

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института химии  
д. х. н., профессор О. В. Федотова  
" 16 " *Федотова* 09 2019 г.

Рабочая программа дисциплины

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Направление подготовки бакалавриата  
04.03.01 — Химия

Профиль подготовки бакалавриата  
Физическая химия

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов  
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Ушаков Арсений Владимирович	<i>Ушаков</i>	16.09.2019
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна	<i>Крылатова</i>	16.09.2019
Заведующий кафедрой	Казаринов Иван Алексеевич	<i>Казаринов</i>	16.09.2019
Специалист Учебного управления	<i>Зирина</i> Елена Валерьевна	<i>Зирин</i>	16.09.2019г

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Химические источники тока» является развитие у студентов универсальной компетенции — способности проводить поиск и критически анализировать информацию и применять системный подход при решении поставленных задач, и профессиональной компетенции — способности решать технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их испытаний.

Освоение предлагаемой дисциплины должно способствовать расширению и целостной систематизации сведений об особенностях непосредственного преобразования энергии химических взаимодействий в электрическую работу, реализуемого в разнообразных химических источниках тока, сведений о современных направлениях разработок по этой тематике.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 «Химические источники тока» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 — Дисциплины (модули) рабочего учебного плана ООП по направлению подготовки 04.03.01 — Химия, профилю «Физическая химия», и предлагается к освоению в шестом семестре.

Успешному освоению программы способствуют наличие у обучаемого: базовых знаний и умений по физической химии (химической термодинамике, электрохимии, химической кинетике), формируемых в рамках освоения дисциплин Б1.О.13; по неорганической химии (Б1.О.10), математике (Б1.О.05) — а также умение работать с литературой на иностранном языке (Б1.О.01).

Успешное освоение программы должно способствовать целеполаганию для последующего освоения дисциплин «Кинетика электродных процессов» (Б1.В.04), «Электрохимические методы исследования» (Б1.В.ДВ.06.01), «Электрохимия электролитов» (Б1.В.ДВ.06.02), «Электрохимия твёрдого тела» (Б1.В.ДВ.05.02), «Биоэлектрохимия» (Б1.В.ДВ.03.01).

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>2.1_Б.УК-1.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p><b>4.1_Б.УК-1.</b> Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки.</p> <p>Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные типы химических источников тока и особенности их функционирования,</li> <li>– особенности конструкции химических источников тока и составляющих их элементов,</li> <li>– основные источники информации и инструменты поиска информации по химическим источникам тока</li> </ul> <p><b>Уметь:</b> анализировать источники информации о современном состоянии исследований в области химических источников тока</p> <p><b>Владеть:</b> навыками формирования оценочных суждений по современному состоянию исследований по химическим источникам тока</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен решать технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их испытаний</p>	<p><b>ПК-4.3.</b> Проводит характеристику полученного функционального материала (вещества) физико-химическими методами с использованием типового научного оборудования.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы испытаний химических источников тока;</li> <li>– характеристики химических источников тока;</li> <li>– цели и задачи испытаний функциональных материалов для химических источников тока</li> </ul> <p><b>Уметь:</b> выбирать методы и методики, оборудование для определения характеристик источников тока</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с оборудованием для определения характеристик химических источников тока и функциональных материалов для них.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы, или 144 академических часа, в том числе 72 часа контактного обучения (36 часов — лекции, 36 часов — обучение в форме практических занятий), 45 часов — самостоятельная работа, 27 часов — промежуточная аттестация.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра*	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости  <i>Форма промежуточной аттестации</i>
				Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Введение. Принципиальное устройство химических источников тока	6	1,2	12	4	4	4	—	Индивидуальное задание на расчёт удельной ёмкости, удельной энергии, удельного расхода функционального материала
2	Разновидности химических источников тока	6	3, 4	12	4	4	4	—	Индивидуальное задание на оценку термодинамических функций аккумулятора
3	Характеристики химических источников тока	6	5, 6	12	4	4	4	—	Индивидуальное задание на оценку количества реагентов для источника тока с заданными характеристиками
4	Методы определения характеристик химических источников тока		7	8	2	2	4	—	Отчёт по практической работе «Определение электрохимических характеристик коммерческого источника тока цинк – диоксидмарганцевой системы»
5	Электрохимические аспекты функционирования химических источников тока	6	8	8	2	2	4	—	
6	Реальные электроды	6	9	8	2	2	4	—	
7	Особенности основных типов химических источников тока	6	10- 16	57	18	18	21	—	Доклад об особенностях типа химических источников тока  Участие в дискуссиях
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>6</b>		<b>27</b>				<b>27</b>	<b>Экзамен</b>
	<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>1- 16</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	

