими величинами он устанавливает?
51. Связь между какими величинами устанавливает второй закон Фарадея?
52. Связь между скоростью электрохимического процесса и плотностью тока.
53. Физический смысл электрохимического эквивалента.
54. Что такое перенапряжение?
55. Причина возникновения перенапряжения перехода.
56. Что такое диффузия, миграция, конвекция?.
57. Стадии электродного процесса и причины электродной поляризации. Виды перенапряжения по стадиям электродного процесса.
58. Поляризационные кривые: частные, катодная, анодная, парциальная и общая.
59. Напряжение разложения и напряжение на ванне.
60. Определение природы концентрационной поляризации с помощью вращающегося дискового электрода.
61. Признаки наличия перенапряжения химической реакции.
62. Механизм электрохимической коррозии.
63. Определение скорости коррозии с помощью коррозионных диаграмм.
64. Методы защиты от коррозии.

### **6. Порядок проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в форме тестирования с применением дистанционных технологий при обязательной идентификации личности поступающего.

Вступительное испытание реализуется в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ (<https://e.vyatsu.ru/>) с использованием технология средств графического распознавания лиц (технологии прокторинга), с помощью которой на протяжении вступительного испытания осуществляется идентификация личности поступающего, контроль процедуры выполнения вступительных испытаний, фиксируются возможные нарушения. Технология прокторинга реализуется автоматизированными техническими средствами электронной информационно-образовательной среды ВятГУ при участии сотрудников приемной комиссии, выполняющими роль проктора.

Для прохождения вступительного испытания поступающему необходимо иметь в личном пользовании информационно-технические средства: персональный или портативный компьютер с доступом к телекоммуникационным каналам передачи данных в сетях общего пользования (Интернет); мультимедиа периферийные устройства для прослушивания и воспроизведения аудио и видеoinформации (микрофон, веб-камера, наушники или аудиосистема); браузер, совместимый с Google Chrome (Chrome, Opera, Microsoft Edge, Яндекс.Браузер).

Обратите внимание, на протяжении всего тестирования работает веб-камера. Ваши

действия фиксируются.

Список основных нарушений при прохождении экзамена с прокторингом:

1. Наличие еще одного человека в кадре
2. Подмена тестируемого
3. Отсутствие тестируемого
4. Смена активного окна на компьютере
5. Разговор во время вступительного испытания
6. Использование запрещенных сайтов или программного обеспечения
7. Использование запрещенных технических средств (мобильные телефоны, наушники и прочее)
8. Использование литературы или конспектов

Шкала оценивания – 100-балльная.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 40.

Время работы с тестом – 45 минут.