



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

8 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики  
\_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

« 27 » 10 \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химические источники тока

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) 13.04.01 Водородная и электрохимическая энергетика.  
Автономные энергетические системы

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Программу разработал(и):

доцент, к.х.н. \_\_\_\_\_ Гибадуллина Х.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химия, протокол №   2   от  08.09.2020 г 

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Чичиров А.А.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол №  07/20  от  27.10.2020 

Зам. директора института Теплоэнергетики \_\_\_\_\_ /Власов С.М.

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол №  07/20  от  27.10.2020

# 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины: изучение теоретических основ работы химических источников тока

Задачи дисциплины: ознакомить обучающихся с конструкциями, общими принципами работы и характеристиками химических источников тока

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-2 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, проводить технические расчеты по проектам, проводить оценку эффективности проектных решений для обоснования выбора химических источников тока	ПК-2.1 Собирает, анализирует и систематизирует научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики с использованием цифровых технологий и интернет-ресурсов	<i>Знать:</i> источники информации для сбора и анализа теоретического материала в области водородной и электрохимической энергетики; возможности интернет-ресурсов и программных продуктов для обработки данных <i>Уметь:</i> сбирать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики с применением современных цифровых инструментов <i>Владеть:</i> навыками сбора, анализа и систематизации научно-технической информации в области водородной и электрохимической энергетики с использованием интернет-ресурсов и цифровых технологий для обработки и интерпретации результатов исследований
ПК-4 Способен к проектно-конструкторской деятельности в области разработки и внедрения химических источников тока, электрохимических энергетических установок и водородных накопителей	ПК-4.2 Участвует в практической реализации результатов опытно-конструкторских работ в области разработки и внедрения химических источников тока, электрохимических энергетических установок и водородных накопителей	<i>Знать:</i> области применения химических источников тока <i>Уметь:</i> практически реализовать результаты опытно-конструкторских работ <i>Владеть:</i> навыками проектно-конструкторской деятельности
ПК-2 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, проводить технические расчеты по проектам, проводить оценку эффективности проектных решений для обоснования выбора химических источников тока	ПК-2.2 Проводит технические расчеты по проектам и оценку эффективности проектных решений для обоснования выбора химических источников тока с использованием цифровых технологий продуктов	<i>Знать:</i> характеристики основных типов химических источников тока; возможности интернет-ресурсов и программных продуктов для решения профессиональных задач; <i>Уметь:</i> оценивать эффективность проектных решений и обосновывать выбор химических источников тока <i>Владеть:</i> навыками эффективной оценки проектных решений и обоснования выбора химических источников тока с использованием цифровых технологий

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Химические источники тока относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-2		Производственная практика (преддипломная практика) Специальные вопросы электрохимии Производственная практика (научно-исследовательская работа)
ПК-3		Производственная практика (преддипломная практика) Специальные вопросы электрохимии Производственная практика (научно-исследовательская работа)
ПК-1		Производственная практика (преддипломная практика) Производственная практика (научно-исследовательская работа)
ПК-4		Производственная практика (преддипломная практика) Специальные вопросы электрохимии

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- сущность химических процессов, происходящих при работе химических источников тока,

Уметь: рассчитывать электродные потенциалы и электродвижущие силы металлических, газовых и окислительно-восстановительных электродов

Владеть:

навыками теоретического и экспериментального определения ЭДС и напряжения первичных источников тока

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 85 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА) - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 96 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 9 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	85	85
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	32	32
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Консультации, сдача и защита Курсового проекта (ККП)	32	32
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	96	96
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (курсовой проект, экзамен)	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	КП, Эк	КП, Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Основные понятия и определения. Конструкции химических источников тока															
1. Основные понятия и определения. Конструкции химических источников тока	3	8	10			30	1			49	ПК-2.1 -31, ПК-2.2 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-4.2 -31	Л1.1 Л1.2, Л1.3 Л1.4 Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5	Тест		15

Раздел 2. Гальванические элементы, аккумуляторы															
2. Гальванические элементы, аккумуляторы	3	4	12			33	1			50	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -31, ПК-4.2 -31, ПК-4.2 -У1, ПК-2.1 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -В1	Л1.1 Л1.2, Л1.3 Л1.4 Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5	Тест	20	
Раздел 3. Резервные химические источники тока, конденсаторы															
3. Резервные химические источники тока, конденсаторы	3	4	10		2	33				70	ПК-2.2 -У1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -В1, ПК-4.2 -В1, ПК-4.2 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-4.2 -31	Л1.1 Л1.2, Л1.3 Л1.4 Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5	КП	25	
Экзамен									1					Эк	40
<b>ИТОГО</b>		16	32			96	2	35	1	206					100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	1. Химические источники тока (ХИТ): классификация, параметры, термодинамика ХИТ. 2. Материалы в химических источниках тока: конструкционные, активные и вспомогательные. Электролиты. 3. Конструкции химических источников тока. Требования к ХИТ. 4. Методы исследования ХИТ и материалов.	8
2	5. Первичные элементы с цинковым анодом. Электрохимические системы: диоксид марганца-цинк, ртутно-цинковые, серебряно-цинковые, воздушно-цинковые, медно-цинковые. 6. Аккумуляторы. Обзор: электрохимические и эксплуатационные характеристики аккумуляторов. Перспективные направления развития вторичных ХИТ.	4
3	7. Резервные химические источники тока, классификация, катодные материалы и способы активации ХИТ. 8. Электрохимические конденсаторы, ионисторы.	4
	Всего	16

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	1. Основные характеристики электрохимических систем. Типы химических источников тока (ХИТ). Электродвижущая сила (ЭДС) ХИТ и ее расчет. Термодинамика ХИТ. 2. Конструкционные и вспомогательные материалы в химических источниках тока, электроды 3. Конструкции химических источников тока: требования к конструкции ХИТ, параметры и характеристики ХИТ, режимы заряда 4. Методы исследования ХИТ и материалов 5. Параметры гальванических элементов	10
2	6. ХИТ с цинковым анодом. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с соевым или щелочным электролитом. 7. Ртутно-цинковые, серебряно-цинковые, воздушно-цинковые и медно-цинковые элементы электрохимическая система, токообразующая реакция и области применения. 8. Электрохимические аккумуляторы: классификация, электрохимические характеристики. Свинцовые (кислотные) аккумуляторы: технология изготовления и конструкции СКА, реакции на электродах, сульфатация пластин, терморазгон и термический пробой. 9. Никель-кадмиевые и никель-железные щелочные аккумуляторы. Оксидно-никелевые электроды. 10. Никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы. 11. Первичные литиевые ХИТ: классификация, технологии изготовления, электрохимические характеристики.	12
3	12. Литиевые аккумуляторы. Литий-ионные аккумуляторы. Полимерные электролиты ХИТ. Характеристики литиевых аккумуляторов. Принцип работы. 13. Металл-воздушные аккумуляторы: типы, устройство, принцип работы, преимущества и недостатки. 14. Проточные (ПРБ) и гибридные батареи. Ванадиевая, железо-хромовая, полисульфид-галогенидная ПРБ, электрохимические характеристики. Катодит и анолит редокс батареи. 15. Резервные химические источники тока. Классификация резервных ХИТ, электрические системы. Катодные материалы. Способы активации ХИТ. 16. Электрохимические конденсаторы. Ионисторы. Литий-ионные конденсаторы: устройство и принцип работы. Полимерные и гибридные конденсаторы: конструкция, характеристики и	10
	Всего	32

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию	Изучение теоретического материала. Решение расчетных задач	30
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию, КП	Изучение теоретического материала. Решение расчетных задач	33
3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию, подготовка доклада, КП	Изучение теоретического материала. Написание доклада	33
Всего			96

### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Химические источники тока» по образовательной программе «Водородная и электрохимическая энергетика. Автономные энергетические системы» направления подготовки бакалавров 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» применяются элементы дистанционных технологий и электронного обучения.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru>.

