



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИАТЭ

\_\_\_\_\_ С.О.Гапоненко  
« 18 » 03 \_\_\_\_\_ 2025 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические автономные энергоустановки и накопители

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность  
(профиль) Автономная распределенная энергетика

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2025

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АРЭ	доцент, к.х.н.	Гибадуллина Х.В.
АРЭ	Зав.каф., д.т.н., доцент	Филимонова А.А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	АРЭ	07.03.2025	Протокол № 11	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Филимонова А.А.
Согласована	АРЭ	07.03.2025	Протокол № 11	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Филимонова А.А.
Согласована	Учебно-методический совет ИАТЭ	18.03.2025	Протокол №2	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИАТЭ	18.03.2025	Протокол №2	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

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

Целью освоения дисциплины «Электрохимические автономные энергоустановки и накопители» является формирование знаний в области автономной распределенной энергетики.

Задачи дисциплины:

-познакомить обучающихся с основными видами электрохимических энергоустановок и накопителей энергии для непосредственного электроснабжения и резервного питания промышленных предприятий, населенных пунктов, наземного, водного и воздушного транспорта, приборов и портативных устройств различного назначения;

- формирование компетенций, позволяющих выпускникам разрабатывать, модернизировать и эксплуатировать электрохимические автономные энергоустановки и накопители.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен к организации технического и материального обеспечения по эксплуатации автономных энергетических систем и ее компонентов	ПК-2.1 Обосновывает технические и материальные потребности при эксплуатации объектов автономной и распределенной энергетики
ПК-3 Способен к обеспечению технологической, производственной эксплуатации автономных энергетических систем и малых ядерных энергетических установок	ПК-3.1 Соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации малых атомных реакторов и объектов автономной энергетики
ПК-4 Способен к организации технического и материального обеспечения мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их компонентов	ПК-4.3 Выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

- Процессы и технологии распределенной генерации;
- Технологические энергоносители предприятий;
- Физика;
- Химия.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

- Интеллектуальная распределенная энергетика;
- Резервные системы автономного энергоснабжения предприятий
- Производственная практика (преддипломная).

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>252</b>
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>128</b>
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции	0,94	34	34
Практические (семинарские) занятия	0,95	34	34
Лабораторные работы	-	-	-
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>		<b>184</b>	<b>184</b>
Проработка учебного материала	5,11	148	148
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-		
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

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

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекц ии	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1.	67	11	-	11	45	ТК1	ПК-2.1 3 ПК-3.1. 3 ПК-4.3 3

Раздел 2.	67	11	-	11	45	ТК2	ПК-2.1 У ПК-3.1 У ПК-4.3 У
Раздел 3.	82	12	-	12	58	ТК3	ПК-2.1 В ПК-3.1 В ПК-4.3 В
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-2.1 В ПК-3.1 В ПК-4.3 В
<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>184</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Электрохимическая генерация энергии

Электрохимические процессы и системы. Количественные соотношения электрохимических процессов. Вольт-амперные и поляризационные характеристики. Термодинамика электрохимических элементов и ячеек. Электрохимическая кинетика. Электродокатализаторы. Ионные проводники и их электрическая проводимость.

Химические источники тока (ХИТ): классификация; параметры и характеристики ХИТ. Режимы заряда. Типоразмеры ХИТ. Герметизация ХИТ. Электрохимические аккумуляторы: кислотные, щелочные, ионные, полимерные. Особенности конструкции батарей. Резервные ХИТ, конденсаторы.

#### Раздел 2. Электрохимическое аккумулирование энергии

Системы накопления электроэнергии: электрические накопители энергии; механические системы накопителей; химические и электрохимические накопители; термохимические накопители энергии.

Аккумулирование энергии возобновляемых источников и биотоплива.

#### Раздел 3. Топливные элементы и автономные энергоустановки

Принципиальная схема водородной энергетики. Топливные элементы (ТЭ): общие сведения, классификация и принцип работы, КПД ТЭ. Параметры и характеристики ТЭ. Способы хранения и транспорта водорода.

Стационарные электрохимические энергоустановки (ЭЭУ) и электростанции. Транспортные электрохимические энергоустановки.

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Электрохимические процессы и системы. Количественные соотношения электрохимических процессов. Электролиз. Законы Фарадея.

2. Основные характеристики электрохимических систем: мощность, энергия, емкость, ЭДС, напряжение. Ионные проводники и их электрическая проводимость.

3. Термодинамика электрохимических элементов и ячеек. Кинетика электродных реакций. Электродокатализаторы.

4. Химические источники тока (ХИТ): классификация; электрохимические и эксплуатационные характеристики ХИТ.

5. Параметры и характеристики первичных элементов.
6. Электрохимические аккумуляторы. Общие сведения. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Технология изготовления. Свинцовые (кислотные) аккумуляторы.
7. Щелочные аккумуляторы: никель-кадмиевые и никель-железные; никель-водородные и никель-металлгидридные. Оксидно-никелевые электроды.
8. Литиевые источники тока. Литий-ионные аккумуляторы. Полимерные электролиты для ЛИТ. Характеристики литиевых аккумуляторов. Принцип работы.
9. Системы накопления энергии: область применения, функции, основные понятия.
10. Электрические накопители энергии и механические системы накопителей.
11. Химические, термохимические и электрохимические накопители. Проточные аккумуляторные батареи.
12. Оценка эффективности использования накопителей энергии
13. Топливные элементы (ТЭ): общие сведения, классификация и принцип работы, КПД ТЭ.
14. Параметры и характеристики электрохимических генераторов (ЭХГ). Батареи ТЭ. Системы подготовки топлива и окислителя для ЭХГ.
15. Способы получения, хранения и транспорта водорода.
16. Стационарные электрохимические энергоустановки и электростанции. Транспортные электрохимические энергоустановки.
17. Гибридные ЭЭУ и электростанции. Перспективы развития и применения ЭЭУ.

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### **3.6. Курсовой проект /курсовая работа**

Тематика курсовых проектов:

1. Расчет свинцового-кислотного аккумулятора для автономного энергокомплекса.
2. Расчет никель-металлогидридного аккумулятора для автономного энергокомплекса.
3. Расчет литий-ионного аккумулятора для автономного энергокомплекса
4. Расчет никель-железного аккумулятора для автономного энергокомплекса.
5. Расчет никель-кадмиевого аккумулятора для автономного энергокомплекса.
6. Расчета блока кислотных аккумуляторных батарей.
7. Расчета блока щелочных аккумуляторных батарей.

8. Расчета блока литий-ионных аккумуляторных батарей.
9. Расчет системы накопления энергии малой мощности до 5 кВт на дизельном генераторе с буферным блоком свинцово-кислотных аккумуляторов.
10. Расчет системы накопления энергии малой мощности до 5 кВт на дизельном генераторе с буферным блоком щелочных аккумуляторов.
11. Расчет системы накопления энергии малой мощности до 5 кВт на дизельном генераторе с буферным блоком литий-ионных аккумуляторов.
12. Пректирование электрохимической энергоустановки на основе ТОТЭ на 1 кВт для электроснабжения автоматической метеостанции.
13. Расчет экономической эффективности ЭЭУ на основе ЩТЭ для электроснабжения фермерского хозяйства, площадь помещений 2000 м<sup>2</sup>.
14. Расчет экономической эффективности ЭЭУ на основе ТОТЭ для электроснабжения частного дома, площадь помещения 200 м<sup>2</sup>.
15. Расчет экономической эффективности ЭЭУ на основе ТПТЭ для электроснабжения фермерского хозяйства, площадь помещений 10000 м<sup>2</sup>.
16. Расчет экономической эффективности ЭЭУ на основе ФКТЭ для электроснабжения частного дома, площадь помещения 250 м<sup>2</sup>.
17. Пректирование электрохимической энергоустановки на основе ТПТЭ на 1 кВт для электроснабжения автоматической метеостанции.
18. Пректирование электрохимической энергоустановки на основе ТОТЭ на 5 кВт для электроснабжения изолированной автоматической станции измерения.
19. Пректирование электрохимической энергоустановки на основе ТПТЭ на 5 кВт для электроснабжения ретрансляционной телевизионной станции.
20. Пректирование электрохимической энергоустановки на основе ТОТЭ на 1 кВт для электроснабжения сигнальных устройств (маяка).

#### 4. Оценивание результатов обучения

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

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
зачтено						не зачтено

ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, не допускает ошибок	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает множество мелких ошибок	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики	Демонстрирует умение обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, не допускает ошибок	Демонстрирует умение обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач обосновывает технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает грубые ошибки
владеть:						
Владеет навыками обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и распределенной энергетики	Продемонстрированы навыки владения навыками для обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и распределенной энергетики, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и распределенной энергетики, может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минимальный набор навыков, необходимых для обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и	Не продемонстрированы базовые навыки, необходимые для обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной		

					распределенной энергетики, допускает множество мелких ошибок	и распределенной энергетики, допускает грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.1	знать:				
		Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает несколько не грубых ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, может допустить несколько не грубых ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики	Демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает ошибок	Демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает грубые ошибки
владеть:						
Владеет правилами технологической и производственной дисциплины при	Продемонстрированы навыки владения правилами технологической и производственной дисциплины	Продемонстрированы навыки владения правилами технологической и производственной дисциплины	Имеет минимальный набор навыков владения правилами технологической и производственной дисциплины	Не продемонстрированы базовые навыки владения правилами технологической и		

		эксплуатации объектов автономной энергетики	при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает ошибок	дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, может допустить несколько не грубых ошибок	енной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	производственной дисциплины, опускает грубые ошибки
ПК-4	ПК-4.3	знать:				
		Знает параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок	Знает параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, не допускает ошибок	Знает , может допустить несколько не грубых ошибок	Знает , допускает множество мелких ошибок	Знает , допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Умеет определять параметры и характеристик реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок	Демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, не допускает ошибок	Демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, допускает грубые ошибки

		владеть:			
	Владеет навыками определения параметров и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки определения параметров и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки определения параметров и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями, может допустить несколько негрубых ошибок	Имеет минимальный набор навыков определения параметров и характеристик химических реакторов, топливных элементов, энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями, допускает множество мелких ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки определения параметров и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями, допускает грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля 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 разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система.–URL: <https://e.lanbook.com/book/168758>

2. Современные химические источники тока: учебное пособие / Козадеров, О. А. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 132 с. – Текст : электронный

// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212777>

3. Химические источники тока: учебное пособие / В. Я. Соловьева. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191017>

4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / составитель И. Ю. Чуенкова. – Ставрополь : СКФУ, 2015. – 148 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/155133>

#### 5.1.2.Дополнительная литература

1. Электротехнический справочник : в 4 томах / под общ. ред.: В. Г. Герасимова [и др.]. - 10-е изд., стер. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента". - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html>

2. Химические источники тока: справочник / под ред. Н. В. Коровина, А. М. Скундина . – Москва : МЭИ, 2003. - 740 с.