## Содержание дисциплины

### Раздел 1. Введение. Принципиальное устройство химических источников тока

Место химических источников тока среди автономных источников электрической энергии. Преимущества химических источников тока. Химический источник тока, электрохимическая ячейка, гальванический элемент, гальваническая батарея. Разновидности гальванических элементов. Электрод, активное вещество (реагент), электролит химического источника тока. Электрохимическая система. Принципы конструирования химических источников тока. Реакции, протекающие в химическом источнике тока. Катодные и анодные реакции. Катод и анод источника тока. Разряд и заряд химического источника тока. Токообразующие реакции. Побочные реакции. Саморазряд источника тока.

Электродный потенциал. Напряжение разомкнутой цепи. Рабочее напряжение разряда или заряда химического источника тока. Омическое падение напряжения и поляризация. Плотность тока. Законы Фарадея применительно к химическим источникам тока. Теоретические и фактические удельный расход на единицу заряда и на единицу энергии, удельная ёмкость и удельная энергия реагента. Коэффициент использования реагента.

Термодинамические соотношения для описания работы гальванического элемента. Уравнение Нернста. Теплота, выделяющаяся при разряде химического источника тока. Анализ уравнения Гиббса-Гельмгольца для электрохимической системы. Коэффициенты полезного действия: теоретический, фактический, общий фактический.

Аналоги процессов химических источников тока в технике и живой природе. Вопросы утилизации химических источников тока.

### Раздел 2. Разновидности химических источников тока

Многообразие электрохимических систем. Требования к электрохимическим системам для их практической реализации в химических источниках тока.

Практически реализованные электрохимические системы, этапы совершенствования эксплуатационных характеристик. Разрабатываемые в настоящее время химические источники тока.

Конструктивные особенности химических источников тока с твёрдыми реагентами. Биполярные электроды.

Конструктивные особенности гальванических элементов с жидкими и газообразными реагентами и элементов с непрерывной подачей твёрдых

реагентов. Конструктивные особенности резервных химических источников тока.

### Раздел 3. Характеристики химических источников тока

Основные электрические характеристики химических источников тока. Напряжение разомкнутой цепи. Разрядное напряжение. Вольтамперная характеристика. Разрядные кривые. Характерные значения напряжения при разряде элемента.

Ток и мощность разряда. Режимы разряда химических источников тока. Номинальный режим разряда. Токовые характеристики химического источника тока.

Ёмкость и энергозапас первичного элемента. Разрядная ёмкость. Номинальные ёмкость и энергозапас. Фактическая ёмкость и факторы, её определяющие.

Электрические характеристики аккумуляторов. Режимы заряда аккумулятора. Разрядная ёмкость и энергозапас аккумулятора. Глубина разряда и степень заряженности. Отдачи по ёмкости, напряжению и энергии. Циклический ресурс.

Электрические характеристики топливных элементов. Напряжение топливного элемента. Энергоустановка и электрохимический генератор. Характеристики, определяющие массу энергоустановки.

Эксплуатационные параметры химических источников тока. Температурный диапазон работоспособности. Причины ограниченности сроков хранения и работы химических источников тока. Другие эксплуатационные параметры.

Сравнительные характеристики химических источников тока: удельный ток, нормированный ток, нормированное время работы, нормированное внутреннее сопротивление. Электрические характеристики, отнесённые к единице поверхности электрода, массе или объёма химического источника тока. Сравнение практически реализованных электрохимических систем, применяемых в настоящее время.

### Раздел 4. Методы определения характеристик химических источников тока

Методы определения электрических и эксплуатационных характеристик химических источников тока и функциональных материалов для источников тока. Планирование испытаний функциональных материалов. Планирование

испытаний источников тока. Приборы для электрохимических измерений, электронные нагрузки.

## Раздел 5. Электрохимические аспекты функционирования химических источников тока

Понятие потенциала электрода. Гальваническая цепь. Электродный потенциал. Потенциалы: равновесный, неравновесный, стационарный. Ток обмена.