- цифровые инструменты (Zoom, Teams) и программные продукты (MS Excel, Statistica).

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, самостоятельное изучение определенных разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: проблемное обучение, работа в команде.

## 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1	Знать				
		Знает источники информации для сбора и анализа теоретического материала в области водородной и электрохимической энергетики	Знает источники информации для сбора и анализа теоретического материала в области водородной и электрохимической энергетики, не допускает ошибок	Знает источники информации для сбора и анализа теоретического материала в области водородной и электрохимической энергетики, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает источники информации для сбора и анализа теоретического материала в области водородной и электрохимической энергетики, допускает множество мелких ошибок	Знает источники информации для сбора и анализа теоретического материала в области водородной и электрохимической энергетики, допускает грубые ошибки
		Уметь				

		<p>Умеет собирать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики</p>	<p>Демонстрирует умение собирать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, не допускает ошибок</p>	<p>Демонстрирует умение собирать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>В целом демонстрирует умение собирать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, допускает ошибки. Задание выполнено не в полном объеме</p>	<p>В целом демонстрирует умение собирать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, допускает грубые ошибки</p>
	Владеть					
		<p>Владеет навыками сбора, анализа и систематизации научно-технической информации в области водородной и электрохимической энергетики</p>	<p>Продемонстрированы навыки сбора, анализа и систематизации научно-технической информации в области водородной и электрохимической энергетики, без ошибок и недочетов</p>	<p>Продемонстрированы навыки сбора, анализа и систематизации научно-технической информации в области водородной и электрохимической энергетики, допущены мелкие ошибки</p>	<p>Имеет минимальный набор навыков сбора, анализа и систематизации научно-технической информации в области водородной и электрохимической энергетики, допускает много ошибок</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки сбора, анализа и систематизации научно-технической информации в области водородной и электрохимической энергетики, допущены грубые ошибки</p>
ПК-2.2	Знать					
	<p>Знает характеристики основных типов химических источников тока</p>	<p>Знает характеристик и основных типов химических источников тока, не допускает ошибок</p>	<p>Знает характеристик и основных типов химических источников тока, но допускает ряд не грубых ошибок</p>	<p>Знает характеристик и основных типов химических источников тока, допускает много ошибок</p>	<p>Знает характеристик и основных типов химических источников тока, допускает много ошибок</p>	<p>Знает характеристик и основных типов химических источников тока, допускает много грубых ошибок</p>
	Уметь					

		Умеет оценивать эффективность проектных решений и обосновывать выбор химических источников тока	Демонстрирует умение оценивать эффективность проектных решений и обосновывать выбор химических источников тока, не допускает ошибок	Демонстрирует умение оценивать эффективность проектных решений и обосновывать выбор химических источников тока, допускает при этом ряд небольших ошибок	В целом демонстрирует умение оценивать эффективность проектных решений и обосновывать выбор химических источников тока, допускает ошибки. Задание выполнено не в полном объеме	При решении типовых задач демонстрирует умение оценивать эффективность проектных решений и обосновывать выбор химических источников тока, допускает грубые ошибки
		Владеть				
		Владеет навыками эффективной оценки проектных решений и обоснования выбора химических источников тока	Продемонстрированы навыки эффективной оценки проектных решений и обоснования выбора химических источников тока, без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки эффективной оценки проектных решений и обоснования выбора химических источников тока, допущены мелкие ошибки	Имеет минимальный набор навыков эффективной оценки проектных решений и обоснования выбора химических источников тока, допускает много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, необходимые для эффективной оценки проектных решений и обоснования выбора химических источников тока, допущены грубые ошибки
ПК-4	ПК-4.2	Знать				
		Знает области применения химических источников тока	Знает области применения химических источников тока, не допускает ошибок	Знает области применения химических источников тока, но допускает ряд не грубых ошибок	Знает области применения химических источников тока, допускает много ошибок	Знает области применения химических источников тока, допускает много грубых ошибок
		Уметь				

	Участвует в практической реализации результатов опытно-конструкторских работ	Демонстрирует умение практической реализации результатов опытно-конструкторских работ, не допускает ошибок	Демонстрирует умение практической реализации результатов опытно-конструкторских работ, допускает незначительные ошибки	Демонстрирует умение практической реализации результатов опытно-конструкторских работ, допускает много мелких ошибок	Не сформировано умение практической реализации результатов опытно-конструкторских работ, допускает грубые ошибки
	Владеть				
	Владеет навыками проектно-конструкторской деятельности	Продемонстрированы навыки проектно-конструкторской деятельности, ошибки не допущены	Продемонстрированы навыки проектно-конструкторской деятельности, имеются недочеты	Имеет минимальный набор навыков проектно-конструкторской деятельности, допускает много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки проектно-конструкторской деятельности, допущены грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Козадеров, О. А.	Современные химические источники тока	учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань	2022	Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212777">https://e.lanbook.com/book/212777</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	

2	Соловьева, В. Я. И др.	Химические источники тока	учебное пособие	Санкт-Петербург : ПГУПС	2020	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/191017">https://e.lanbook.com/book/191017</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	
3	Васильева, А. Н.	Числовые расчеты в Excel: справочник	учебное пособие	Санкт-Петербург : Лань	2021	Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/168874">https://e.lanbook.com/168874</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	
4.	Бурнаев, Э. Г.	Обработка и представление данных в MS Excel	учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань	2021	Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/169248">https://e.lanbook.com/169248</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	
5	Беляева, Л. Р.	Основы работы В MathCad	метод. указания	Казань, КГЭУ	2012	<a href="https://lib/kgeu.ru">https://lib/kgeu.ru</a>	
6	Шеханов, Р. Ф.	Химические источники тока: лабораторный практикум	учебное пособие	Иваново : ИГХТУ	2008	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4479">https://e.lanbook.com/book/4479</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Соколов, В. Н.	Коррозия и защита. Химические источники тока	учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань	2023	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/347048">https://e.lanbook.com/book/347048</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	
2	Коровин Н. В.	Общая химия	учебник для вузов	Москва: Высш. шк.	2005		338
3	Дамаскин, Б. Б	Электрохимия:	учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань	2021	Лань: электронно-библиотечная система.— URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168758">https://e.lanbook.com/book/168758</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	
4	Герасимова, В. Г.	Электротехнический справочник		Москва: Издательский дом МЭИ	2017	ЭБС "Консультант студента". - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html</a> - Режим доступа: по подписке	
5	Коровин Н. В.	Химические источники тока	справочник	М.: Издательский дом МЭИ	2003		3
6	Варьшаев В. Н., Дасоян М. А., Никольский В. А.	Химические источники тока	учебное пособие	Москва: Высш. шк	1990		2
7	Кулифеев, В. К.	Утилизация литиевых химических источников тока	монография	Москва : МИСИС	2010	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116824">https://e.lanbook.com/book/116824</a> режим доступа: для авторизов-х. пользователей	

