

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 14 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Электрохимия
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков по основным закономерностям протекания электрохимических процессов, включая основные термодинамические характеристики растворов электролитов, электродов, гальванических элементов и их использования как источников тока.

Задачи дисциплины:

- изучить теоретические основы электрохимических процессов;
- уметь проводить расчеты потенциалов отдельных электродов и ЭДС гальванических элементов в различных условиях;
- владеть навыками подбора электродов и сборки гальванических элементов и применения их для решения конкретных задач.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объектами дисциплины являются:

- Электролиты, электроды на их основе, гальванические элементы;
- Электрохимические процессы;
- Термодинамические и кинетические закономерности протекания электрохимических процессов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|---|--------------------|
| ПК-2.1 | ИД-1ПК-2.1 | Знает закономерности протекания и основные уравнения для расчета направления, полноты протекания электрохимических процессов; знает схемы гальванических элементов. особенности их применения как источников энергии | Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения | Контрольная работа |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|---|----------------------------|
| ПК-2.1 | ИД-2ПК-2.1 | Умеет составлять уравнения реакций, лежащих в основе работы отдельных электродов и гальванических элементов; умеет выполнять расчеты потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов в заданных условиях | Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки | Индивидуальное задание |
| ПК-2.1 | ИД-3ПК-2.1 | Владеет навыками расчета и сборки гальванических элементов с заданными характеристиками; владеет методиками применения гальванических элементов как источников тока для проведения электрохимических процессов | Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок | Защита лабораторной работы |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 5 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54 | 54 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 18 | 18 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 16 | 16 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 90 | 90 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | | | |
| Дифференцированный зачет | 9 | 9 | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 5-й семестр | | | | |
| Термодинамика растворов электролитов | 4 | 4 | 4 | 30 |
| Основные понятия и соотношения термодинамики растворов электролитов. Средний коэффициент активности сильного электролита. Основные положения теории сильных электролитов. Закон независимости ионного движения. Числа переноса ионов. Уравнение Кольрауша. Равновесия в растворах электролитов. Электропроводность. Транспортные свойства растворов. Методы измерения электропроводности. Удельная и эквивалентная электропроводность, зависимость электропроводности от концентрации раствора. Закон разведения Оствальда. | | | | |
| Термодинамика электрохимических процессов. Электроды, электродные потенциалы, электродвижущие силы. | 10 | 8 | 8 | 30 |
| Термодинамика электрохимического элемента. Стандартный и равновесный электродные потенциалы. Образование двойного электрического слоя. Емкость двойного электрического слоя. Типы электродов: обратимые относительно катионов и анионов, газовые, окислительно-восстановительные. Скачки потенциалов на границе раздела фаз. Уравнение Нернста. Гальванические элементы. Химические цепи. Концентрационные цепи без переноса и с переносом. Термодинамическая теория ЭДС. Электродвижущая сила гальванического элемента. Методы измерения ЭДС. Зависимость ЭДС от температуры. | | | | |
| Кинетика электрохимических реакций | 4 | 4 | 4 | 30 |
| Элементы кинетики электрохимических реакций. Области протекания электродных процессов. Электрохимическая реакция как лимитирующая стадия процесса. Деполяризация. Перенапряжение. Предельный диффузионный ток. Уравнение Тафеля. | | | | |
| ИТОГО по 5-му семестру | 18 | 16 | 16 | 90 |
| ИТОГО по дисциплине | 18 | 16 | 16 | 90 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
|--------|--|

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|---------------|---|
| 1 | Термодинамика растворов электролитов |
| 2 | Расчет константы диссоциации, степени диссоциации, активности, ионной силы растворов электролитов |
| 3 | Электроды I и II рода. Электродные потенциалы |
| 4 | Водородный и кислородный электрод. Расчет потенциалов в условиях равновесия |
| 5 | Гальванические элементы. Расчет ЭДС. |
| 6 | Поляризация электродов. Перенапряжение водорода |
| 7 | Электролиз. Схемы электролиза |
| 8 | Депольаризация. Расчеты потенциалов при наложенном токе |

Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы |
|---------------|---|
| 1 | Определение константы и степени диссоциации слабого электролита |
| 2 | Определение среднего коэффициента активности электролита |
| 3 | Определение ЭДС гальванического элемента и потенциалов отдельных электродов в зависимости от концентрации растворов |
| 4 | Гальванические элементы. |
| 5 | Изучение кинетики катодного процесса. Перенапряжение водорода |
| 6 | Кислородная депольаризация катода |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|-------------------------------------|---|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия : учебник для вузов. 6-е изд., стер. Москва : Высш. шк., 2006. 527 с. | 74 |
| 2 | Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия : учебник для вузов. 7-е изд., стер. Москва : Высш. шк., 2009. 527 с. 42,90 усл. печ. л. | 1 |
| 2. Дополнительная литература | | |

| 2.1. Учебные и научные издания | | |
|---|--|---|
| 1 | Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия : учебник. 2-е изд., испр. и перераб. Москва : Химия : КолосС, 2006. 670 с. | 6 |
| 2 | Краткий справочник физико-химических величин / Барон Н. М., Пономарева А. М., Равдель А. А., Тимофеева З. Н. 10-е изд., испр. и доп. Москва : Альянс, 2019. 238 с. 15,0 усл. печ. л. | 6 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| | Не используется | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|--|--|--|---|
| Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов | Соколова М. М. Индивидуальные задания по физической химии / М. М. Соколова, О. И. Бахирева. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2015. | http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4648 сеть Интернет; | сеть Интернет; свободный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|------------------------------|--|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Офисные приложения. | Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |
| ПО для обработки изображений | Adobe Photoshop CS3 Russian (ПНИПУ 2008 г.) |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--------------|---------------------------------|
| | |

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|---|
| База данных Elsevier "Freedom Collection" | https://www.elsevier.com/ |
| База данных Scopus | https://www.scopus.com/ |
| База данных Web of Science | http://www.webofscience.com/ |
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | https://техэксперт.сайт/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лабораторная работа | Весы лабораторные ВЛТЭ-150 | 2 |
| Лабораторная работа | Вольтметр | 1 |
| Лабораторная работа | Гальванометр | 1 |
| Лабораторная работа | Магазин сопротивлений | 1 |
| Лабораторная работа | Микроамперметр | 1 |
| Лабораторная работа | Мультиметр АВМ-4551 | 1 |
| Лабораторная работа | Потенциометр Р-307 | 1 |
| Лабораторная работа | Потенциостат П-5827М | 1 |
| Лабораторная работа | Тестер Ц-4315 | 1 |
| Лабораторная работа | Учебно-лабораторный комплекс "Химия", модуль "Электрохимия" | 3 |
| Лабораторная работа | Шкаф вытяжной | 1 |
| Лекция | Мультимедийный комплекс: проектор, ноутбук | 1 |
| Практическое занятие | Ноутбук | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Физическая химия»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Электроэнергетика и электротехника (общий
профиль, СУОС)

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Химия и биотехнология

Форма обучения: Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы) | Вид контроля | | | | |
|--|--------------|----|----------|------|---|
| | Текущий | | Рубежный | | Итоговый дифференцированный зачет |
| | ТО | ИЗ | ОЛР | Т/КР | |
| Усвоенные знания | | | | | |
| 3.1 Знать закономерности протекания и основные уравнения для расчета направления, полноты протекания электрохимических процессов; | ТО | ИЗ | | Т/КР | ТВ |
| 3.2 знать схемы гальванических элементов. особенности их применения как источников энергии | ТО | ИЗ | | Т/КР | ТВ |
| Освоенные умения | | | | | |
| У.1 уметь составлять уравнения реакций, лежащих в основе работы отдельных электродов и гальванических элементов; | ТО | ИЗ | ЛР | Т/КР | ПЗ |
| У.2 уметь выполнять расчеты потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов в заданных условиях | ТО | ИЗ | ЛР | Т/КР | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | | |
| В.1 владеть навыками расчета и сборки гальванических элементов с заданными характеристиками | | | ЛР | | КЗ |
| В.2 владеть навыками расчета и сборки гальванических элементов с заданными характеристиками | | | ЛР | | КЗ |

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ(ИЗ) – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Кроме того, каждому студенту выдаются индивидуальные расчетные задания по всем модулям дисциплины. Результаты по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний,

освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (рубежного тестирования), выполненных отчетов по лабораторным работам после изучения каждого модуля учебной дисциплины и выполнения индивидуальных расчетных заданий.

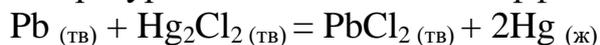
2.2.1. Рубежная контрольная работа (рубежное тестирование)

Согласно РПД запланирована 1 рубежная контрольная работа (КР) и 1 рубежное тестирование после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Контрольная работа (КР) по модулю 2 «Термодинамика электрохимических процессов. Электроды, электродные потенциалы, электродвижущие силы». Рубежное тестирование по модулю 1 «Термодинамика растворов электролитов».

Типовые задания КР:

1. При температуре $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ удельная электропроводность масляной кислоты при разбавлении 64 л/моль равна $1,812 \cdot 10^{-4}\text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Ее эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении равна $380\text{ см}^2/(\text{моль-экв} \cdot \text{ом})$. Вычислите степень диссоциации, концентрацию ионов H^+ в растворе и константу диссоциации кислоты.