Электролиты в химических источниках тока. Виды электролитов. Условие электронейтральности электролита. Перенос заряда и вещества в электролите. Миграция, диффузия конвекция. Подвижность заряженной частицы. Плотность потока. Парциальная плотность потока. Плотность тока.

Двойной электрический слой и аспекты нефарадеевских явлений.

Введение в электрохимическую кинетику. Поляризация электродов. Поляризационная кривая. Виды поляризации: концентрационная, активационная, фазовая. Лимитирующая стадия электродного процесса. Теории электрохимической кинетики. Пассивация электродов.

## Раздел 6. Реальные электроды и особенности конструкции химических источников тока

Причины применения пористых и дисперсных систем в качестве твёрдых реагентов в химических источниках тока (ХИТ).

Номенклатура свойств пористых и дисперсных систем. Порошки и волокна. Микроструктура, мезоструктура и макроструктура порошков; кристаллиты, агрегаты и агломераты частиц. Размер частиц и распределение частиц по размерам. Влияние поверхностного слоя частиц на их активность.

Пористые изделия, способы их получения. Важнейшие геометрические показатели пористых изделий. Форма пор. Структура пор. Смачиваемость пор, особенности применения лиофильных и лиофобных систем.

Функциональные параметры пористых изделий: фактор извилистости, коэффициент ослабления проводимости. Эффективная удельная проводимость электролита. Эффективный коэффициент диффузии. Течение электролита через пористый материал. Электронная проводимость пористого материала.

Применение паст и гелеобразных тел в составе ХИТ.

Активная масса электродов ХИТ. Добавки в активную массу: электропроводные, связующие, лиофобизирующие и лиофилизирующие и другие. Технологические аспекты производства активных масс.

Вторичные изменения в электродах. Объёмные изменения и их влияние на функционирование электродов. Эффект «памяти». Процессы старения. Осыпание и оползание активной массы. Перемещение активной массы.

Макрокинетика процессов в пористых электродах. Коэффициент эффективности пористого электрода. Варианты пористых электродов в соответствии с фазовым состоянием реагентов, постоянством структуры, способом подачи реагентов, направлением подачи реагентов.

Явления, обусловленные омическими и транспортными затруднениями в пористом электроде, контактирующем с жидким электролитом.

Явления, обусловленные омическими и транспортными затруднениями в пористом электроде, контактирующем и с жидким электролитом, и с газом.

Вопросы крупномасштабной макрокинематики.

Сепараторы.

Факторы, определяющие возможность масштабирования энергоаккумулирующих систем. Тепловые процессы в источниках тока. Резервные источники тока.

## Раздел 7. Особенности основных типов химических источников тока\*

**\*Примечание.** Каждый тип системы рассматривается по примерному плану: особенности электрохимической системы; токообразующие и побочные реакции; типичные характеристики; конструкции; особенности эксплуатации; области применения; проблемы, решаемые при разработке; утилизация отработанных энергоаккумулирующих устройств.

Цинк – диоксидмарганцевые электрохимические системы с солевым и щелочным электролитами. Медно-цинковые, ртутно-цинковые электрохимические системы с щелочным электролитом. Серебряно-цинковые, серебряно-кадмиевые, никель-цинковые аккумуляторы. Свинцово-кислотные аккумуляторы. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Никель-металлгидридные аккумуляторы. Источники тока с литиевым анодом и апротонными электролитами. Литий-ионные аккумуляторы. Концепция металл-ионных аккумуляторов (металл — натрий, калий, магний, алюминий) и практическая реализация систем. Концепция металл-воздушных первичных источников тока и аккумуляторов (металл — цинк, алюминий, магний, литий) и практическая реализация систем. Водородно-кислородные топливные элементы. Химические источники тока с твёрдыми и расплавленными электролитами. Электрохимические системы для крупногабаритных энергоаккумулирующих приложений. Суперконденсаторы.



## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Традиционные и инновационные образовательные технологии: лекции; практические занятия с интерактивным разбором примеров; индивидуальные задания; выполнение практической работы; доклад об особенностях типа источника тока и дискуссия по этой теме; самостоятельная работа студентов.

*Лекции* проводятся в форме устного изложения лектором разделов дисциплины с демонстрацией поясняющих иллюстраций (презентаций), интерактивным разбором избранных вопросов.