3. Электромеханические преобразователи энергии : учебное пособие / А. П. Епифанов. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 208 с. Текст : электронный // - URL: <https://e.lanbook.com/book/167714>

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронная библиотечная система КГЭУ "ИРБИС64" (<http://lib.kgeu.ru/>).

2. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)

3. ЭУК размещенный в LMS Moodle 2

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Международная реферативная база данных ([http:// link.springer.com](http://link.springer.com)).

2. Научная электронная библиотека "eLIBRARY.RU" (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).

3. Российская государственная библиотека (<http://www.rsl.ru>)

4. Энциклопедии, словари, справочники (URL: <http://www.rubricon.com> ).

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

1. Windows 7 Профессиональная (Pro)

2. Браузер Chrome

3. Adobe Acrobat

4. LMS Moodle 2

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта В-525	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## 7. 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.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа

милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

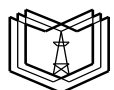
- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*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**

**Электрохимические автономные энергоустановки и накопители**

---

г. Казань, 2025

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

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

## 1. Технологическая карта

Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1.</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
КНР		10							
Сбс		5							
<b>Раздел 2.</b>	<b>ТК2</b>			<b>20</b>	<b>0-20</b>			<b>20-30</b>	<b>20-30</b>
КНР				10					
Сбс				10					
<b>Раздел 3.</b>	<b>ТК3</b>					<b>20</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>	<b>20-40</b>
КНР						10			
Сбс						10			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен, КП)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54

			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, не допускает ошибок	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает множество мелких ошибок	Знает материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики	Демонстрирует умение обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, не допускает ошибок	Демонстрирует умение обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение обосновывать технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач обосновывает технические и материальные потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Владеет навыками обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и распределенной энергетики	Продемонстрированы навыки владения навыками для обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и распределенной	Продемонстрированы навыки обоснования технических и материальных потребностей объектов автономной и распределенной энергетики, может	Имеет минимальный набор навыков, необходимых для обоснования технических и материальных	Не продемонстрированы базовые навыки, необходимые для обоснования технических и

			энергетики, не допускает ошибок	допустить несколько не грубых ошибок	ых потребности объектов автономной и распределенной энергетики, допускает множество мелких ошибок	материальных потребностей объектов автономной и распределенной энергетики, допускает грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.1	знать:				
		Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, может допустить несколько не грубых ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	Знает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики	Демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает ошибок	Демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение соблюдать правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Владеет правилами	Продемонстрированы навыки владения	Продемонстрированы навыки	Имеет минимальный набор	Не продемонстрированы

		технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики	правилами технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, не допускает ошибок	владения правилами технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, может допустить несколько негрубых ошибок	навыков владения правилами технологической и производственной дисциплины при эксплуатации объектов автономной энергетики, допускает множество мелких ошибок	базовые навыки владения правилами технологической и производственной дисциплины, опускает грубые ошибки
ПК-4	ПК-4.3	знать:				
		Знает параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок	Знает параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, не допускает ошибок	Знает , может допустить несколько негрубых ошибок	Знает , допускает множество мелких ошибок	Знает , допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Умеет определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок	Демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, не допускает ошибок	Демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, может допустить несколько негрубых ошибок	В целом демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение определять параметры и характеристики химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок

						Новок, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Владеет навыками определения парамов и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимичес ких энергоустаново к, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленным и полномочиями	Продемонстри рованы навыки определения парамов и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимичес ких энергоустаново к, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленным и полномочиями, не допускает ошибок	Продемонстри рованы навыки определения парамов и характеристик химических реакторов, топливных элементов, электрохимичес ких энергоустаново к, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленны ми полномочиями , может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минимальны й набор навыков определения парамов и характерист ик химических реакторов, топливных элементов, электрохими ческих энергоустан овок, установок водородной энергетики и их элементов в соответстви и с установленн ыми полномочия ми, допускает множество мелких ошибок	Не продемонст рированы базовые навыки определени я парамов и характерис тик химически х реакторов, топливных элементов, электрохим ических энергоуста новок, установок водородной энергетики и их элементов в соответств ии с установлен ными полномочи ями, допускает грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; оформление и представление отчетов по лабораторным работам; полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; оформление и представление отчетов по лабораторным работам; ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий; оформление и представление отчетов по лабораторным работам.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за слабое и неполное выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий; отсутствие отчетов по лабораторным работам.

### 3. 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	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	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 проектов
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины

### 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. Обосновывает технические и материальные потребности при эксплуатации объектов автономной и распределенной энергетики;

ПК-3.1. Соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации малых атомных реакторов и объектов автономной энергетики;

ПК-4.3. Выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями.

### **Вопросы для собеседования ТК 1**

1. Почему возникает необходимость создания накопителей энергии? Что такое КПД электростанций?

2. Какие электростанции оборудуются накопителями энергии в проекте их строительства?

3. Назовите элементы системы накопления энергии?

4. На какие виды классифицируют существующие системы накопления энергии по типу аккумуляторного элемента?

5. Какие электрические накопители используются для хранения энергии?

6. Что такое емкость конденсатора? В каких единицах измеряется?

7. Какие факторы определяют емкость конденсатора?

8. Опишите процессы, происходящие при заряде и разряде конденсатора.

9. В чем отличие плоских конденсаторов от цилиндрических?

10. Назовите диэлектрики, применяемые в конденсаторах. На какие типы подразделяются конденсаторы по типу используемого диэлектрика?

11. Что такое рабочее и пробивное напряжение конденсатора?

12. Назовите правила эксплуатации электролитического конденсатора?

13. Что представляют собой конденсаторы переменной емкости и где они применяются?

14. Опишите структуру и принцип хранения энергии в суперконденсаторах.

15. Назовите преимущества, а также области применения суперконденсаторов. В чем отличие суперконденсаторов от электролитических конденсаторов?

16. Какие показатели эффективности эксплуатации суперконденсаторов повышают если соединяют их в батареи параллельно или последовательно?

17. Чему равна максимальная емкость отдельного суперконденсатора?

18. Из каких компонентов состоит сверхпроводниковый магнитный накопитель SMES?

19. В чем заключается явление сверхпроводимости?

20. Как проникает магнитное поле в сверхпроводники?

21. В чем заключается принцип работы SMES?

22. Какие технические проблемы лежат на пути широкого внедрения систем SMES?
23. Какие возможны энергонакопители на сверхпроводимости?
24. Что такое гидроаккумулирующий накопитель?
25. В какой форме накапливается энергия в гидроаккумулирующем накопителе?
26. Для чего используются насосные гидроаккумуляторы?
27. Каким образом осуществляется сжатие воздуха в пневматических накопителях энергии?
28. Чем отличаются адиабатические от диабатических накопителей энергии?
29. В чем заключается изотермический подход хранения воздуха в пневматических накопителях энергии?
30. На каком принципе основано накопление энергии в супермаховике?
31. Какие особенности имеют маховичные системы хранения энергии?
32. В чем принцип работы аккумуляторных батарей?
33. Какие электрохимические накопители энергии используются?
34. Какие виды топлива могут быть получены с помощью солнечной энергии?
35. Каким способом производится солнечный водород?
36. Что такое солнечная химическая тепловая трубка?
37. Чем отличаются химические накопители энергии от электрохимических?
38. По какому признаку классифицируются тепловые накопители энергии?
39. В чем заключается аккумулирование тепловой энергии в подземных водоносных пластах?
40. В чем суть тепловых накопителей энергии?
41. В каких случаях теплонакопители будут эффективнее всего?
42. Какие преимущества дает использование теплонакопителя?
43. Что такое высокотемпературные ТЭС?
44. В чем принцип работы теплонакопителя?
45. Как происходит накопление тепла в бетоне?
46. Что такое эффективность цикла ( $\eta$ )?
47. Какие технологии хранения энергии являются очень высокоэффективными, высокоэффективными и низко эффективными?
48. Что такое плотность мощности?
49. Что такое циклический срок службы систем накопления? Какие системы накопления имеют самый длительный срок службы?

50. Назовите основные характеристики эффективности различных типов накопителей энергии.

### **ТК1**

#### **КНТР 1**

##### **Билет 1**

1. При электролизе раствора хлорида двухвалентного металла на аноде выделилось 560 мл газа (условия нормальные), а на катоде за это же время выделилось 1,6 г металла. Какой это металл? Напишите схему электролиза раствора соли.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин железа и свинца.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

##### **Билет 2**

1. При электролизе водного раствора  $\text{SnCl}_2$  на аноде выделилось 4,43 литра  $\text{Cl}_2$  (условия нормальные). Какое вещество и в каком количестве выделилось на катоде? Напишите схему электролиза.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин цинка и свинца.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

##### **Билет 3**

1. При электролизе водного раствора  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  током силой 2 А масса катода увеличилась на 8 г. В течение какого времени проводили электролиз? Напишите схему процесса электролиза.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин меди и серебра.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

##### **Билет 4**

1. При электролизе водного раствора сульфата меди (II) на катоде получили медь массой 128 г, выход которого составил 85 %. Какой объём кислорода выделится при этом на аноде? Выход кислорода считать количественным. Напишите уравнения электродных процессов.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин железа и меди.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 5**

1. Нужно определить какое количество меди выделится на катоде при пропускании тока силой 6,4 А в течение 30 минут через раствор  $\text{CuSO}_4$ .

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин никеля и свинца.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 6**

1. Рассчитайте ток в цепи при электролизе хлорида калия на графитовых электродах, если за 10 минут на катоде выделилось 2,5 л водорода (н.у.). Напишите уравнения электродных процессов.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин никеля и меди.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента

### **Билет 7**

1. При электролизе водного раствора хлорида цинка на аноде выделился хлор объёмом 26,88 л (нормальные условия), а на катоде – цинк массой 62,4 г.