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Единое окно доступа к образовательным	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
3	Словари и энциклопедии	<a href="http://dic.academic.ru/">http://dic.academic.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/open data">https://minenergo.gov.ru/open data</a>	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>
2	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
4	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
3	Образовательный портал	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.com</a>	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.com</a>

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа В-503	доска аудиторная, акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор
2	Самостоятельная работа обучающегося	Кабинет СРС В-600	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в "Интернет" и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение
3	Практические занятия	Учебная аудитория В-513	доска аудиторная, таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица стандартный ряд электронов
		Учебная аудитория В-519	рефрактометр ИРФ -45462М, фотоколориметр КФК-3-01, колбонагреватель ПЭ-4100М, весы электронные лабораторные, рН-метр АНИОН-4100, штативы металлические (4 шт.), плитка электрическая, химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 1 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"
		Учебная аудитория В-510	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www.kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2024/2025 учебного года

В программу вносятся следующие изменения:

1. В пункте 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий:  
внесены изменения в столбец «Литература» (стр. 5-6).
2. В пункте 3.3. Тематический план лекционных занятий:  
дополнены названия тем 2, 3, 5 (стр. 6).
3. В пункте 3.4. Тематический план практических занятий:  
изменены темы занятий 1, 7, 8, 11, 13, 14 (стр. 7).
4. В пункте 6.1. Учебно-методическое обеспечение:  
полностью обновлен список основной литературы (стр.13-14), в список дополнительной литературы внесены 1, 3, 7 (стр. 15).
5. Актуализированы оценочные материалы:  
увеличен объем тестовых заданий для текущего контроля (стр. 24-34);  
для промежуточной аттестации добавлены вопросы к экзамену и увеличено количество примеров экзаменационных билетов (стр. 35-38);  
добавлены примерные темы курсовых проектов (стр. 38-39).

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «19» 03 2024 г., протокол № 12

Зав. кафедрой ХВ \_\_\_\_\_ А. А. Чичиров

Программа одобрена методическим советом Института теплоэнергетики «16» 04 2024 г., протокол № 7

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ Ахметзянова А.Т.

Подпись, дата

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Б.1.В.07 Химические источники тока

Оценочные материалы по дисциплине «Химические источники тока» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций:

ПК-2 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики, проводить технические расчеты по проектам, проводить оценку эффективности проектных решений для обоснования выбора химических источников тока

ПК-4 Способен к проектно-конструкторской деятельности в области разработки и внедрения химических источников тока, электрохимических энергетических установок и водородных накопителей

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: тест, курсовой проект (КП).

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации КП, 3 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 3

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию	Тест	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-4.2	менее 8	8 - 9	10 - 14	14 - 15	

2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию	Тест	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-4.2	менее 10	10 - 15	15 - 18	18 - 20
3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию, подготовка доклада	КП	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-4.2	менее 10	10 - 15	15 - 17	18 - 25
<b>Всего баллов</b>				<b>менее 30</b>	<b>30-39</b>	<b>40-49</b>	<b>50-60</b>
Промежуточная аттестация							
4	<i>Подготовка к экзамену</i>	экзаменационные билеты	ПК-2 ПК-4	менее 25	25-29	30-34	35-40
<b>Всего баллов</b>				<b>0 - 54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест (тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных проектов

#### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

##### Для текущего контроля:

##### Проверяемые компетенции:

ПК-2.1 Собирает, анализирует и систематизирует научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики с использованием цифровых технологий и интернет-ресурсов.

ПК-2.2 Проводит технические расчеты по проектам и оценку эффективности проектных решений для обоснования выбора химических источников тока с использованием цифровых.

ПК-4.2 Участвует в практической реализации результатов опытно-конструкторских работ в области разработки и внедрения химических источников тока, электрохимических энергетических установок и водородных накопителей.

##### Тестовые задания

1. Дополните предложение. Устройство для прямого преобразования химической энергии заключенных в него реагентов в электрическую – это \_\_\_\_\_.

2. Дополните предложение. В \_\_\_\_\_ элементах химическая энергия восстановителя и окислителя, непрерывно и раздельно подаваемых к электродам, непосредственно превращается в электрическую энергию.

3. Дополните предложение. Устройство, в котором электрическая энергия превращается в химическую, а химическая - снова в электрическую, называют \_\_\_\_\_.

4. Дополните предложение. При заряде аккумулятор работает как \_\_\_\_\_, при разряде – как \_\_\_\_\_.

5. Выберите правильный ответ. Токообразующей реакцией в большинстве ТЭ служит окисление водорода по реакции:



6. Выберите правильные ответы. В отличие от тепловых машин, электрохимические установки:

1) образуют больше вредных выбросов;

2) образуют меньше вредных выбросов;

3) имеют более высокий КПД;

4) имеют низкую себестоимость;

5) абсолютно безопасны при эксплуатации.

7. Выберите правильный ответ. В качестве топлива (восстановителя) в ТЭ применяют:

1) нефть;

5) метанол  $CH_3OH$ ;

2) природный газ  $CH_4$ ;

6) водород;

3) уголь;

7) аммиак;

4) этанол  $C_2H_5OH$ ;

8) кислород

8. Установите соответствие между элементами групп:

1) электрод, на котором протекает процесс восстановления;      А) катод;

2) электрод, на котором протекает процесс      Б) анод;



- 2) образовывать внутреннюю электрическую цепь между электродами
- 3) непосредственное участие в электрохимической реакции
- 4) препятствовать процессу старения активной массы электродов

17. Установите соответствие между ХИТ и электролитом:

- |                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1) Элемент с водным электролитом;   | А) медно-цинковый;      |
| 2) Элемент с неводным электролитом; | Б) литий-тионилхлорид;  |
| 3) Элемент с твердым электролитом;  | В) литий-йод;           |
|                                     | Г) никель-металлогидрид |

18. Для снижения электрического сопротивления активной массы используют:

- 1) графит (сажа);
- 2) металлический порошок никеля;
- 3) металлический порошок серебра;
- 4) металлический порошок меди;
- 5) металлический порошок лития
- 6) кремний

19. Установите соответствие между типом ТЭ и электролитом, а так же между электродом и подаваемым на него веществом:

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| 1) низкотемпературный ТЭ;  | А) водород;        |
| 2) высокотемпературный ТЭ; | Б) кислород;       |
| 3) анод;                   | В) углерод;        |
| 4) катод;                  | Г) щелочной;       |
|                            | Д) твердооксидный; |

20. Установите соответствие между типом ТЭ и материалом электрода (анода) на который подается топливо:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1) ТЭ с щелочным электролитом;                  | А) Ni + Pt;                        |
| 2) ТЭ с твердополимерным электролитом;          | Б) Ni + Cr;                        |
| 3) ТЭ с фосфорно-кислым электролитом;           | В) графит + Pt;                    |
| 4) ТЭ с расплавленным карбонатным электролитом; | Г) Ni + ZrO <sub>2</sub> ;         |
| 5) ТЭ с твердооксидным электролитом;            | Д) графит + Pt-Ru;                 |
|   | Е) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |

21. Цинковую пластинку массой 22,5 г погрузили в раствор нитрата свинца (II). Через некоторое время масса пластинки стала равной 25,34 г. Масса цинка, который перешел в раствор в виде ионов составляет \_\_\_\_ г, а масса свинца, который осел на пластинке \_\_\_\_ г.