Формы *практических* занятий:

1) Интерактивный разбор примеров практических задач, по разделам:

«Введение. Принципиальное устройство химических источников тока» — 2 ч;

«Разновидности химических источников тока» — 2 ч;

«Характеристики химических источников тока» — 2 ч;

«Методы определения характеристик химических источников тока» — 0,5 ч;

«Электрохимические аспекты функционирования химических источников тока» — 0,5 ч;

«Реальные электроды» — 0,5 ч.

2) Индивидуальные задания, по разделам:

«Введение. Принципиальное устройство химических источников тока» — 2 ч;

«Разновидности химических источников тока» — 2 ч;

«Характеристики химических источников тока» — 2 ч.

3) Практическая работа по определению характеристик коммерческого источника тока выполняется в течение нескольких практических занятий в рамках разделов «Методы определения характеристик химических источников тока», «Электрохимические аспекты функционирования химических источников тока», «Реальные электроды». Суммарная длительность — 4,5 ч.

4) Доклады и дискуссии по теме каждого доклада предусмотрены в рамках раздела «Особенности основных типов химических источников тока». Каждый студент в рамках раздела представляет доклад по выбранной им и согласованной с преподавателем теме; после доклада проводится дискуссия по этой теме. Продолжительность доклада совместно с дискуссией — 1–2 часа, общая длительность — 18 часов.

Доля практических занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 70,8%.

Для учебно-методического сопровождения студента с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидностью возможно применение дистанционного обучения, средства для которого размещаются на сайте университета [course.sgu.ru](http://course.sgu.ru). Проводятся консультации с преподавателем онлайн. В процессе обучения выстраивается индивидуальный образовательный маршрут для каждого студента с ОВЗ и инвалида, применяются технологии поэтапного включения студентов с ОВЗ и инвалидов в образовательный процесс, ориентированных на самообразование. При организации учебного процесса со студентами с ОВЗ и инвалидов преподаватель учитывает время на подготовку студентов при отчете и зачете. Для подготовки к занятиям и работы в интернете студентам с ОВЗ и инвалидам в Институте химии предоставляется ноутбук.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов предполагает знакомство с терминологическим аппаратом по содержанию дисциплины; подготовку к практическим занятиям и выполнению индивидуальных заданий; подготовку отчёта по практической работе; подготовку доклада по выбранной им и согласованной с преподавателем теме и к участию в дискуссиях по темам, разбираемым в рамках раздела «Особенности основных типов химических источников тока».

Самостоятельная работа может осуществляться как с применением компьютеров в дисплейном классе Института химии, так и на личных компьютерах и ноутбуках студентов. Доступ к отдельным интернет-ресурсам возможен только с компьютеров в сети СГУ или с домашних компьютеров после однократной саморегистрации с любого компьютера СГУ.

#### **Вопросы по разделам дисциплины**

Раздел 1. Введение. Принципиальное устройство химических источников тока

- 1) Место химических источников тока среди автономных источников электрической энергии. Преимущества химических источников тока.
- 2) Химический источник тока, электрохимическая ячейка, гальванический элемент, гальваническая батарея. Разновидности гальванических элементов.

- 3) Электрод, активное вещество (реагент), электролит химического источника тока. Электрохимическая система. Принципы конструирования химических источников тока.
- 4) Реакции, протекающие в химическом источнике тока. Катодные и анодные реакции. Катод и анод источника тока. Разряд и заряд химического источника тока. Токообразующие реакции. Побочные реакции. Саморазряд источника тока.
- 5) Электродный потенциал. Напряжение разомкнутой цепи. Рабочее напряжение разряда или заряда химического источника тока. Омическое падение напряжения и поляризация. Плотность тока.
- 6) Законы Фарадея применительно к химическим источникам тока. Теоретические и фактические удельный расход на единицу заряда и на единицу энергии, удельная ёмкость и удельная энергия реагента. Коэффициент использования реагента.
- 7) Термодинамические соотношения для описания работы гальванического элемента. Уравнение Нернста. Теплота, выделяющаяся при разряде химического источника тока. Анализ уравнения Гиббса-Гельмгольца для электрохимической системы. Коэффициенты полезного действия: теоретический, фактический, общий фактический.
- 8) Аналоги процессов химических источников тока в технике и живой природе. Вопросы утилизации химических источников тока.