Считая выход хлора количественным, определите выход цинка.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин цинка и кадмия.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 8**

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе раствора  $\text{CaCl}_2$  с инертными электродами. Вычислите объём газа на аноде, если через раствор пропускали ток силой 15 А в течение 15 минут, выход по току составил 89 %.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин магния и кобальта. Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### Билет 9

1. При какой силе тока можно получить на катоде 0,5 г никеля, подвергая электролизу раствор  $\text{NiSO}_4$  в течение 25 мин? Напишите схему процесса электролиза.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин алюминия и меди.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### Билет 10

1. Какая масса серебра выделится при пропускании тока силой 6 А через раствор нитрата серебра в течение 30 мин? Напишите схему процесса электролиза раствора нитрата серебра.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин цинка и олова.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### Билет 11

1. Сколько граммов едкого калия (KOH) образовалось у катода при электролизе раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , если на аноде выделилось 11,2 л кислорода измеренного при н.у.? Напишите уравнения электродных процессов.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин кобальта и серебра.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### Билет 12

1. Какие вещества, и в каком объёме можно получить при нормальных условиях на нерастворимых электродах при электролизе водного раствора KOH, если пропустить ток 13,4 А в течении двух часов? Напишите уравнения электродных процессов.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин алюминия и цинка.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 13**

1. При электролизе водного раствора хлорида никеля (II) на катоде получили никель массой 177 г, выход которого составил 75 %. Какой объем хлора выделится при этом на аноде?

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин никеля и серебра.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 14**

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  с медным анодом. Как долго следует пропускать силой 25 А через раствор, для того чтобы на катоде выделилось 20 г металла при выходе по току 85 %.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин магния и свинца. Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 15**

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе раствора  $\text{CdCl}_2$  с инертными электродами. Вычислите объем выделившегося газа, если через раствор пропускали ток силой 20 А в течение 30 минут.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин магния и серебра. Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 16**

1. Какая масса натрия выделится на катоде при электролизе расплава иодида натрия, если на аноде выделился йод массой 762 г? Напишите уравнения электродных процессов.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин меди и кадмия.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 17**

1. При электролизе водного раствора гидроксида калия с инертными электродами на катоде выделился молекулярный водород, объем которого при нормальных условиях равен 11,2 л. Какой объем кислорода выделится при этом на аноде?

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин железа и серебра. Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента

### **Билет 18**

1. При электролизе водного раствора хлорида цинка на аноде выделился хлор объёмом 22,4 л (нормальные условия), а на катоде – цинк массой 60,5г. Считая выход хлора количественным (100%), определите выход цинка.

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин железа и платины.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 19**

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора  $K_2SO_4$  с инертными электродами.

Какие вещества, и в каком объёме можно получить при нормальных условиях на нерастворимых электродах при электролизе этого раствора, если пропустить ток 10А в течение 50 секунд?

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин железа и цинка.

Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 20**

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора  $AgNO_3$  с инертными электродами.

Какие вещества, и в каком объёме можно получить при нормальных условиях на нерастворимых электродах при электролизе этого раствора, если пропустить ток 15А в течение 30 секунд?

2. Составить схему работы гальванического элемента, составленного из пластин никеля и цинка. Рассчитайте стандартную ЭДС гальванического элемента по известным значениям стандартных потенциалов электродов.

### **Билет 21**

1. При электролизе водного раствора хлорида цинка на аноде выделился хлор объёмом 26,88 л (нормальные условия), а на катоде – цинк массой 62,4г.

Считая выход хлора количественным, определите выход цинка.

2. Рассчитайте ЭДС элемента  $Cu|Cu^{2+}||Cd^{2+}|Cd$ , при температуре 298 К и активности ионов  $Cu^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ , равных соответственно 1 и 0,01 моль/л.

### Билет 22

1. В процессе рафинирования выделилось 281 г меди. Рассчитайте выход меди по току, если рассчитанные параметры для такого количества составляют силу тока 50 А и время электролиза 5 часов.
2. Рассчитайте ЭДС элемента  $\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}||\text{Pb}^{2+}|\text{Pb}$ , при температуре 298 К и активности ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ , равных соответственно 0,1 и 0,01 моль/л.

### Билет 23

1. Запишите процессы, происходящие при электролизе воды на инертных электродах. Как можно объяснить свойства воды в одном процессе выступать в роли и окислителя и восстановителя?
2. Рассчитайте ЭДС элемента  $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Pb}^{2+}|\text{Pb}$ , при температуре 298 К и активности ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ , равных соответственно 0,01 и 0,001 моль/л.

### Билет 24

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора  $\text{NiSO}_4$  с инертными электродами. Вычислите массу выделившегося металла, если через раствор пропускали ток силой 15 А в течение 20 минут, выход по току металла составил 86 %.
2. Рассчитайте ЭДС элемента  $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}||\text{Pd}^{2+}|\text{Pd}$ , при температуре 298 К и активности ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pd}^{2+}$ , равных соответственно 0,1 и 0,001 моль/л.

### Билет 25

1. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе раствора  $\text{CdCl}_2$  с инертными электродами. Вычислите объем выделившегося газа, если через раствор пропускали ток силой 20 А в течение 30 минут.
2. Рассчитайте ЭДС элемента  $\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$ , при температуре 298 К и активности ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , равных соответственно 0,01 и 0,01 моль/л.

### Вопросы для собеседования ТК 2

1. Опишите схему преобразования химической энергии в электрическую, осуществляемую на тепловых электростанциях.
2. Какие устройства называются ХИТ? В каких областях техники они применяются?
3. Как классифицируются ХИТ? Какие требования предъявляются к ХИТ?
4. По каким основным параметрам оценивают работу ХИТ? Какие из них зависят от свойств, используемых при создании ХИТ химических реагентов, а не от их количества?

5. Какое уравнение выражает связь между термодинамическими функциями реакции и ЭДС ХИТ?
6. Какие факторы влияют на потенциал металлического электрода?
7. Какие факторы влияют на потенциал газовых электродов?
8. Как измерить ЭДС ХИТ?
9. Почему напряжение элемента отличается от ЭДС?
10. Перечислите виды поляризации и охарактеризуйте их.
11. Как можно снизить поляризацию электродов и повысить рабочее напряжение ХИТ?
12. Как устроен гальванический элемент?
13. От каких факторов зависит напряжение гальванического элемента?
14. Как влияет рН раствора электролита на величину ЭДС и напряжение ГЭ?
15. Какие недостатки классического гальванического элемента ограничивают его применение?
16. Какие устройства называются электрохимическими аккумуляторами?
17. Что является обязательным условием для того, чтобы химический процесс мог использоваться в качестве токообразующего в аккумуляторе?
18. Какой процесс протекает при заряде свинцового аккумулятора?
19. Какой процесс протекает при разряде аккумулятора?
20. Какие факторы определяют напряжение аккумулятора при заряде и разряде?
21. Какой реагент применяют в качестве электролита в свинцовом аккумуляторе? Какова концентрация рабочего раствора электролита?
22. Какие вам известны аккумуляторы со щелочным электролитом?
23. Какие основные процессы протекают на электродах Li-ионного аккумулятора при его разряде и заряде?
24. Приведите уравнения суммарных реакций, протекающих в никель-кадмиевых и никель-железных аккумуляторах.
25. Какие устройства называются суперконденсаторами?
26. Какие устройства называются топливными элементами?
27. Как классифицируются ТЭ?
28. Какими способами можно ускорить электродные реакции в ТЭ?
29. Какие реагенты можно использовать в качестве восстановителя (топлива) в ТЭ?
30. Почему ТЭ энергетически более эффективны, чем двигатели внутреннего сгорания?
31. Приведите реакции, протекающие на катоде и аноде кислородно-водородного ТЭ, и токообразующую реакцию.

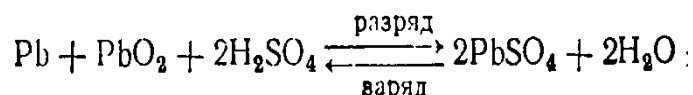
32. Какие причины приводят к увеличению стоимости электроэнергии, получаемой в ЭЭУ на основе ТЭ?

**ТК2**

КнТР 2

**Билет 1**

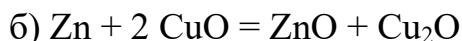
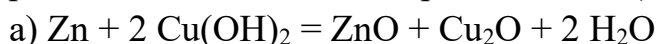
1. Определить термодинамическим расчетом ЭДС для токообразующей реакции в свинцовом аккумуляторе



2. Сухой марганцево-цинковый элемент диаметром 34 мм и высотой 64 мм, имеет массу 105 г. При разряде на сопротивление 10 Ом элемент проработал 34 ч при среднем напряжении 1,10 В. Каковы удельные характеристики элемента?

**Билет 2.**

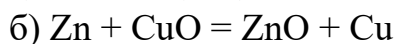
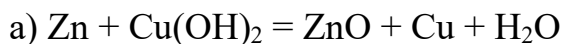
1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 0,89 В):



2. Сухой щелочной элемент имеет габаритные размеры 5,4×11,6 мм, при токе 1 мА напряжение разряда составляет 1,56 В, вес элемента 0,001 кг. Каковы удельные характеристики элемента?

**Билет 3.**

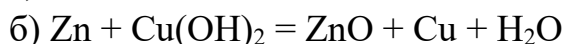
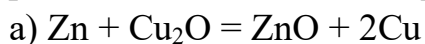
1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 0,89 В):



2. Щелочная батарейка Varta 395 имеет габаритные размеры 24×6 мм, при токе разряда 1 мА напряжение составляет 1,55 В, вес элемента 0,001 кг. Каковы удельные характеристики элемента?

**Билет 4.**

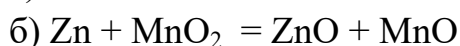
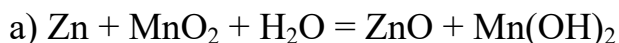
1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 0,89 В):



2. Батарейка для часов Renata R 337 имеет габаритные размеры 4,8×1,65 мм, напряжение разряда составляет 1,55 В, емкость 8 мА·ч, вес элемента 0,5 г. Каковы удельные характеристики элемента?

### Билет 5.

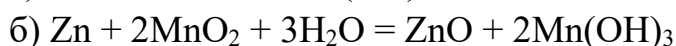
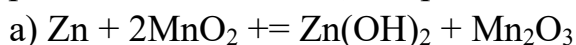
1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 1,45 В):



2. Батарейка для часов Renata R392 имеет следующие технические характеристики: емкость 45 мА·ч, габаритные размеры 7,9×3,6 мм, напряжение 1,5 В, вес элемента 0,65 г. Каковы удельные характеристики элемента?