22. Дополните предложение. Уравнение Нернста позволяет рассчитать \_\_\_\_ (В).

23. Дополните предложение. Гальванический элемент с одинаковыми электродами и разными концентрациями солей называется \_\_\_\_.

24. Дополните предложение. В гальваническом элементе катодом служит электрод с \_\_\_\_ потенциалом:

24. Дополните предложение. \_\_\_\_ — это электрод, на котором протекает процесс окисления.

25. Законы Фарадея устанавливают связь между:

- 1) массой вещества и количеством электричества;
- 2) массой вещества и его эквивалентом;
- 3) массой вещества и силой тока;
- 4) массой вещества и напряжением.

26. Выберите вещества, которые могут служить электролитом в ХИТ

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1) Na <sub>2</sub> O · nAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5) KOH                           |
| 2) NaOH  | 6) C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> |



27. Установите соответствие между материалами и электродами в ртутно-цинковом элементе

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1) Положительный электрод; | А) оксид ртути;                         |
| 2) Отрицательный электрод  | Б) металлический цинк с добавкой ртути; |
| 3) Электролит              | В) раствор едкого кали и оксида цинка;  |
|                            | Г) раствор серной кислоты               |

28. Коэффициент использования цинка и оксида ртути (II) в ртутно-цинковых элементах равна:

- 1)  $\approx 100\%$ ;
- 2)  $\approx 80\%$ ;
- 3)  $\approx 50\%$ ;
- 4)  $\approx 10\%$

29. Эффективность работы ГЭ. Установите соответствие между элементами групп:

- |  |  |
|--|--|
| 1) Для снижения омического сопротивления электролита;    | А) увеличивают электропроводность                |
| 2) Для снижения сопротивления активной массы электродов; | Б) вводят электропроводящие добавки;             |
| 3) Для снижения поляризационного сопротивления;          | В) используют катализаторы электродных процессов |
|  | Г) увеличивают площадь электродов                |

30. Ртутно-цинковые батареи обладают следующими преимуществами:

- 1) стабильность генерации тока и напряжения до полного исчерпания;
- 2) имеют очень высокую энергетическую емкость;
- 3) содержат ртуть;
- 4) электролитом является щелочь, а не кислота

31. Серебряно-цинковые гальванические элементы обладают электрическими характеристиками и преимуществами по сравнению с другими ХИТ:

- 1) диапазон рабочих температур составляет от 0 до  $+40\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 2) полностью безопасны для экологии;
- 3) в конструкции используется щелочной электролит;
- 4) обладают стойкостью к высоким разрядным токам;
- 5) имеют не высокую стоимость

32. В качестве электролита в системе цинк-диоксид марганца используется:

- 1) паста из хлорида цинка, хлорида аммония и воды;
- 2) паста из цинкового порошка, хлорида цинка и воды;
- 3) серная кислота;
- 4) раствор щелочи

33. Для повышения эффективности гальванического элемента необходимо снизить:

- 1) силу тока;
- 2) сопротивление нагрузки;
- 3) омическое сопротивление электролита;
- 4) поляризационное сопротивление;
- 5) омическое сопротивление активной массы электродов

34. Литиевые ХИТ с жидким катодом-электролитом – это системы:

- 1) Li | LiBr | SO<sub>2</sub>;
- 2) Li | LiAlCl<sub>4</sub> | SOCl<sub>2</sub>;
- 3) Li | LiClO<sub>4</sub> | MnO<sub>2</sub>;
- 4) Li | LiClO<sub>4</sub> | CuO;
- 5) Li | Li I | I<sub>2</sub>

**35.** Полностью твердофазным литиевым источником тока является:

- 1) Li | LiBr | SO<sub>2</sub>;
- 2) Li | LiClO<sub>4</sub> | MnO<sub>2</sub>;
- 3) Li | LiClO<sub>4</sub> | CuO;
- 4) Li | Li I | I<sub>2</sub>

**36.** Установите правильную последовательность возрастания ЭДС гальванических элементов:

- 1) (-) Cd<sup>0</sup> | Cd<sup>2+</sup> || Ag<sup>+</sup> | Ag<sup>0</sup> (+);
- 2) (-) Zn<sup>0</sup> | Zn<sup>2+</sup> || Ag<sup>+</sup> | Ag<sup>0</sup> (+);
- 3) (-) Fe<sup>0</sup> | Fe<sup>2+</sup> || Ag<sup>+</sup> | Ag<sup>0</sup> (+);
- 4) (-) Cu<sup>0</sup> | Cu<sup>2+</sup> || Ag<sup>+</sup> | Ag<sup>0</sup> (+)

**37.** ЭДС гальванического элемента, состоящего из железного и серебряного электродов, погруженных в 0,1М растворы их нитратов, равна:

( $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0) = -0,44 \text{ В}$ ;  $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}^0) = +0,799 \text{ В}$ )

- 1) 1,24 В;
- 2) 1,21 В;
- 3) -1,24 В;
- 4) -1,21 В.

**38.** Для достижения наибольшего значения ЭДС гальванического элемента одним из электродов которого является стандартный цинковый электрод ( $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0) = -0,76 \text{ В}$ ), в качестве второго необходимо использовать стандартный электрод:

- 1) серебряный, ( $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}^0) = +0,80 \text{ В}$ );
- 2) марганцевый, ( $E^0(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^0) = -1,18 \text{ В}$ );
- 3) никелевый, ( $E^0(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^0) = -0,25 \text{ В}$ );
- 4) медный, ( $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0) = +0,34 \text{ В}$ ).

**39.** Установите правильную последовательность возрастания ЭДС гальванических элементов:

- 1) (-) Mg<sup>0</sup> | Mg<sup>2+</sup> || Co<sup>2+</sup> | Co<sup>0</sup> (+);
- 2) (-) Zn<sup>0</sup> | Zn<sup>2+</sup> || Cu<sup>2+</sup> | Cu<sup>0</sup> (+);
- 3) (-) Cu<sup>0</sup> | Cu<sup>2+</sup> || Ag<sup>+</sup> | Ag<sup>0</sup> (+);
- 4) (-) Cd<sup>0</sup> | Cd<sup>2+</sup> || Fe<sup>3+</sup> | Fe<sup>0</sup> (+).