## Раздел 2. Разновидности химических источников тока

- 1) Многообразие электрохимических систем. Требования к электрохимическим системам для их практической реализации в химических источниках тока.
- 2) Практически реализованные электрохимические системы, этапы совершенствования эксплуатационных характеристик.
- 3) Разрабатываемые в настоящее время химические источники тока.
- 4) Конструктивные особенности химических источников тока с твёрдыми реагентами. Биполярные электроды.
- 5) Конструктивные особенности гальванических элементов с жидкими и газообразными реагентами и элементов с непрерывной подачей твёрдых реагентов.
- 6) Конструктивные особенности резервных химических источников тока.

## Раздел 3. Характеристики химических источников тока

- 1) Основные электрические характеристики химических источников тока. Напряжение разомкнутой цепи. Разрядное напряжение. Вольтамперная характеристика. Разрядные кривые. Характерные значения напряжения при разряде элемента.
- 2) Ток и мощность разряда. Режимы разряда химических источников тока. Номинальный режим разряда. Токвые характеристики химического источника тока.
- 3) Ёмкость и энергозапас первичного элемента. Разрядная ёмкость. Номинальные ёмкость и энергозапас. Фактическая ёмкость и факторы, её определяющие.
- 4) Электрические характеристики аккумуляторов. Режимы заряда аккумулятора. Разрядная ёмкость и энергозапас аккумулятора. Глубина разряда и степень заряженности. Отдачи по ёмкости, напряжению и энергии. Циклический ресурс.
- 5) Электрические характеристики топливных элементов. Напряжение топливного элемента. Энергоустановка и электрохимический генератор. Характеристики, определяющие массу энергоустановки.
- 6) Эксплуатационные параметры химических источников тока. Температурный диапазон работоспособности. Причины ограниченности сроков хранения и работы химических источников тока. Другие эксплуатационные параметры.
- 7) Сравнительные характеристики химических источников тока: удельный ток, нормированный ток, нормированное время работы, нормированное внутреннее сопротивление. Электрические характеристики, отнесённые к единице поверхности электрода, массе или объёму химического источника тока. Сравнение практически реализованных электрохимических систем, применяемых в настоящее время.

#### Раздел 4. Методы определения характеристик химических источников тока

- 1) Методы определения электрических и эксплуатационных характеристик химических источников тока и функциональных материалов для источников тока.
- 2) Планирование испытаний функциональных материалов.
- 3) Планирование испытаний источников тока.
- 4) Приборы для электрохимических измерений, электронные нагрузки.

## Раздел 5. Электрохимические аспекты функционирования химических источников тока

- 1) Понятие потенциала электрода. Гальваническая цепь. Электродный потенциал. Потенциалы: равновесный, неравновесный, стационарный. Ток обмена.
- 2) Электролиты в химических источниках тока. Виды электролитов. Условие электронейтральности электролита. Перенос заряда и вещества в электролите. Миграция, диффузия конвекция. Подвижность заряженной частицы. Плотность потока. Парциальная плотность потока. Плотность тока.
- 3) Двойной электрический слой и аспекты нефарадеевских явлений.
- 4) Введение в электрохимическую кинетику. Поляризация электродов. Поляризационная кривая. Виды поляризации: концентрационная, активационная, фазовая. Лимитирующая стадия электродного процесса. Теории электрохимической кинетики. Пассивация электродов.

## Раздел 6. Реальные электроды и особенности конструкции химических источников тока

- 1) Причины применения пористых и дисперсных систем в качестве твёрдых реагентов в химических источниках тока (ХИТ).
- 2) Номенклатура свойств пористых и дисперсных систем. Порошки и волокна. Микроструктура, мезоструктура и макроструктура порошков; кристаллиты, агрегаты и агломераты частиц. Размер частиц и распределение частиц по размерам. Влияние поверхностного слоя частиц на их активность.
- 3) Пористые изделия, способы их получения. Важнейшие геометрические показатели пористых изделий. Форма пор. Структура пор. Смачиваемость пор, особенности применения лиофильных и лиофобных систем.
- 4) Функциональные параметры пористых изделий: фактор извилистости, коэффициент ослабления проводимости. Эффективная удельная проводимость электролита. Эффективный коэффициент диффузии. Течение электролита через пористый материал. Электронная проводимость пористого материала.
- 5) Применение паст и гелеобразных тел в составе ХИТ. Активная масса электродов ХИТ. Добавки в активную массу:

электропроводные, связующие, лиофобизирующие и лиофилизующие и другие. Технологические аспекты производства активных масс.