### Билет 6

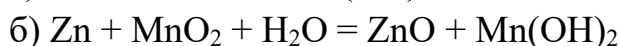
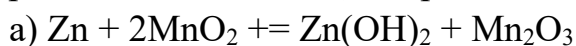
1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 1,45 В):



2. Щелочная батарейка системы Zn-MnO<sub>2</sub> типоразмера АА имеет следующие технические характеристики: емкость максимальная 1550 мА·ч, габаритные размеры 50×14,5 мм, напряжение 1,5 В, вес элемента 22 г. Каковы удельные характеристики элемента?

### Билет 7

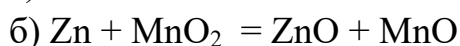
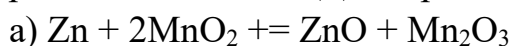
1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 1,45 В):



2. Солевая батарейка Camelion Green C R14 имеет следующие технические характеристики: габаритные размеры 26,2×50мм, напряжение 1,5 В, вес элемента 43 г, при разряде током 0,025 А емкость составляет 3 А·ч. Каковы удельные характеристики элемента?

### Билет 8

1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 1,45 В):

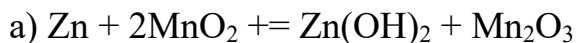


2. Солевая батарейка Kodak D R20 имеет следующие технические характеристики: габаритные размеры 34,2×61,5 мм, напряжение 1,5 В, вес

элемента 80 г, при токе 0,25 А емкость составляет 2 А·ч. Каковы удельные характеристики элемента?

### Билет 9

1. Определить термодинамическим расчетом, какая из указанных элементарных реакций является ЭДС-определяющей (д.б. ЭДС ~ 1,45 В):

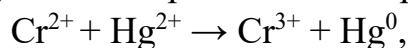


2. Сухой марганцево-цинковый элемент диаметром 35 мм и высотой 62 мм, имеет массу 100 г. При разряде на сопротивление 9 Ом элемент проработал 40 ч при среднем напряжении 1,10 В. Каковы удельные характеристики элемента?

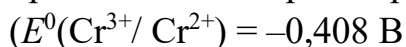
### Билет 10

1. В типоразмере 18×650 мм литий-марганцевый аккумулятор имеет емкость 2100 мА·ч, среднее разрядное напряжение 3,7 В и массу 50 г. Каковы удельные характеристики элемента? ( $Q_v = ?$  А·ч/л;  $Q_m = ?$  А·ч/кг;  $W_v = ?$  Вт·ч/л;  $W_m = ?$  Вт·ч/кг)

2. Будет ли в стандартных условиях при 298 К идти реакция:

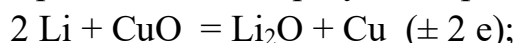


при смешивании растворов сульфата хрома и сульфата ртути?



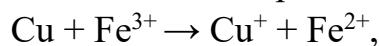
### Билет 11

1. В литиевой батарее протекает токообразующая реакция:

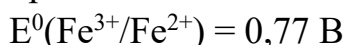


Рассчитайте стандартную ЭДС электрохимической системы при  $T = 298\text{К}$ , если  $\Delta_f G^0(Li_2O) = -562,1$  кДж/моль,  $\Delta_f G^0(CuO) = -127,0$  кДж/моль.

2. При изготовлении печатных плат производят травление (окисление) пленки меди, нанесенной на полимер. Определите, можно ли использовать в качестве окислителя трихлорид железа, т.е. пойдет ли реакция:



при активностях ионов  $Fe^{3+}$  и  $Cu^+$ , равных 1 моль/л и 298 К?



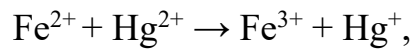
### Билет 12

1. Используя ЭДС элемента:



равное 1,4 В, рассчитайте максимальный объем восстановленного кислорода при получении 20 Вт·ч энергии в н.у.

2. Будет ли в стандартных условиях при 298 К идти реакция:



при смешивании растворов сульфата железа и сульфата ртути?  
 $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}$

### Билет 13

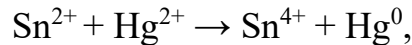
1. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на 1 моль водорода при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К.

Схема водородно-кислородного топливного элемента:



токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

2. Будет ли в стандартных условиях при 298 К идти реакция:



при смешивании растворов нитрата олова и сульфата ртути?

$(E^0(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0,150 \text{ В}$

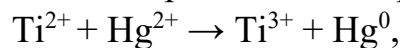
### Билет 14

1. Рассчитайте максимальное время работы элемента



разряжающегося током 0,5 А, если в элементе заложено 6,5 г цинка, которое полностью расходуется. Рассчитайте стандартную ЭДС этого элемента при  $T = 298 \text{ К}$ , используя термодинамические величины  $\Delta_f G^0(\text{Ag}_2\text{O}) = -10,82 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta_f G^0(\text{ZnO}) = -318,2 \text{ кДж/моль}$ .

2. Будет ли в стандартных условиях при 298 К идти реакция:



при смешивании растворов сульфата титана и сульфата ртути?

$(E^0(\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}^{2+}) = -0,368 \text{ В}$

### Билет 15

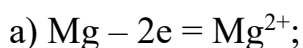
1. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на 1 моль кислорода при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К.

Схема водородно-кислородного топливного элемента:



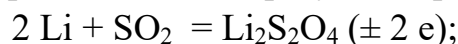
токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

2. Исходя из значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и значений  $\Delta G$ , определите, будет ли работать гальванический элемент, в котором на электродах протекают процессы:



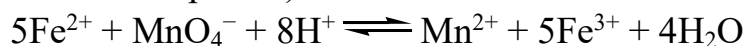
### Билет 16

1. В литиевой батарее протекает токообразующая реакция:



при  $T = 298\text{К}$  стандартная ЭДС электрохимической системы равна 3,15 В. Рассчитайте  $\Delta_f G^0(\text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_4)$ , если  $\Delta_f G^0(\text{SO}_2) = -300,4 \text{ кДж/моль}$ .

2. Можно ли окислить ион  $\text{Fe}^{2+}$  до иона  $\text{Fe}^{3+}$  перманганат-ионом  $\text{MnO}_4^-$ , который при восстановлении в кислом растворе превращается в ион  $\text{Mn}^{2+}$ ? (состояние веществ – стандартные):

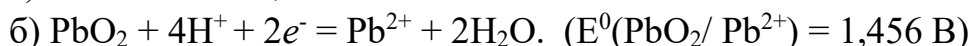
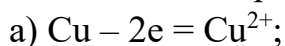


$E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}$ ;  $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ В}$ .

### Билет 17

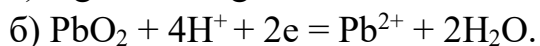
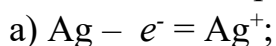
1. В типоразмере 18×650 мм литий-марганцевый аккумулятор имеет емкость 2500 мА·ч, среднее разрядное напряжение 3,6 В и массу 55 г. Каковы удельные характеристики элемента? ( $Q_v = ? \text{ А·ч/л}$ ;  $Q_m = ? \text{ А·ч/кг}$ ;  $W_v = ? \text{ Вт·ч/л}$ ;  $W_m = ? \text{ Вт·ч/кг}$ )

2. Исходя из значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и значений  $\Delta G$ , определите, будет ли работать гальванический элемент, в котором на электродах протекают процессы:



### Билет 18

1. Исходя из значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и значений  $\Delta G$ , определите, будет ли работать гальванический элемент, в котором на электродах протекают процессы:



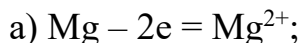
( $E^0(\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}) = 1,456 \text{ В}$ )

2. Рассчитайте максимальное время работы элемента (-) Zn | KOH | Ag<sub>2</sub>O (+), разряжающегося током 0,8 А, если в элементе заложено 10 г цинка, которое полностью расходуется. Рассчитайте стандартную ЭДС этого элемента при  $T = 298 \text{ К}$ , используя термодинамические величины  $\Delta_f G^0(\text{Ag}_2\text{O}) = -10,82 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta_f G^0(\text{ZnO}) = -318,2 \text{ кДж/моль}$ .

### Билет 19

1. Известно, что интерметаллид  $\text{LaNi}_5$ , может образовать соединение  $\text{LaNi}_5\text{H}_6$ . Какой объем водорода при н.у. может поглотить 100 г интерметаллида? Какое количество электричества теоретически можно получить при полном анодном окислении водорода в топливном элементе из этого количества интерметаллида?

2. Исходя из значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и значений  $\Delta G$ , определите, будет ли работать гальванический элемент, в котором на электродах протекают процессы:



### Билет 20

1. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на 112 л водорода при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К.

Схема водородно-кислородного топливного элемента:



токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

2. Сколько времени потребуется для полного разложения 2 молей воды током силой 1,5 А? Какой объем водорода и кислорода образуется при этом?

### Билет 21

1. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на 1 м<sup>3</sup> кислорода при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К.

Схема водородно-кислородного топливного элемента:



токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

2. Используя ЭДС элемента  $(-) \text{Zn} \mid \text{KOH} \mid \text{O}_2, \text{C} (+)$ ,

равное 1,4 В, рассчитайте максимальный объем восстановленного кислорода при получении 35 Вт·ч энергии в н.у.

### Билет 22

1. Рассчитайте потенциал серебряного электрода в насыщенном растворе  $\text{AgBr}$  ( $\text{PP} = 6 \cdot 10^{-13}$ ), содержащем 0,1 моль/л бромиды калия  $\text{KBr}$ .

2. Рассчитать изменение термодинамических функций  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta H$  для реакции, протекающей в кислотном (свинцовом аккумуляторе):

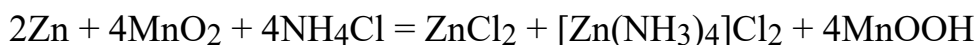


При его разряде:  $T = 298 \text{ K}$ ;  $E^0 = 2,04 \text{ В}$ ;  $\left(\frac{dE}{dT}\right)_p = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ В/К}$ .

### Билет 23

1. Определите, как изменится ЭДС при работе гальванического элемента  $A (-) \text{ Al}^0/\text{Al}^{3+} | (0,0001 \text{ н.}) \text{ HCl} || \text{H}^+/\text{H}_2, \text{Pt} (+) \text{ K}$ , 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 В. Чему равна концентрационная поляризация анода?