2. При температуре $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепловой эффект реакции



составляет 95155 Дж/моль . Температурный коэффициент ЭДС элемента, работающего за счет этой реакции, равен $(dE/dT) = 1,45 \cdot 10^{-4}\text{ В/град}$. Вычислите ЭДС элемента и изменение энтропии при стандартной температуре.

Типовые задания рубежного тестирования:

1. Молярная доля $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46\text{ г/моль}$) в 40% - ном (по массе) водном растворе равна:

(1): 0,207 (2): 0,400 (3): 0,261 (4): 0,793

2. Отношение активности компонента в растворе к его концентрации называется:

(1): молярной долей (3): коэффициентом активности

(2): фугитивностью (4): ионной силой

3. Ионная сила водного раствора MgCl_2 с концентрацией 0,2 моль/кг равна:

(1): 0,2 (2): 0,4 (3): 0,6 (4): 0,8

4. Удельная электропроводность раствора электролита – это величина, обратная:

(1): полному сопротивлению

(2): удельному сопротивлению

(3): отношению напряжения к силе тока

(4): отношению сопротивления к напряжению

5. Удельная электропроводность раствора уксусной кислоты при разведении 32 л/моль равна $0,02875\text{ См/м}$. Удельное сопротивление этого раствора:

(1): 34,78 Ом (2): 34,78 кОм (3): 34,78 Ом*м (4): 34,78 кОм*м

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы (рубежного тестирования) приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной

работы (рубежного тестирования)

| Балл | Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля |
|------|----------------------------------|--|
| 5 | Максимальный уровень | <i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе (рубежному тестированию) оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i> |
| 4 | Средний уровень | <i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), показал хорошие знания и умения, но в представленных ответах имеются неточности и замечания, есть отдельные недостатки в оформлении отчета по контрольной работе (рубежному тестированию).</i> |
| 3 | Минимальный уровень | <i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), но допустил существенные неточности и замечания, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, имеются недостатки в оформлении отчета по контрольной работе (рубежному тестированию).</i> |
| 2 | Минимальный уровень не достигнут | <i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i> |

Результаты рубежной контрольной работы (рубежного тестирования) по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Защита лабораторных работ

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных умений и владений осуществляется в виде защиты лабораторных работ. Всего запланировано 4 лабораторные работы, их темы представлены в РПД. Шкалы и критерии оценки защиты лабораторных работ приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля в форме защиты лабораторных работ

| Балл | Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля |
|------|----------------------|--|
| 5 | Максимальный уровень | <i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет</i> |

| Балл | Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля |
|------|----------------------------------|---|
| | | <i>выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i> |
| 4 | Средний уровень | <i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям.</i> |
| 3 | Минимальный уровень | <i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i> |
| 2 | Минимальный уровень не достигнут | <i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i> |

Результаты рубежного контроля защиты лабораторных работ по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3.Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для

контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Зависимость удельной и молярной электрической проводимости растворов слабых и сильных электролитов от концентрации. Выражение закона Кольрауша для этих типов электролитов.
2. Гальванические элементы. Виды гальванических элементов. ЭДС гальванического элемента.
3. Элементы кинетики электрохимических реакций. Характеристика областей протекания электродных процессов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Зависимость электрической проводимости растворов слабых электролитов от скорости движения ионов. Подвижности ионов, влияние факторов. Числа переноса, их характеристика.
2. Гальванический элемент, его определение. Характеристика скачков потенциала на границе раздела фаз. Охарактеризуйте типы электродов, приведите соответствующие примеры и уравнения процессов.
3. Перенапряжение водорода. Факторы, влияющие на перенапряжение.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. При температуре $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ удельная электропроводность масляной кислоты при разбавлении 64 л/моль равна $1,812 \cdot 10^{-4}\text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Ее эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении равна $380\text{ см}^2/(\text{моль-экв} \cdot \text{ом})$. Вычислите степень диссоциации, концентрацию ионов H^+ в растворе и константу диссоциации кислоты.
2. При температуре $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепловой эффект реакции
$$\text{Pb}_{(\text{ТВ})} + \text{Hg}_2\text{Cl}_2_{(\text{ТВ})} = \text{PbCl}_2_{(\text{ТВ})} + 2\text{Hg}_{(\text{Ж})}$$
составляет 95155 Дж/моль. Температурный коэффициент ЭДС элемента, работающего за счет этой реакции, равен $(dE/dT) = 1,45 \cdot 10^{-4}\text{ В/град}$. Вычислите ЭДС элемента и изменение энтропии при стандартной температуре.
3. Оцените влияние перенапряжения водорода на ЭДС гальванического элемента, в зависимости от вида электрода и состава раствора. Приведите не менее 3-х примеров.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС

образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.