**40.** При работе медно-цинкового гальванического элемента на аноде протекает процесс:

- 1)  $\text{Zn}^0 - 2 e^- = \text{Zn}^{2+}$ ;
- 2)  $\text{Cu}^0 - 2 e^- = \text{Cu}^{2+}$ ;
- 3)  $\text{Zn}^{2+} + 2 e^- = \text{Zn}^0$ ;
- 4)  $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- = \text{Cu}^0$

**41.** Электродный потенциал хромового электрода, погруженного в раствор CrCl<sub>3</sub> с концентрацией 0,01 моль/л, равен (В):

- 1)  $E^p = -0,744 + \frac{0,059}{3} \cdot \lg 0,01$ ;
- 2)  $E^p = -0,913 + \frac{0,059}{2} \cdot \lg 0,01$ ;

$$3) E^p = -0,744 + \frac{0,059}{2} \cdot \lg 0,01;$$

$$4) E^p = -0,913 + \frac{0,059}{3} \cdot \lg 0,01.$$

42. Допустимым пределом эксплуатации свинцового аккумулятора является снижение емкости до:

- |          |          |    |
|----------|----------|----|
| 1) 30 %; | 3) 50 %; | 5) |
| 60 %;    |          |    |
| 2) 70 %; | 4) 90 %; | 6) |
| 100 %    |          |    |

43. Установите соответствие между электродом и процессом, который протекает в свинцовом аккумуляторе

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1) $\text{PbO}_2 + 3\text{H}^+ + \text{HSO}_4^- + 2e^- \leftrightarrow \text{PbSO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$ | А) анод;                            |
| 2) $\text{Pb} + \text{HSO}_4^- \leftrightarrow \text{PbSO}_4^- + \text{H}^+ + 2e^-$                           | Б) реакция с участием электролита;  |
| 3) $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$    | В) катод;                           |
|   | Г) суммарная токообразующая реакция |

44. Недостатки Ni-Cd и Ni-Fe аккумуляторов – это:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1) низкое напряжение;                          | 3) токсичность металлов; |
| 4) не работоспособны при температуре ниже 0 °С | 4) цена                  |

45. Во время зарядки и после заряда аккумулятора выделяются газы. Взрывоопасными являются смеси газов, состоящие из:

- 1)  $\text{H}_2 - \text{N}_2$ ;
- 2)  $\text{CH}_4 - \text{N}_2$ ;
- 3)  $\text{N}_2 - \text{O}_2$ ;
- 4)  $\text{H}_2 - \text{O}_2$ ;
- 5)  $\text{CH}_4 - \text{O}_2$

46. Отрицательным электродом (анодом) в никель-железном аккумуляторе служит:

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1) Fe;                        | 3) Ni;                      |
| 2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ; | 4) $\text{Ni}(\text{OH})_3$ |

47. Отрицательным электродом в никель-кадмиевом аккумуляторе служит:

- 1) Cd;
- 2) Ni;
- 3)  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ;
- 4)  $\text{Ni}(\text{OH})_3$

48. Положительным электродом в никель-железном и никель-кадмиевом аккумуляторах служит

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) Cd;                        | 4) Ni;                        |
| 2) Fe;                        | 5) $\text{Ni}(\text{OH})_3$ ; |
| 3) $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ; | 6) $\text{Fe}(\text{OH})_3$   |

49. Электролит играет роль активного вещества и записывается в суммарной реакции разряда в аккумуляторе:

- 1) свинцовом;
- 2) железо-никелевом;
- 3) цинк-серебряном;

4) литий-ионном;

5) никель-металлогидридном;

**50.** Причиной старения свинцового аккумулятора являются:

1) сульфатация пластин;

2) коррозия пластин и осыпание активной массы;

3) испарение электролита;

4) стратификация электролита;

5) терморазгон

6) эксплуатация при низкой или высокой температуре

**51.** К щелочным аккумуляторам относятся:

1) марганцево-цинковый элемент;

2) железо-никелевый элемент;

3) кадмий-никелевый элемент;

4) цинк-серебряный элемент

**52.** Установите соответствие между процессом в Ni-MH-аккумуляторе и электродом, на котором он протекает:

1) суммарная токообразующая реакция    А)  $1/2\text{H}_2 + \text{NiOOH} \leftrightarrow \text{Ni(OH)}_2$

2) анодный процесс;                            Б)  $1/2\text{H}_2 + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + e^-$

2) катодный процесс;                        В)  $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + e^- \leftrightarrow \text{Ni(OH)}_2 + \text{OH}^-$

**53.** Никель-металлогидридные аккумуляторы уступают никель-кадмиевым, по некоторым эксплуатационным характеристикам:

1) работают в более узком интервале рабочих токов;

2) имеют значительный саморазряд;

3) дешевле аналогичных никель-кадмиевых батарей;

4) содержат токсичные вещества

**54.** Никель-металлогидридный (Ni-MH) аккумулятор обладает рядом преимуществ по сравнению с никель-кадмиевым аккумулятором:

1) имеет высокую мощность;

2) имеет большой ресурс циклов;

3) быстрый заряд MH-электрода;

4) экологически безопасен;

5) имеет широкий температурный диапазон эксплуатации;

6) имеет меньшую стоимость

**55.** Герметизация никель-металлогидридного аккумулятора требует создания условий для осуществления кислородного (при перезаряде) и водородного (при переразряде) циклов, правильного выбора соотношения емкостей отрицательного и положительного электродов. При этом:

1) отрицательный электрод должен иметь более высокую емкость, чем положительный электрод;

2) положительный электрод должен иметь более высокую емкость, чем отрицательный электрод

3) отрицательный электрод должен иметь емкость, равную емкости положительного электрода

**56.** Для увеличения срока службы никель-металлогидридного аккумулятора:

1) проводят диспергирование сплавов;

2) проводят микрокапсулирование частиц сплава;

3) создают защитные пленки, проницаемые для водорода;

4) ограничивают температурный режим эксплуатации

**57.** Основными проблемами Li-ионных аккумуляторов являются:

- 1) небольшая эффективность при отрицательных температурах;
- 2) быстрое старение;
- 3) повышенная взрывоопасность;
- 4) невысокое разрядное напряжение;

**58.** Материалом отрицательного электрода в Li-ионных аккумуляторах является:

- 1) углерод (C);
- 2)  $\text{LiPF}_6$ ;
- 3)  $\text{LiCoO}_2$ ;
- 4)  $\text{LiNiO}_2$ ;
- 5)  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$

**59.** Установите соответствие между элементами групп: названием и составом электрохимической системы

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1) Водоактивируемые ХИТ; | А) магний - хлорид серебра (или меди); |
| 2) Ампульные батареи;    | Б) серебро-цинк;                       |
| 3) Твердые батареи;      | В) литий-дисульфид железа;             |
|                          | Г) цинк-серебро;                       |

**60.** Электролит в Li-ионных аккумуляторах содержит соль

- 1)  $\text{NaCl}$ ;
- 2)  $\text{LiPF}_6$ ;
- 3)  $\text{LiCoO}_2$ ;
- 4)  $\text{LiNiO}_2$ ;
- 5)  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ;

**61.** Электролит хранят в отдельной ампуле для ХИТ:

- 1) резервных ХИТ;
- 2) топливных элементов;
- 3) аккумуляторов;
- 4) для гальванических элементов

**62.** Выберите вещества, которые могут служить электролитом в резервных ХИТ:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1) $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$ ; | 5) $\text{KOH}$ ;           |
| 2) $\text{NaOH}$ ;                                      | 6) $\text{C}_6\text{H}_6$ ; |
| 3) $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;                            | 7) $\text{H}_2\text{O}$ ;   |
| 4) $\text{LiI}$ ;                                       | 8) $\text{MnO}_2$           |

**63.** Водоактивируемые батареи применяют в:

- 1) метеорологической аппаратуре;
- 2) военной технике;
- 3) сотовых телефонах;
- 4) в ноутбуках;
- 5) в автомобилях.