- б) Вторичные изменения в электродах. Объёмные изменения и их влияние на функционирование электродов. Эффект «памяти». Процессы старения. Осыпание и оползание активной массы. Перемещение активной массы.
- 7) Макрокинетика процессов в пористых электродах. Коэффициент эффективности пористого электрода. Варианты пористых электродов в соответствии с фазовым состоянием реагентов, постоянством структуры, способом подачи реагентов, направлением подачи реагентов.
- 8) Явления, обусловленные омическими и транспортными затруднениями в пористом электроде, контактирующем с жидким электролитом.
- 9) Явления, обусловленные омическими и транспортными затруднениями в пористом электроде, контактирующем и с жидким электролитом, и с газом.
- 10) Вопросы крупномасштабной макрокинетики.
- 11) Сепараторы.
- 12) Факторы, определяющие возможность масштабирования энергоаккумулирующих систем. Тепловые процессы в источниках тока. Резервные источники тока.

## Раздел 7. Особенности основных типов химических источников тока\*

**\*Примечание.** Перечислены темы для подготовки докладов и к участию в дискуссиях. Каждая тема рассматривается по примерному плану: особенности электрохимической системы; токообразующие и побочные реакции; типичные характеристики; конструкции; особенности эксплуатации; области применения; проблемы, решаемые при разработке; утилизация отработанных энергоаккумулирующих устройств.

- 1) Цинк – диоксидмарганцевые электрохимические системы с солевым и щелочным электролитами.
- 2) Медно-цинковые, ртутно-цинковые электрохимические системы с щелочным электролитом.
- 3) Серебряно-цинковые, серебряно-кадмиевые, никель-цинковые аккумуляторы.
- 4) Свинцово-кислотные аккумуляторы.

- 5) Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы.
- 6) Никель-металлгидридные аккумуляторы.
- 7) Источники тока с литиевым анодом и апротонными электролитами.
- 8) Литий-ионные аккумуляторы.
- 9) Концепция металл-ионных аккумуляторов (металл — натрий, калий, магний, алюминий) и практическая реализация систем.
- 10) Концепция металл-воздушных первичных источников тока и аккумуляторов (металл — цинк, алюминий, магний, литий) и практическая реализация систем.
- 11) Водородно-кислородные топливные элементы.
- 12) Химические источники тока с твёрдыми и расплавленными электролитами.
- 13) Электрохимические системы для крупногабаритных энергоаккумулирующих приложений.
- 14) Суперконденсаторы.

## 7. Данные для учёта успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.2 — Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	20	0	30	20	0	10	20	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 6 семестр

#### Лекции (максимально 20 баллов)

Оцениваются *посещаемость* (максимально 10 баллов), *активность в аудитории* (максимально 10 баллов); баллы начисляются в конце семестра.

За посещаемость начисляются баллы в соответствии со следующими критериями:

- студент присутствовал на всех (18-ти) лекционных занятиях — **10 баллов**;
- студент присутствовал на 9-17 лекционных занятиях — **1-9 баллов**;
- студент присутствовал менее чем на 9 лекционных занятиях — **0 баллов**.

За активность в аудитории могут быть начислены баллы в случае, если *студент посетил не менее 9 лекционных занятий*, в соответствии с нижеприведёнными критериями:

- студент проявлял активность в обсуждении затрагиваемых вопросов не менее чем на 90% посещённых им лекционных занятий — **10 баллов**;
- студент проявлял активность в обсуждении затрагиваемых вопросов не менее, чем на  $(10 \cdot (n - 1))$  %, но меньше, чем на  $(10 \cdot n)$  % посещённых им лекционных занятиях —  **$n$  баллов ( $n$  — от 1 до 9)**;
- студент не проявлял активности в обсуждении затрагиваемых вопросов ни на одной из лекций — **0 баллов**.

#### Лабораторные занятия

*Не предусмотрены*

#### Практические занятия (максимально 30 баллов)

В рамках данного вида учебной деятельности оцениваются три индивидуальных задания, за *каждое* максимально **10 баллов**, в том числе:



*от 0 до 7 баллов* за структурированность решения и правильный результат, ответы на дополнительные вопросы; *от 0 до 3 баллов* за своевременное представление (3 — решение представлено своевременно, 0 — с задержкой).