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



### Билет 24

1. Рассчитайте ЭДС гальванической цепи



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

2. Емкость свежезаряженного щелочного кадмий-никелевого аккумулятора равнялась 68,3 А·ч. После месячного бездействия в заряженном состоянии емкость того же аккумулятора составила 53,4 А·ч. Определить саморазряд аккумулятора.

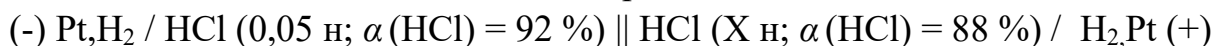
### Билет 25

1. Определите константу равновесия реакции, протекающей при 25 °С в медно-цинковом элементе



ЭДС данного элемента равна 1,1 В.

2. Составлена гальваническая концентрационная цепь:



Коэффициенты активности иона  $\text{H}^+$  в растворах соляной кислоты соответственно равны 0,88 и 0,83. Определите молярную концентрацию эквивалента (нормальность) и рН раствора  $\text{HCl}$  при положительном электроде, если ЭДС этого гальванического элемента равна 0,03 В.

### Вопросы для собеседования ТК 3

1. Какими особенностями как энергоноситель обладает водород?
2. Во сколько раз энергосодержание водорода превышает таковое у моторного топлива - бензина?
3. Какие способы хранения водорода используют в промышленности?
4. Какие химические соединения являются носителями водорода?

5. В каких областях энергетики, транспорта и промышленности применяются водородные технологии?

6. Какие проблемы возникают при использовании водорода индивидуальными потребителями?

7. Может ли переход на водородные технологии полностью решить проблему выброса парниковых газов в атмосферу?

8. Является ли сегодня водородная металлургия экономически выгодной?

9. В виде каких ионов может входить водород в состав химических соединений?

10. Как получают водород в промышленности и в лаборатории? Приведите уравнения реакций.

11. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства водорода и ионов водорода. Приведите примеры реакций.

12. Составьте уравнения реакций: а) получения гидрида магния;

б) взаимодействия его с водой.

13. Рассчитайте области температур, при которых возможна реакция получения жидкого метанола из водорода и монооксида углерода при стандартных состояниях исходных веществ и продуктов реакции.

14. Рассчитайте объем водорода, который выделится в результате гидролиза гидрида лития. Напишите уравнение реакции.

15. Какие устройства называют топливными элементами?

16. По какому принципу классифицируют топливные элементы?

17. Какие полимерные электролиты применяют в топливных элементах?

18. Перечислите основные компоненты топливных элементов.

19. Охарактеризуйте принцип работы и КПД топливных элементов

20. Какими способами можно ускорить электродные реакции в топливных элементах?

21. Приведите реакции, протекающие на катоде и аноде кислородно-водородного топливного элемента, и токообразующую реакцию элемента.

22. Полимерные электролиты для топливных элементов.

23. Основные компоненты топливных элементов.

24. Электрохимические энергоустановки.

25. Топливные элементы с фосфорнокислым электролитом.

26. Топливные элементы с расплавленным карбонатным электролитом.

27. Топливные элементы с твердооксидным электролитом.

28. Метанольные топливные элементы.

29. Электрохимические генераторы.

30. Электроокисление водорода и кислорода

## ТКЗ

### КнТР 3

#### Билет 1

1. Плотность раствора серной кислоты в заряженном свинцовом аккумуляторе должна равняться 1,28 г/мл (массовая доля 36,87 %); в разряженном аккумуляторе плотность электролита 1,10 г/мл (14,35 %). Сколько электролита должно быть залито в полностью разряженный аккумулятор с фактической емкостью 120 А·ч, чтобы изменение плотности его электролита в процессе заряда-разряда находилась в указанных пределах? Каков будет при этом коэффициент использования серной кислоты  $H_2SO_4$ ?

2. Для блока аккумуляторных батарей, исходя из необходимой энергии, которая будет потребляться от блока аккумуляторов, рассчитайте емкость блока аккумуляторов, подберите тип аккумуляторов, обоснуйте свой выбор и рассчитайте количество единичных батарей в блоке.

#### Билет 2

1. Габариты серебряно-цинкового аккумулятора типа СЦ-50 равны 64×49×165 мм, масса 0,84 кг. При разряде током 5 А аккумулятор проработал 12 ч 20 мин ( $\tau = 12,3$  ч), из них 1 ч 25 мин ( $\tau^1 = 85$  мин) при напряжении 1,75 В ( $U^1$ ), остальное время ( $\tau^2$ ) при напряжении 1,51 В ( $U^2$ ). Каковы удельные характеристики аккумулятора?

2. Для дизель-генератора (либо другого генератора, задача которого, является поддержании заряда в системе накопления) подберите тип, торговую марку, удельный расход топлива  $Q_{уд}$ , стоимость топлива, срок службы и стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

#### Билет 3

1. Сухой марганцево-цинковый элемент емкостью 150 А·ч, ограничителем емкости которого является положительный электрод, содержит 521 г положительной агломератной массы. Исходная угле-марганцевая смесь состоит из 35 % марганцевой руды (содержащей 90 %  $MnO_2$ ), 45 % графита и 20 % активированного угля. На 100 г угле-марганцевой смеси берется 15 г хлорида аммония  $NH_4Cl$  и на 100 г полученной сухой смеси – 35 г электролита.

2. Для водородного накопителя с учетом ТОТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность

топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

#### Билет 4

1. Галетная батарея, состоящая из  $n = 43$  последовательно соединенных марганцево-цинковых элементов, имеет номинальную емкость 5 А·ч. Рассчитать коэффициент использования  $MnO_2$ , если на изготовление положительных электродов батареи расходуется 3870 г активной массы, получаемой добавкой 13 весовых частей (в. ч.) электролита к 100 в. ч. сухой смеси. Последняя готовится смешением 100 в. ч. угле-марганцевой смеси с 10 в. ч. хлорида аммония (нашатыря)  $NH_4Cl$ . Угле-марганцевая смесь состоит из 84 % марганцевой руды (содержащей 90 %  $MnO_2$ ), 14,5 % графита и 1,5 % сажи. Каков удельный расход угле-марганцевой смеси на 1 А·ч номинальной емкости батареи?

2. Для водородного накопителя с учетом ЩТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{усту}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

#### Билет 5

1. Плотность раствора серной кислоты в заряженном свинцовом аккумуляторе должна равняться 1,28 г/мл (массовая доля 36,87 %); в разряженном аккумуляторе плотность электролита 1,10 г/мл (14,35 %). Сколько электролита должно быть залито в полностью разряженный аккумулятор с фактической емкостью 120 А·ч, чтобы изменение плотности его электролита в процессе заряда-разряда находилась в указанных пределах? Каков будет при этом коэффициент использования серной кислоты  $H_2SO_4$ ?

2. Для водородного накопителя с учетом ФКТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{усту}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

#### Билет 6

1. Батарея свинцовых аккумуляторов заряжалась током 6,5 А в течение 14 ч при среднем напряжении 6,8 В. При разряде током 7 А батарея отдала емкость за 10

ч 30 мин при среднем напряжении 5,95 В. Какова отдача батареи по току и энергии?

2. Для водородного накопителя с учетом МТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{усту}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 7

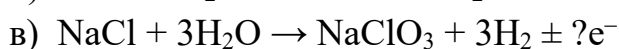
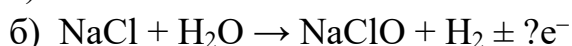
1. Электродный ламель щелочного аккумулятора, в который запрессовано 7,5 г положительной окисно-никелевой активной массы, состоящей из смеси  $Ni(OH)_2$ , графита и растворов  $Ba(OH)_2$  и  $NaOH$ , обладает разрядной емкостью  $Q_{факт} = 0,96 \text{ А}\cdot\text{ч}$ .

Рассчитать коэффициент использования  $K_{исп}$  гидроокиси никеля (2+), если активная масса электрода содержит 72,6 %  $Ni(OH)_2$  ( $\rho = 0,726$ ).

2. Для водородного накопителя с учетом РКТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{усту}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 8

1. Рассчитайте значение электрохимического эквивалента для хлорида натрия  $NaCl$  (по хлору) для каждого из электрохимических процессов в г/А·ч и мг/Кл:



2. Для водородного накопителя с учетом топливного элемента и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{усту}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 9

1. Рассчитать изменение термодинамических функций  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta H$  для гальванического элемента, в котором протекает взаимодействие цинка с хлоридом серебра, если ЭДС равна 1,015 В, а температурный коэффициент

$\left(\frac{dE}{dT}\right)_p = -4,02 \cdot 10^{-4} \text{ В/К}$ . Напишите схему гальванического элемента и

уравнения катодной, анодной и общей реакций.

2. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на  $10 \text{ м}^3$  л водорода при стандартных состояниях веществ и температуре  $298 \text{ К}$ .

Схема водородно-кислородного топливного элемента:

(-)  $\text{H}_2, \text{Ni} \mid \text{KOH} \mid \text{Ni}, \text{O}_2$  (+), токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

### Билет 10

1. Рассчитать термодинамические параметры  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta H$  реакции взаимодействия раствора бромида калия с хлором при стандартных условиях, если температурный коэффициент реакции равен  $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ В/К}$ ;  $E^0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ В}$ ,  $E^0(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1,06 \text{ В}$ .

2. Если заменить автомобиль мощностью  $40 \text{ кВт}$ , работающий на бензине (условного состава  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) с КПД  $20 \%$ , на электромобиль на топливных элементах, работающем на том же топливе, но с КПД  $40 \%$ , то на сколько снизится объем (при н.у.) выбрасываемого  $\text{CO}_2$  на расстоянии  $120 \text{ км}$  при движении со скоростью  $60 \text{ км/ч}$ ?

### Билет 11

1. Концентрационная гальваническая цепь составлена магниевыми электродами, погруженными в растворы  $\text{MgSO}_4$  разной концентрации:



Кажущаяся степень диссоциации в  $0,001 \text{ н.}$  растворе  $\text{MgSO}_4$  равна  $87 \%$ . Рассчитайте степень электролитической диссоциации сульфата магния в  $2\text{M}$  растворе, если ЭДС =  $0,103 \text{ В}$ .

2. Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна  $75,24 \text{ кДж/моль}$ , а с катализатором –  $50,14 \text{ кДж/моль}$ . Во сколько раз возрастет скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

### Билет 12

1. Гарантийный максимум саморазряда свинцового аккумулятора составляет  $21 \%$  за месяц. Какой минимальной емкостью может обладать аккумулятор, фактической емкостью  $74 \text{ А}\cdot\text{ч}$  после месяца бездействия в заряженном состоянии?