**64.** Морская вода является электролитом в:

- 1) свинцовом аккумуляторе;
- 2) в элементе магний – хлорид меди (I);
- 3) в элементе литий – дисульфид железа;
- 4) в топливном элементе

**65.** Тепловые батареи активируются при быстром разогреве до температур

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1) 100 – 300 °C; | 3) 300 – 400 °C; |
| 2) 400 – 600 °C; | 4) 600 – 800 °C  |

**66.** Продолжительность разряда тепловой батареи составляет:

- 1) от 0,5 с до 5 мин;
- 2) дольше 15 мин;
- 3) от 5 с до 15 мин

**67.** Установите соответствие между электрохимическими характеристиками ампульных серебряно-цинковых батарей и их значениями:

- |                                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| 1) Масса батареи, кг;              | А) от 0,14 до 400; |
| 2) Продолжительность разряда, мин; | Б) от 10 до 45;    |
| 3) Удельная энергия, Вт·ч/кг;      | В) от 11 до 66;    |
| 4) Удельной мощность, Вт/кг;       | Г) от 180 до 250   |

**68.** Катодным активным веществом в тепловых батареях служат твердые окислители:

- |                |                |             |
|----------------|----------------|-------------|
| 1) $WO_3$ ,    | 3) $V_2O_5$ ;  | 5) $LiCl$ ; |
| 2) $CaCrO_4$ ; | 4) $PbCrO_4$ ; | 6) $KCl$    |

**69.** Ряд последовательно-параллельных стадий: заполнение внутреннего объема батареи водой, пропитка сепаратора электролитом, депассивация анода, активация катода, обогащение электролита в межэлектродном зазоре хлорид-ионами называют \_\_\_\_ .

**70.** Ампульные батареи имеют общие характеристики с водоактивируемыми источниками тока, а именно:

- 1) до активации сохраняют электрическую энергию долгое время;
- 2) электродные блоки находятся в сухозаряженном состоянии;
- 3) приводятся в рабочее состояние заполнением элементов электролитом;
- 4) электролитом является морская вода;
- 5) залитом состоянии имеют ограниченный срок службы

**71.** Водоактивируемые источники тока можно эксплуатировать при температуре окружающей атмосферы:

- 1) до  $0\text{ }^{\circ}C$ ;
- 2) до  $-25\text{ }^{\circ}C$ ;
- 3) до  $-55\text{ }^{\circ}C$

**72.** Ионисторы применяются для основного и резервного питания в

- 1) фотоаппаратах;
- 2) фонарях;
- 3) автоматических коммунальных счетчиках;
- 4) на транспорте;
- 5) компьютерах

**73.** Достоинствами гибридных полимерных конденсаторов являются:

- 1) компактные размеры;
- 2) высокая надежность;
- 3) низкое последовательное сопротивление;
- 4) высокий уровень безопасности;
- 5) не чувствительны к перенапряжениям

**74.** Дополните предложение. Литий-ионные суперконденсаторы являются гибридом двойнослойного конденсатора и \_\_\_\_ .

**75.** Электрохимическими характеристиками двойнослойных конденсаторов являются:

- 1) мощность,
- 2) разряжаются большими токами в короткие интервалы времени;
- 3) небольшая энергоемкость,
- 4) обладают большей энергоемкостью, чем аккумуляторы

**76.** При изготовлении литий-ионного суперконденсатора используют пары активных материалов электродов:

- 1)  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  – углеродный материал с развитой поверхностью;
- 2) графит – углеродный материал с развитой поверхностью;
- 3) ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  + углерод с развитой поверхностью) –  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ;
- 4)  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  –  $\text{NiO}$ ,  $\text{PbO}_2$

**77.** Дополните предложение. При заряде ДСК положительно заряженные ионы лития интеркалируют – \_\_\_\_\_ в структуру графита и \_\_\_\_\_ из катодного материала – деинтеркалируют.

**78.** Полимерные конденсаторы обладают достоинствами:

- 1) компактные размеры;
- 2) низкое сопротивление ESR;
- 3) способность выдерживать значительные импульсные токи;
- 4) продолжительный срок службы;
- 5) не высокая стоимость компонентов

**79.** Полимерные и гибридные конденсаторы для промышленных приложений:

- 1) имеют короткий срок службы;
- 2) обладают способностью выдерживать значительные импульсные токи;
- 3) можно эксплуатироваться при низких и повышенных температурах;
- 4) имеют высокие рабочие напряжения и высокую удельную емкость.

**80.** Срок службы полимерных конденсаторов с рулонной конструкцией выше потому, что они:

- 1) не имеют жидкий электролит;
- 2) не чувствительны к перенапряжениям;
- 3) содержат жидкий электролит;
- 4) содержат кислород.

**81.** Дополните предложение. В полимерные гибридных алюминиевых конденсаторах используют комбинацию алюминия в качестве катода и электролита в виде \_\_\_\_\_ . .

**82.** ЭДС медного концентрационного гальванического элемента будет иметь наибольшее значение, если один из электродов стандартный, а другой погружен в раствор, концентрация ионов меди в котором составляет \_\_\_\_\_ моль/л.

**83.** В цинково-кадмиевом гальваническом элементе в качестве анода в стандартных условиях выступает \_\_\_\_\_ электрод.

**84.** Дополните предложение Численное значение постоянной Фарадея равно \_\_\_\_\_ (А/ч):

**85.** Дополните предложение. \_\_\_\_\_ - это электрод на котором протекает процесс окисления.

**86.** Дополните предложение. В свинцовом кислотном аккумуляторе электролитом является раствор \_\_\_\_\_ .

**87.** Дополните предложение. Анодным материалом с максимальной емкостью является \_\_\_\_\_ .

**88.** Дополните предложение. В литий-ионных аккумуляторах электролит неводный потому, что литий \_\_\_\_\_ с водой.

**89.** Дополните предложение. В Ni-Fe аккумуляторе катодом служит \_\_\_\_\_ электрод.

**90.** Дополните предложение. В Ni-Cd аккумуляторе катодом служит \_\_\_\_\_ электрод.

**91.** Дополните предложение. В никель-водородном аккумуляторе катодом служит \_\_\_\_\_ электрод.

**92.** Дополните предложение. Неполное восстановление материала анода в свинцовом аккумуляторе при зарядке приводит к явлению, которое называется \_\_\_\_\_ .