2. Одним из путей экономии энергетических ресурсов является использование для отопления газа, получаемого из органических отходов (навоз, опилки, щепа и т.д.) путем брожения под действием микроорганизмов. Этот газ, называемый

биогазом, состоит (в объемных долях) из 64,5 % метана, 34 % оксида углерода (IV) и 1,5 % азота, кислорода и сероводорода. Теплотворная способность 21 000 кДж/кг. Рассчитайте количество условного топлива, теплотворная способность которого равна 21 000 кДж/кг, которое можно сэкономить, применяя биогаз на сельскохозяйственном предприятии. Энергопотребление предприятия составляет в среднем  $35 \cdot 10^6$  кДж/сут. Какова суточная потребность в биогазе? Сколько щепы и опилок потребуется для получения необходимого объема биогаза, если известно, что каждые 10 кг этих отходов дают  $2,5 \text{ м}^3$  биогаза?

### Билет 13

1. Сухой марганцево-цинковый элемент, ограничителем емкости которого является положительный электрод, имеет емкость 18,5 А·ч. На изготовление одного элемента расходуется положительной активной массы 225 г (без учета потерь). Положительная активная масса готовится смешением угле-марганцевой смеси с нашатырем  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и электролитом. Угле-марганцевая смесь содержит 81,5 % активированного пиролюзита (имеющего 71,2 %  $\text{MnO}_2$ ), 15,2 % графита и 3,3 % сажи. На 100 г угле-марганцевой смеси добавляется 14 г  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (сухая смесь), на 100 г сухой смеси – 27 г электролита (связующее). Каковы коэффициент использования  $\text{MnO}_2$  и удельный расход угле-марганцевой смеси?

2. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на 100  $\text{м}^3$  кислорода при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К.

Схема водородно-кислородного топливного элемента:

(-)  $\text{H}_2, \text{Ni} \mid \text{KOH} \mid \text{Ni}, \text{O}_2$  (+), токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

### Билет 14

1. Батарея свинцовых аккумуляторов имеет габариты  $194 \times 257 \times 230$  мм массу 19,2 кг. При разряде током 7 А батарея должна работать не менее 10 ч; при этом среднее разрядное напряжение батареи равно 6 В. Каковы удельная емкость и энергия батареи на этом режиме?

2. Одним из путей экономии энергетических ресурсов является использование для отопления газа, получаемого из органических отходов (навоз, опилки, щепы и т.д.) путем брожения под действием микроорганизмов. Этот газ, называемый биогазом, состоит (в объемных долях) из 65 % метана, 33 % оксида углерода (IV) и 2 % азота, кислорода и сероводорода. Теплотворная способность 21 000 кДж/кг. Рассчитайте количество условного топлива, теплотворная способность которого равна 21 000 кДж/кг, которое можно сэкономить, применяя биогаз на сельскохозяйственном предприятии. Энергопотребление предприятия составляет в среднем  $29 \cdot 10^6$  кДж/сут. Какова суточная потребность в биогазе?

Сколько щепы и опилок потребуется для получения необходимого объема биогаза, если известно, что каждые 5 кг этих отходов дают 1 м<sup>3</sup> биогаза?

### Билет 15

1. Щелочной аккумулятор типа ЖН-60, имеющий габариты 45×349×128 мм и массу 4,07 кг, отдал свою емкость за 8 ч 52 мин при разряде током 7,5 А; среднее разрядное напряжение аккумулятора  $U_{\text{ср}} = 1,18$  В. Каковы удельные характеристики аккумулятора?

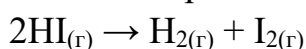
2. Рассчитайте тепловой эффект реакции образования гидроксида магния  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  из простых веществ при стандартных состояниях исходных веществ и продуктов реакции

### Билет 16

1. При заряде 6-часовым режимом отформированного кадмий-никелевого аккумулятора примерно 70 % зарядной емкости принимается при среднем напряжении 1,45 В и около 30 % при 1,85 В.

Какова отдача по току и по энергии у аккумулятора типа КН-100, заряжающегося током 25 А в течении 6 ч, если при последующем разряде током 12,5 А он проработал 8 ч 22 мин при среднем напряжении 1,18 В?

2. Реакция разложения йодоводорода



протекает с константой скорости  $1,85 \cdot 10^{-4}$  л/(моль · с). Рассчитайте время, за которое прореагирует 99 % исходного вещества, если начальная концентрация была равна 1 моль/л.

### Билет 17

1. Разрядная емкость окисно-никелевого электрода щелочного аккумулятора должна равняться 1,5 А·ч. Положительная активная масса, из которой изготавливается электрод, содержит 45,6 % никеля в пересчете на металлический; коэффициент использования никеля при разряде равен 60 %.

Какое количество активной массы необходимо заложить в электрод?

2. Возможна ли самопроизвольная реакция в нейтрализаторе автомобиля между СО и Н<sub>2</sub>О при 350 К с образованием нетоксичных веществ:

а) при стандартных состояниях веществ;

б) при относительных парциальных давлениях продуктов реакции, равных 1, и исходных веществ, равных двум?

Какие факторы будут влиять на увеличение выхода продуктов реакции?

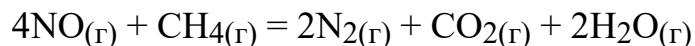
### Билет 18

1. Батарея свинцовых аккумуляторов имеет номинальную разрядную емкость 84 А·ч. Какова должна быть длительность ее разряда током 8 А, если отдача батареи по току в этом режиме равна 80 %?
2. Как изменится состав продуктов реакции в выбросах автомобиля при замене октана  $C_8H_{18}$  на водород? Возможна ли самопроизвольная реакция между водородом и оксидом азота NO в нейтрализаторе автомобиля с образованием нетоксичных продуктов при 400 К и стандартных состояниях всех веществ?

### Билет 19

1. Окисно-никелевый электрод щелочного аккумулятора содержит 16,2 г активной массы. В составе активной массы 47,2 % никеля в пересчете на металлический. Коэффициент использования активного вещества при разряде равен 63 %. Какой разрядной емкостью обладает электрод?

2. Возможно ли самопроизвольное протекание реакции



в нейтрализаторе автомобиля при 350 К при стандартных состояниях всех веществ? Как будет влиять повышение температуры на положение равновесия этой реакции?

### Билет 20

1. В резервном свинцовом элементе с хлорной кислотой  $Pb | HClO_4 | PbO_2$  на 1 А·ч фактической емкости расходуется около 20 г 50 % раствора  $HClO_4$ . Каков коэффициент использования хлорной кислоты  $HClO_4$ ? Суммарная реакция, протекающая в элементе:  $Pb + 4HClO_4 + PbO_2 \rightarrow 2Pb(ClO_4)_2 + 2H_2O$

2. Рассчитайте ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента при 298 К и активности ионов  $Cu^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ , 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 21

1. Резервная 18-элементная последовательно соединенная батарея



имеет емкость 1,5 А·ч. Средний коэффициент использования хлорида меди (I) при разряде батареи равен 60 %.

Какое количество  $CuCl$  (без учета потерь) необходимо для изготовления положительных электродов батареи? Суммарная элементная реакция:  $Mg + 2CuCl \rightarrow 2Cu + MgCl_2$

2. Определите числа переноса в растворе NaOH. Параметры электролиза: Во все камеры налили по 15 мл раствора натриевой щелочи с концентрацией 0,1 моль/л. плотность катодного тока более 20 мА/см<sup>2</sup>. Сила тока 13-15 мА. Время электролиза 50-60 минут. За время электролиза на катоде выделилось 0,2 г меди. В катодной камере объем раствора составил 19,5 мл с концентрацией 0,14 моль/л.

### Билет 22

1. Каково внутренне сопротивление меднооксидного элемента типа МОЭ-1000:

а) в начале его разряда, когда при токе 1 А разрядное напряжение элемента равно 0,68 В, а при токе 6,0 А – 0,63 В;

б) после отдачи номинальной емкости, когда при тех же токах разрядные напряжения соответственно равны 0,62 В и 0,53 В?

2. Рассчитайте стандартную ЭДС кислородно-водородного топливного элемента с использованием термодинамических данных, при относительных парциальных давлениях газов  $p(\text{H}_2) = p(\text{O}_2) = 1$  и активности воды  $a(\text{H}_2\text{O}) = 1$  моль/л.

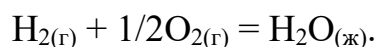
### Билет 23

1. Концентрационная гальваническая цепь составлена магниевыми электродами, погруженными в растворы  $\text{MgSO}_4$  разной концентрации:



Кажущаяся степень диссоциации в 0,001 н. растворе  $\text{MgSO}_4$  равна 87%. Рассчитайте степень электролитической диссоциации сульфата магния в 2М растворе, если ЭДС = 0,103 В.

2. Рассчитайте стандартную ЭДС топливного элемента, в котором при 298 К протекает электрохимическая реакция:



### Билет 24

1. Рассчитайте выход по току кислорода, выделенного на электроде при нормальных условиях (н.у.), если объем его составил 56 л при прохождении 1000 А·ч. ( $V_0$ ) кислорода при н.у. составляет  $V_M / 4$

2. В начале опыта по определению числа переноса методом Гитторфа в 100 г анолита содержалось 0,1788 г нитрата серебра. После опыта в 20,09 г анолита содержалось 0,06227 г нитрата серебра. За время опыта в серебряном кулонометре выделилось 0,0322 г серебра.

## Билет 25

1. Рассчитайте потенциал каломельного электрода ( $2 \text{ Hg}^0 \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{т})}$ ) в насыщенном растворе  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  (ПР =  $1,3 \cdot 10^{-18}$ ), содержащем 0,1 моль/л хлорида калия KCl.  $E^0 = +0,242 \text{ В}$
2. Определите числа переноса в растворе  $\text{AgNO}_3$  В начале опыта по определению числа переноса методом Гитторфа в 100 г анолита содержалось 0,1788 г нитрата серебра. После опыта в 20,09 г анолита содержалось 0,06227 г нитрата серебра. За время опыта в серебряном кулонометре выделилось 0,0322 г серебра.

### Для промежуточной аттестации:

Проверяемые компетенции:

ПК-2.1. Обосновывает технические и материальные потребности при эксплуатации объектов автономной и распределенной энергетики;

ПК-3.1. Соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации малых атомных реакторов и объектов автономной энергетики;

ПК-4.3. Выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями.

*Перечень экзаменационных вопросов (собеседование):*

1. Какие параметры применяют для оценки эффективности накопителей энергии?
2. На какие группы подразделяют потребителей электроэнергии?
3. Что такое рекуперация электроэнергии?
4. На какие подгруппы подразделяют потребителей способных переходить в режим генерации электроэнергии?
5. Какие потребители электроэнергии, осуществляют ее генерацию с возвратом электроэнергии во внешнюю систему электроснабжения?
6. По каким параметрам производится оценка целесообразности применения накопителя энергии на рассматриваемом объекте?
7. При каких условиях установка накопителя энергии, который заряжается в ночной период и отдает энергию при пиковых нагрузках, будет иметь экономическую выгоду?
8. Что такое годовой эффект от применения накопителя энергии? Почему этот показатель является интегральным?
9. Каким образом рассчитывается мощность накопителя и его емкость?

10. Для какой цели изучают зависимость снижения затрат на покупку электроэнергии от разницы между двумя заявленными мощностями: без использования накопителя и с использованием накопителя?
11. От чего зависит эффект от применения накопителей энергии в системах с рекуперацией?
12. По каким критериям проводится оценка эффективности для системы тягового электроснабжения?
13. Какую специфику имеет эксплуатация автономных энергокомплексов?
14. Какие электротехнические устройства генерирующие электрическую энергию в виде переменного или постоянного тока могут входить в состав автономных энергокомплексов?
15. Что такое аккумуляторные батареи, и где они используются?
16. Что такое бензо-генератор, дизель-генератор, газогенератор? Для каких целей используются эти электротехнические устройства?
17. В соответствии с какими условиями эксплуатации рассчитывается емкость аккумуляторов?
19. В каких единицах системы СИ измеряется емкость аккумулятора?
20. Какой тип химических реакций лежит в основе принципа действия аккумулятора?
21. Каким образом восстанавливают разряженный аккумулятор?
22. В какой отрасли энергетики применяются свинцово-кислотные (Lead Acid) аккумуляторы?
23. Какова стоимость системы бесперебойного питания по сравнению со стоимостью объекта?
24. В каких помещениях хранятся аккумуляторные батареи в зимний период?
25. При каком подключении устройств на основе возобновляемых источников энергии надежность системы по энергосбережению увеличится?
26. Что увеличит надежность энергоснабжения блока батарей?
27. Какой вариант увеличения надежности системы по энергосбережению является самым эффективным?
28. Опишите методику выбора мощности и архитектуры системы накопления электроэнергии, включающую генератор водорода, топливный элемент, хранилище водорода.
29. Что такое гибридная система накопления энергии?
30. Как рассчитать ежегодные затраты на обслуживание систем накопления электроэнергии сроком на 10 лет?

31. Как определяется производительность электролизера для водородного накопителя с учетом топливного элемента и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$ ?

32. По каким критериям подбирается тип аккумуляторов для блока аккумуляторных батарей?

33. Какую задачу выполняют дизель-генератор? Какой удельный расход топлива  $Q_{уд}$ , при его эксплуатации?

34. Какими эксплуатационными и энергетическими характеристиками обладают инверторы и трансформаторы?

35. Какие меры по совершенствованию и модернизации систем накопления электроэнергии с технической и экономической точки зрения могут быть востребованы?

### *Экзаменационные билеты*

#### **Билет 1**

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

2. Рассчитать изменение термодинамических функций  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta H$  для гальванического элемента, в котором протекает взаимодействие цинка с хлоридом серебра, если ЭДС равна 1,015 В, а температурный коэффициент  $\left(\frac{dE}{dT}\right)_p = -4,02 \cdot 10^{-4}$  В/К.

3. Для блока аккумуляторных батарей, исходя из необходимой энергии, которая будет потребляться от блока аккумуляторов, рассчитайте емкость блока аккумуляторов, подберите тип аккумуляторов, обоснуйте свой выбор и рассчитайте количество единичных батарей в блоке.

#### **Билет 2**

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

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.

3. Для дизель-генератора (либо другого генератора, задача которого, является поддержании заряда в системе накопления) подберите тип, торговую

марку, удельный расход топлива  $Q_{уд}$ , стоимость топлива, срок службы и стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 3

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

2. Рассчитайте ЭДС свинцового аккумулятора при 298 К и активностях ионов  $a(H^+) = 4$  моль/л,  $a(SO_4^{2-}) = 2$  моль/л, активности воды  $a(H_2O) = 1$  моль/л.  $E^0(Pb/PbSO_4) = -0,36$  В.

3. Для водородного накопителя с учетом ТОТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 4

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

2. Для питания аппаратуры используется сухой марганцево-цинковый элемент:  $K(+)|MnO_2, C|NH_4Cl|Zn^0(-)A$ .

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

3. Для водородного накопителя с учетом ЩТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 5

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

2. Рассчитайте ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента при 298 К и активности ионов  $Cu^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ , 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).

3. Для водородного накопителя с учетом ФКТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 6

1. Гальванические элементы. Характеристики ГЭ. Ампульные батареи.
2. Рассчитать термодинамические параметры  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta H$  реакции взаимодействия раствора бромида калия с хлором при стандартных условиях, если температурный коэффициент реакции равен  $0,8 \cdot 10^{-3}$  В/К;  $E^0(Cl_2/Cl^-) = 1,36$  В,  $E^0(Br_2/Br^-) = 1,06$  В.
3. Для водородного накопителя с учетом МТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 7

1. Водоактивируемые батареи: устройство и характеристики
2. Концентрационная поляризация цинкового электрода в гальваническом элементе равна 0,1 В.



Рассчитайте, какой станет концентрация ионов цинка в растворе, если начальная концентрация была равна  $2,1 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Чему станет равной ЭДС элемента с учетом концентрационной поляризации и перенапряжения водорода на меди, равного 0,36 В?

3. Для водородного накопителя с учетом РКТЭ и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 8

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

2. Концентрационная гальваническая цепь составлена магниевыми электродами, погруженными в растворы  $MgSO_4$  разной концентрации:



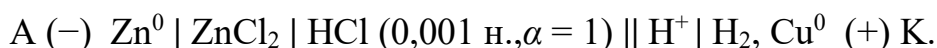
Кажущаяся степень диссоциации в 0,001 н. растворе  $MgSO_4$  равна 87%. Рассчитайте степень электролитической диссоциации сульфата магния в 2 М растворе, если ЭДС = 0,103 В.

3. Для водородного накопителя с учетом топливного элемента и системы аккумуляции  $H_2$  и  $O_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{эл}^{уст}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(H_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(O_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{ТЭ}^{уст}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 9

1. Гальванические элементы. Характеристики ГЭ. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с солевым и щелочным электролитом.

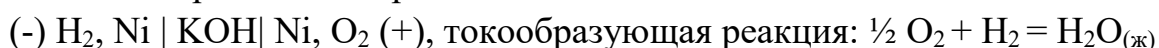
2. Концентрационная поляризация цинкового электрода в гальваническом элементе равна 0,1 В.



Рассчитайте, какой станет концентрация ионов цинка в растворе, если начальная концентрация была равна  $2,1 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Чему станет равной ЭДС элемента с учетом концентрационной поляризации и перенапряжения водорода на меди, равного 0,36 В?

3. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на  $10 \text{ м}^3$  л водорода при стандартных состояниях веществ и температуре 298 К.

Схема водородно-кислородного топливного элемента:



### Билет 10

1. Электрохимические аккумуляторы: характеристики аккумуляторов. Аварийные ситуации при эксплуатации. Коррозия и сульфатация пластин свинцового аккумулятора

2. Концентрационная поляризация серебряного электрода гальванического элемента



равна 0,08 В. Определите начальную концентрацию ионов серебра, если к концу работы элемента концентрация ионов  $Ag^+$  стала равной 0,22 моль/л.

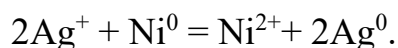
Рассчитайте ЭДС гальванического элемента в начальный момент, если  $c(\text{Zn}^{2+})$  была равна 0,001 моль/л.

3. Если заменить автомобиль мощностью 40 кВт, работающий на бензине (условного состава  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) с КПД 20 %, на электромобиль на топливных элементах, работающем на том же топливе, но с КПД 40 %, то на сколько снизится объем (при н.у.) выбрасываемого  $\text{CO}_2$  на расстоянии 120 км при движении со скоростью 60 км/ч?

### Билет 11

1. Электрохимические характеристики ХИТ: ЭДС, мощность, емкость, энергия, вольтамперная характеристика. Преимущества и недостатки ХИТ, саморазряд.

2. Рассчитайте ЭДС серебряно-никелевого гальванического элемента при 298 К и активности ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Ni}^{2+}$ , равных 0,1 моль/л. Определите теоретически возможное количество электричества, энергии и удельные энергии, которые можно получить в элементе с исходной массой серебра, равной 10,8 г и эквивалентной массой ионов никеля (II).



3. Одним из путей экономии энергетических ресурсов является использование для отопления газа, получаемого из органических отходов (навоз, опилки, щепа и т.д.) путем брожения под действием микроорганизмов. Этот газ, называемый биогазом, состоит (в объемных долях) из 64,5 % метана, 34 % оксида углерода (IV) и 1,5 % азота, кислорода и сероводорода. Теплотворная способность 21 000 кДж/кг. Рассчитайте количество условного топлива, теплотворная способность которого равна 21 000 кДж/кг, которое можно сэкономить, применяя биогаз на сельскохозяйственном предприятии. Энергопотребление предприятия составляет в среднем  $35 \cdot 10^6$  кДж/сут. Какова суточная потребность в биогазе? Сколько щепы и опилок потребуется для получения необходимого объема биогаза, если известно, что каждые 10 кг этих отходов дают 2,5 м<sup>3</sup> биогаза?

### Билет 12

1. Конструкции и классификации ХИТ. Источники тока с цинковым анодом.

2. Гальванический элемент составлен из двух водородных электродов, из которых один – стандартный. В какой из перечисленных растворов следует погрузить другой электрод для получения наибольшего ЭДС:

а) 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;

в) 0,1 М  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?

$$K_{\text{д}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$K_{\text{д1}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,5 \cdot 10^{-3}$$

3. Рассчитайте теоретически возможное количество электричества и энергии, которое можно получить в водородно-кислородном топливном элементе на  $100 \text{ м}^3$  кислорода при стандартных состояниях веществ и температуре  $298 \text{ К}$ .