**93.** Дополните предложение. Термический разгон – это \_\_\_\_\_ .

94. Дополните предложение Первый закон Фарадея устанавливает связь между \_\_\_\_ и количеством электричества, прошедшего через систему.
95. Дополните предложение. Гальванический элемент с одинаковыми электродами и разными концентрациями солей называется \_\_\_\_.
96. Дополните предложение. В свинцовом кислотном аккумуляторе при разряде на электродах образуется \_\_\_\_.
97. Дополните предложение. Аккумулятор при разряде работает как \_\_\_\_.
98. Дополните предложение. Аккумулятор при заряде работает как \_\_\_\_.
99. Дополните предложение. Электролиз с участием молекул электролита в свинцовом аккумуляторе протекает при \_\_\_\_.
100. Дополните предложение. В щелочных аккумуляторах электролит \_\_\_\_ в электрохимических реакциях.
101. Дополните предложение. Электролит играет роль активного вещества и записывается в суммарной реакции разряда в \_\_\_\_ аккумуляторе.
102. Дополните предложение. Морская вода является электролитом в \_\_\_\_ химических источниках тока.
103. Дополните предложение. Обратимая потеря емкости, имеющая место в щелочных аккумуляторах при нарушении рекомендованного режима зарядки, в частности, при подзарядке не полностью разрядившегося аккумулятора, называется \_\_\_\_.
104. Дополните предложение. Гальванические элементы и топливные элементы называются \_\_\_\_ элементами или элементами одноразового действия, поскольку в них не происходит регенерация (обновление) веществ, образовавшихся в процессе разряда.
105. Дополните предложение. В электрохимических \_\_\_\_ в результате перезарядки возможна регенерация входящих в их состав реагентов.
106. Дополните предложение. Активная \_\_\_\_ – это смесь химических веществ, обеспечивающих протекание токообразующих реакций. Ее компонентами являются активное вещество и добавки, улучшающие работоспособность электрода.
107. Дополните предложение Активное \_\_\_\_ – это реагент, который непосредственно участвует в электрохимической реакции.
108. Дополните предложение. Для придания электроду механической прочности применяют \_\_\_\_ добавки.
109. Дополните предложение. Для предотвращения прямого контакта разноименных электродов во избежание короткого замыкания между ними помещают \_\_\_\_.
110. Дополните предложение. В литий-ионных аккумуляторах в качестве отрицательного электрода используются материалы, способные при зарядке \_\_\_\_ атомы лития, например, частично графитизированные углеродные материалы, включающие карбеновые кольца.

### **Для промежуточной аттестации:**

#### **Проверяемые компетенции:**

ПК-2.1 Собирает, анализирует и систематизирует научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики с использованием цифровых технологий и интернет-ресурсов.

ПК-2.2 Проводит технические расчеты по проектам и оценку эффективности проектных решений для обоснования выбора химических источников тока с использованием цифровых.

ПК-4.2 Участвует в практической реализации результатов опытно-конструкторских

работ в области разработки и внедрения химических источников тока, электрохимических энергетических установок и водородных накопителей.

### *Перечень экзаменационных вопросов*

1. Материалы в химических источниках тока (ХИТ). Реагенты. Электроды. Конструкционные материалы. Вспомогательные материалы. Активные материалы. Требования к активным материалам.

2. Конструкции химических источников тока (ХИТ). Параметры и характеристики ХИТ. Режимы заряда.

3. Методы исследования ХИТ и материалов. Физико-химические исследования материалов ХИТ. Электрохимические исследования материалов ХИТ. Электрохимические исследования ХИТ.

4. Гальванические элементы, аккумуляторы

5. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с солевым или щелочным электролитом.

6. Ртутно-цинковые и серебряно-цинковые элементы: электрохимическая система, токообразующая реакция. Конструкция ХИТ. Разрядная кривая ХИТ. Характеристики ХИТ (напряжение, емкость), применения ХИТ.

7. Свинцовые (кислотные) аккумуляторы. Общие сведения. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Сепараторы. Технология изготовления.

8. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Сепараторы. Технология изготовления. Токообразующие реакции. Электроды. Конструкция аккумуляторов. Характеристики аккумуляторов. Аварийные ситуации при эксплуатации

9. Никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Сепараторы. Технология изготовления. Токообразующие реакции. Электроды. Конструкция аккумуляторов. Характеристики аккумуляторов. Аварийные ситуации при эксплуатации

10. Оксидно-никелевые электроды.

11. Первичные литиевые источник и тока. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Токообразующие реакции.

12. Литиевые аккумуляторы. Литий-ионные аккумуляторы. Полимерные электролиты для ХИТ. Характеристики литиевых аккумуляторов. Принцип работы. Материалы положительного электрода. Проблемы отрицательного электрода (дендритообразование). Интеркаляция лития в материал положительного электрода. Материалы для отрицательных электродов.

13. Классификация резервных ХИТ. Электрические системы. Катодные материалы. Способы активации ХИТ.

14. Электрохимические конденсаторы. Суперконденсаторы с неводными электролитами. Классификация конденсаторов. Электролитические конденсаторы, конструкция. Двойнослойные конденсаторы, конструкция и характеристики. Суперконденсаторы на основе псевдоемкости. 15. Гибридные конденсаторы: конструкция, характеристики и применение. Электродный материал суперконденсатора.

## Примеры экзаменационных билетов

### Билет № 1

Вопрос 1. Аккумуляторы и их характеристики: емкость, мощность, энергия, КПД. Разрядные и зарядные кривые.

Вопрос 2. При температуре 298 К для гальванического элемента



напишите электродные и токообразующую реакции. Пользуясь справочными данными, для 25 °С рассчитайте ЭДС и максимальную работу гальванического элемента.

### Билет № 2

Вопрос 1. Гальванические элементы. Характеристики ГЭ: ЭДС, напряжение, мощность, емкость, энергия. Ртутно-цинковые и серебряно-цинковые элементы.

Вопрос 2. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества, энергии, удельной энергии на единицу массы (Fe и NiOOH), которые можно получить в никель-железном аккумуляторе, работающем при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К, если ЭДС его составляет 1,48 В исходная масса железного электрода – 55,85 г, а масса NiOOH эквивалентна массе железного электрода.

### Билет № 3

Вопрос 1. Никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы: характеристики, конструкция, особенности эксплуатации.

Вопрос 2. Рассчитайте ЭДС свинцового аккумулятора при 298 К и активностях ионов  $a(\text{H}^+) = 4$  моль/л,  $a(\text{SO}_4^{2-}) = 2$  моль/л, активности воды  $a(\text{H}_2\text{O}) = 1$  моль/л.  $E^0(\text{Pb}/\text{PbSO}_4) = -0,36$  В.

### Билет № 4

Вопрос 1. Электрохимические аккумуляторы: общие сведения, положительный и отрицательный электрод; электролит. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы.

Вопрос 2. Для питания аппаратуры используется сухой марганцево-цинковый элемент:



Рассчитайте минимальную массу цинкового анода для получения 3 Вт·ч энергии при ЭДС элемента 1,5 В. Составьте уравнение анодной реакции.

### Билет № 5

Вопрос 1. Электрохимические аккумуляторы: общие сведения, положительный и отрицательный электрод; электролит. Свинцовые (кислотные) аккумуляторы.

Вопрос 2. Рассчитайте ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента при 298 К и активности ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$ , равных соответственно 0,1 и 0,01 моль/л. Определите теоретически возможное количество электричества, энергии и удельные энергии, которые можно получить в элементе с исходной массой кадмия, равной 11,2 г и эквивалентной массой ионов меди (II).

### Билет № 6

Вопрос 1. Гальванические элементы. Характеристики ГЭ. Ампульные батареи.

Вопрос 2. Рассчитайте силу тока, протекающего через никелевый электрод, площадью  $1 \text{ м}^2$ , при выделении водорода из щелочного раствора с электрохимической поляризацией, равной  $0,45 \text{ В}$ .

#### Билет № 7

Вопрос 1. Водоактивируемые батареи: устройство и характеристики

Вопрос 2. Для аккумуляторной батареи автомобиля требуется  $37 \%$  серная кислота. В распоряжении автолюбителя имеется серная кислота с плотностью  $1,498 \text{ г/мл}$ . Массовая доля кислоты в этом растворе не известна. Рассчитайте объем серной кислоты, который нужно взять автолюбителю для приготовления  $1 \text{ л}$  аккумуляторной серной кислоты, если плотность  $94 \%$  кислоты составляет  $1,831 \text{ г/мл}$ , а зависимость между плотностью кислоты и ее концентрацией приблизительно описывается уравнением:

$$\rho = a + b\omega,$$

где  $\omega$  – массовая доля кислоты,  $a$  и  $b$  – некоторые коэффициенты.

#### Билет № 8

Вопрос 1. Резервные, или активируемые, химические источники тока: их классификация.

Вопрос 2. Рассчитайте расход активных веществ при работе свинцового аккумулятора на получение  $1 \text{ А} \cdot \text{ч}$  электричества.

#### Билет № 9

Вопрос 1. Гальванические элементы. Характеристики ГЭ. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с соевым или щелочным электролитом.

Вопрос 2. . Определите, как изменится ЭДС при работе гальванического элемента  $\text{А} (-) \text{ Al}^0/\text{Al}^{3+} | (0,0001 \text{ н.}) \text{ HCl} || \text{H}^+/\text{H}_2, \text{Pt} (+) \text{ К}$ , если в процессе работы концентрация ионов  $\text{Al}^{3+}$  меняется от  $0,003$  до  $0,1$  моль/л. Перенапряжение водорода на платине равно  $0,09 \text{ В}$ . Чему равна концентрационная поляризация анода?

#### Билет № 10

Вопрос 1. Электрохимические аккумуляторы: характеристики аккумуляторов. Аварийные ситуации при эксплуатации. Заряд аккумуляторных батарей.

Вопрос 2. Рассчитайте удельный расход активных веществ при работе марганцово-цинкового гальванического элемента.

#### Билет № 11

Вопрос 1. Методы исследования ХИТ и материалов. Проводниковые материалы

Вопрос 2. Рассчитайте ЭДС гальванической цепи



Степени электролитической диссоциации электролитов соответственно равны:  $\alpha(\text{FeSO}_4) = 0,6$ ;  $\alpha(\text{NaOH}) = 1$ .

#### Билет № 12

Вопрос 1. Конструкции и классификации ХИТ. Электроды ХИТ и токоведущий каркас электродов.

Вопрос 2. Электродвижущая сила медно-цинкового элемента с одинаковыми концентрациями ионов меди и цинка при  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $1,1 \text{ В}$ . Рассчитайте

ЭДС элемента, если концентрация  $\text{Cu}^{2+}$  равна 0,0005 моль/л, а  $\text{Zn}^{2+}$  – 0,5 моль/л. Диффузионным потенциалом пренебречь.

#### Билет № 13

Вопрос 1. Электролиты в ХИТ: водные, неводные, расплавленные соли, твердофазные и матричные.

Вопрос 2. Рассчитайте ЭДС и изменение энергии Гиббса для гальванического элемента, образованного магнием и цинком, погруженными в растворы их солей с концентрациями их ионов  $c(\text{Mg}^{2+}) = 1,8 \cdot 10^{-3}$  моль/л и  $c(\text{Zn}^{2+}) = 2,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Сравните с ЭДС гальванического элемента, образованного стандартными электродами тех же металлов.

#### Билет № 14

Вопрос 1. Материалы в химических источниках тока. Электроды ХИТ: активная масса, активное вещество, добавки в активную массу, токоведущий каркас.

Вопрос 2. Рассчитайте ЭДС свинцового аккумулятора, в качестве электролита, в котором используется раствор серной кислоты с активностью ионов  $\text{H}^+$ , равной 6 моль/л, активностью ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  – 3 моль/л и активностью воды – 0,72 моль/л.

#### Билет № 15

Вопрос 1. Типы ХИТ: первичные и вторичные ХИТ. Топливные элементы. Электродные реакции в ХИТ. Электрохимические системы

Вопрос 2. Рассчитайте максимальное время работы элемента



разряжающегося непрерывным током 0,5 А, если в элементе заложено 6,5 г цинка, которые полностью расходуются. Составьте токообразующую реакцию и рассчитайте стандартную ЭДС этого элемента при температуре 298 К, используя термодинамические величины.

#### *Примерные темы курсовых проектов*

1. Электрохимические характеристики коммерческих источников тока цинк-диоксидмарганцевой системы

2. Электрохимические характеристики никель-кадмиевого щелочного аккумулятора  $\text{Cd} | \text{KOH} | \text{NiOOH}$

3. Электрохимические характеристики никель-железного щелочного аккумулятора  $\text{Fe} | \text{KOH} | \text{NiOOH}$

4. Электрохимические характеристики источников тока серебряно-цинковой системы  $\text{Zn} | \text{KOH} | \text{AgO} (\text{Ag}_2\text{O})$

5. Электрохимические характеристики коммерческих источников тока никель-металлгидридной (Ni-MH) системы

6. Электрохимические характеристики системы с жидким катодом-электролитом  $\text{Li} | \text{LiBr} | \text{SO}_2$

7. Электрохимические характеристики литиевых систем с твердым катодом:  $\text{Li} | \text{MnO}_2$

8. Электрохимические характеристики литиевых систем с твердым катодом:  $\text{Li} | \text{CuO}$

9. Сравнительный анализ электрохимических и эксплуатационных характеристик коммерческих источников тока с водным электролитом
10. Высокотемпературные термически активируемые источники тока
11. Резервные химические источники тока
12. Никель-водородные аккумуляторы
13. Электрохимические и эксплуатационные характеристики литий полимерных аккумуляторов
14. Первичные литиевые источники тока
15. Конструкции и материалы ХИТ
16. Электрохимические и эксплуатационные характеристики литий полимерных аккумуляторов
17. Перспективы применения химических источников тока
18. Металло-воздушные аккумуляторы
19. Сравнительный анализ электрохимических и эксплуатационных характеристик коммерческих источников тока с водным электролитом
20. Методы исследования электрохимических и эксплуатационных характеристик ХИТ
21. Инициативная тема