Схема водородно-кислородного топливного элемента:

(-)  $\text{H}_2, \text{Ni} \mid \text{KOH} \mid \text{Ni}, \text{O}_2$  (+), токообразующая реакция:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

### Билет 13

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

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

3. Сухой марганцево-цинковый элемент, ограничителем емкости которого является положительный электрод, имеет емкость  $18,5 \text{ А}\cdot\text{ч}$ . На изготовление одного элемента расходуется положительной активной массы  $225 \text{ г}$  (без учета потерь). Положительная активная масса готовится смешением угле-марганцевой смеси с нашатырем  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и электролитом. Угле-марганцевая смесь содержит  $81,5 \%$  активированного пиролюзита (имеющего  $71,2 \%$   $\text{MnO}_2$ ),  $15,2 \%$  графита и  $3,3 \%$  сажи. На  $100 \text{ г}$  угле-марганцевой смеси добавляется  $14 \text{ г}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  (сухая смесь), на  $100 \text{ г}$  сухой смеси –  $27 \text{ г}$  электролита (связующее). Каковы коэффициент использования  $\text{MnO}_2$  и удельный расход угле-марганцевой смеси?

### Билет 14

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

2. Сухой марганцево-цинковый элемент диаметром  $34 \text{ мм}$  и высотой  $64 \text{ мм}$ , имеет массу  $105 \text{ г}$ . При разряде на сопротивление  $10 \text{ Ом}$  элемент проработал  $34 \text{ ч}$  при среднем напряжении  $1,10 \text{ В}$ . Каковы удельные характеристики элемента?

3. Возможна ли самопроизвольная реакция в нейтрализаторе автомобиля между  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  при  $350 \text{ К}$  с образованием нетоксичных веществ:

а) при стандартных состояниях веществ;

б) при относительных парциальных давлениях продуктов реакции, равных  $1$ , и исходных веществ, равных двум?

Какие факторы будут влиять на увеличение выхода продуктов реакции?

### Билет 15

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

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.

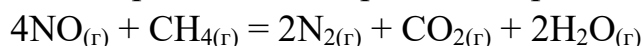
3. Как изменится состав продуктов реакции в выбросах автомобиля при замене октана  $C_8H_{18}$  на водород? Возможна ли самопроизвольная реакция между водородом и оксидом азота NO в нейтрализаторе автомобиля с образованием нетоксичных продуктов при 400 К и стандартных состояниях всех веществ?

### Билет 16

1. Определение ХИТ. Первый, второй и объединенный законы Фарадея. Электродвижущая сила ХИТ и ее расчет, зависимость ЭДС от активностей и парциальных давлений реагентов и продуктов токообразующей реакции.

2. Щелочной аккумулятор типа ЖН-60, имеющий габариты 45×349×128 мм и массу 4,07 кг, отдал свою емкость за 8 ч 52 мин при разряде током 7,5 А; среднее разрядное напряжение аккумулятора  $U_{cp} = 1,18$  В. Каковы удельные характеристики аккумулятора?

3. Возможно ли самопроизвольное протекание реакции



в нейтрализаторе автомобиля при 350 К при стандартных состояниях всех веществ? Как будет влиять повышение температуры на положение равновесия этой реакции?

### Билет 17

1. Определение ХИТ. Первый, второй и объединенный законы Фарадея. Литиевые аккумуляторы

2. При заряде 6-часовым режимом отформированного кадмий-никелевого аккумулятора примерно 70 % зарядной емкости принимается при среднем напряжении 1,45 В и около 30 % при 1,85 В.

Какова отдача по току и по энергии у аккумулятора типа КН-100, заряжающегося током 25 А в течении 6 ч, если при последующем разряде током 12,5 А он проработал 8 ч 22 мин при среднем напряжении 1,18 В?

3. Определите числа переноса в растворе NaOH. Параметры электролиза: Во все камеры налили по 15 мл раствора натриевой щелочи с концентрацией

0,1 моль/л. плотность катодного тока более 20 мА/см<sup>2</sup> Сила тока 13-15 мА  
Время электролиза 50-60 минут За время электролиза на катоде выделилось 0,2 г меди В катодной камере объем раствора составил 19,5 мл с концентрацией 0,14 моль/л.

### Билет 18

1. Конструкции и классификации ХИТ. Первичные литиевые источники тока. Растворители и соли для литиевых источников тока

2. Разрядная емкость окисно-никелевого электрода щелочного аккумулятора должна равняться 1,5 А·ч. Положительная активная масса, из которой изготавливается электрод, содержит 45,6 % никеля в пересчете на металлический; коэффициент использования никеля при разряде равен 60 %.

Какое количество активной массы необходимо заложить в электрод?

3. Определите числа переноса в растворе AgNO<sub>3</sub> В начале опыта по определению числа переноса методом Гитторфа в 100 г анолита содержалось 0,1788 г нитрата серебра. После опыта в 20,09 г анолита содержалось 0,06227 г нитрата серебра. За время опыта в серебряном кулонометре выделилось 0,0322 г серебра.

### Билет 19

1. Щелочные аккумуляторы: никель-кадмиевые, никель-железные: реакции на электродах, электролит, электрохимические характеристики.

2. Окисно-никелевый электрод щелочного аккумулятора содержит 16,2 г активной массы. В составе активной массы 47,2 % никеля в пересчете на металлический. Коэффициент использования активного вещества при разряде равен 63 %. Какой разрядной емкостью обладает электрод?

3. В начале опыта по определению числа переноса методом Гитторфа в 100 г анолита содержалось 0,1788 г нитрата серебра. После опыта в 20,09 г анолита содержалось 0,06227 г нитрата серебра. За время опыта в серебряном кулонометре выделилось 0,0322 г серебра.

### Билет 20

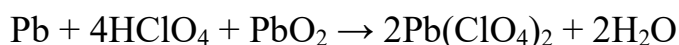
1. Никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы: реакции на электродах, электролит, электрохимические характеристики

2. В резервном свинцовом элементе с хлорной кислотой

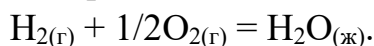


на 1 А·ч фактической емкости расходуется около 20 г 50 % раствора HClO<sub>4</sub>.

Каков коэффициент использования хлорной кислоты HClO<sub>4</sub>? Суммарная реакция, протекающая в элементе:



3. Рассчитайте стандартную ЭДС топливного элемента, в котором при 298 К протекает электрохимическая реакция:



### Билет 21

1. Первичные литиевые источники тока. Материал анода и катода, реакции на электродах, электролит, электрохимические характеристики.

2. Каково внутренне сопротивление меднооксидного элемента типа МОЭ-1000:

а) в начале его разряда, когда при токе 1 А разрядное напряжение элемента равно 0,68 В, а при токе 6,0 А – 0,63 В;

б) после отдачи номинальной емкости, когда при тех же токах разрядные напряжения соответственно равны 0,62 В и 0,53 В?

3. Резервная 18-элементная последовательно соединенная батарея



имеет емкость 1,5 А·ч. Средний коэффициент использования хлорида меди (I) при разряде батареи равен 60 %.

Какое количество CuCl (без учета потерь) необходимо для изготовления положительных электродов батареи? Суммарная элементная реакция:  $\text{Mg} + 2\text{CuCl} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{MgCl}_2$

### Билет 22

1. Литиевые аккумуляторы: Материал анода и катода, реакции на электродах, электролит, электрохимические характеристики.

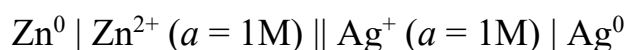
2. В типоразмере 18650 литий-марганцевый аккумулятор имеет емкость 2100 мА·ч, среднее разрядное напряжение 3,7 В и массу 50 г. Каковы удельные характеристики элемента?

3. Для дизель-генератора (либо другого генератора, задача которого, является поддержании заряда в системе накопления) подберите тип, торговую марку, удельный расход топлива  $Q_{\text{уд}}$ , стоимость топлива, срок службы и стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

### Билет 23

1. Материалы в химических источниках тока. Электроды ХИТ: активное вещество, типы добавок в активную массу электродов.

2. Определите константу равновесия реакции, протекающей при 25 °С в элементе



Предварительно рассчитайте ЭДС элемента по стандартным значениям электродных потенциалов.

3. Для блока аккумуляторных батарей, исходя из необходимой энергии, которая будет потребляться от блока аккумуляторов, рассчитайте емкость блока аккумуляторов, выберите тип аккумуляторов, обоснуйте свой выбор и рассчитайте количество единичных батарей в блоке.

#### Билет 24

1. Материалы в химических источниках тока. Электролиты в ХИТ: водные, неводные, расплавленные соли, твердофазные и матричные.

2. ЭДС гальванической цепи

(-)  $\text{Ag}^0 / \text{AgNO}_3 (0,005 \text{ н; } \alpha = 98 \%) \parallel \text{AgNO}_3 (? \text{ н; } \alpha = 85 \%) / \text{Ag}^0 (+)$

равна 0,085 В. Определите концентрацию электролита при положительном электроде, если коэффициенты иона  $\text{Ag}^+$  в растворах  $\text{AgNO}_3$  при катоде и аноде соответственно равны 0,945 и 0,750.

3. Батарея свинцовых аккумуляторов заряжалась током 6,5 А в течение 14 ч при среднем напряжении 6,8 В. При разряде током 7 А батарея отдала емкость за 10 ч 30 мин при среднем напряжении 5,95 В. Какова отдача батареи по току и энергии?

#### Билет 25

1. Плотность раствора серной кислоты в заряженном свинцовом аккумуляторе должна равняться 1,28 г/мл (массовая доля 36,87 %); в разряженном аккумуляторе плотность электролита 1,10 г/мл (14,35 %). Сколько электролита должно быть залито в полностью разряженный аккумулятор с фактической емкостью 120 А·ч, чтобы изменение плотности его электролита в процессе заряда-разряда находилась в указанных пределах? Каков будет при этом коэффициент использования серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

2. Для водородного накопителя с учетом ФКТЭ и системы аккумуляции  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$  определите производительность электролизера, установленную мощность  $P_{\text{эл}}^{\text{уст}}$ , кВт, давление компрессора, необходимый объем хранящегося водорода  $V(\text{H}_2)$  (при необходимости – кислорода  $V(\text{O}_2)$ ), установленную мощность топливного элемента  $N_{\text{ТЭ}}^{\text{уст}}$ , стоимостные характеристики оборудования, его эксплуатации.

3. Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна 75,24 кДж/моль, а с катализатором – 50,14 кДж/моль. Во сколько раз возрастет скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при 25 °С?