**Самостоятельная работа (максимально 20 баллов)**

В рамках данного вида учебной деятельности оцениваются следующие формы текущего контроля успеваемости (в сумме *от 0 до 20 баллов*): доклад и участие в дискуссиях по тематике докладов других студентов.

*Доклад* — максимально **10 баллов**, в том числе:

- *от 0 до 4 баллов* за содержание работы (оцениваются грамотность и доступность к восприятию речи, структура и оформление презентации, соответствие таблиц и иллюстраций основному содержанию);
- *от 0 до 4 баллов* за участие в дискуссии по тематике представленного доклада (грамотное построение суждений, ответов на вопросы);
- *от 0 до 2 баллов* за своевременное представление (2 — доклад представлен своевременно, 0 — с задержкой).

*Дискуссии* по тематике докладов других студентов — максимально 10 баллов.

- студент грамотно участвовал не менее чем в 90% дискуссиях — **10 баллов**;
- студент грамотно участвовал не менее чем в  $(10 \cdot (n - 1))$  %, но меньше, чем в  $(10 \cdot n)$ % дискуссиях — ***n* баллов (*n* — от 1 до 9)**;
- студент не проявлял активности ни в одной дискуссии — **0 баллов**.

**Автоматизированное тестирование**

*Не предусмотрено.*

**Другие виды учебной деятельности (максимально 10 баллов)**

Предусмотрено выполнение и представление отчёта по практической работе ««Определение электрохимических характеристик коммерческого источника тока цинк – диоксидмарганцевой системы». Максимально можно получить 10 баллов, в том числе:

- *от 0 до 4 баллов* за подготовку к выполнению и выполнение работы (оцениваются самостоятельность и грамотность выполнения операций);

- от 0 до 4 баллов за оформление отчёта (грамотная интерпретация экспериментальных данных, грамотное построение суждений и заключения);
- от 0 до 2 баллов за своевременное представление (2 — отчёт представлен своевременно, 0 — с задержкой).

Промежуточная аттестация — экзамен (максимально 20 баллов)

Предусмотрена в форме собеседования по вопросам дисциплины.

Максимально за собеседование можно получить **20 баллов**.

0 — студент не отвечает на вопросы преподавателя;

1–9 — студент отвечает на некоторые вопросы преподавателя или не даёт развёрнутых ответов («неудовлетворительно»);

10–13 — студент отвечает на большинство вопросов преподавателя, но не имеет целостного представления и не участвует в диалоге с преподавателем по теме собеседования («удовлетворительно»);

14–17 — студент имеет целостное представление, поддерживает диалог с преподавателем по теме собеседования, грамотно отвечает на большинство вопросов преподавателя («хорошо»);

18–20 — студент имеет целостное представление, поддерживает диалог с преподавателем по теме собеседования и отвечает на все вопросы («отлично»).

*Студенту начисляются 20 баллов без собеседования, если по итогам деятельности в течение семестра он набирает не менее 70 баллов.*

Таким образом, *максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Химические источники тока» составляет 100 баллов.*

**Таблица 2.2** Таблица пересчёта полученной суммы баллов по дисциплине «Химические источники тока» в оценку (экзамен):

<b>85 баллов и более</b>	«отлично»
не меньше <b>75</b> , но меньше <b>85 баллов</b>	«хорошо»
не меньше <b>60</b> , но меньше <b>75 баллов</b>	«удовлетворительно»
<i>меньше 60 баллов</i>	«не удовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

- 1) **Электрохимия** [Текст] : учебник / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 2-е изд., испр. и перераб. - Москва : Химия : КолосС, 2008. – 669 с. ✓
- 2) Тазетдинов, Р. Г. Химические источники тока с реакционно формирующимся электролитом [Электронный ресурс] / Р. Г. Тазетдинов, Г. С. Тибрин. - М.: Изд-во МАИ, 2013. - 172 с.: ил. - ISBN 978-5-4316-0115-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/453267>. ✓
- 3) Химические источники тока: лабораторный практикум [Электронный ресурс] : Практикум / Т.В. Ершова .— Иваново : Ивановский государственный химико-технологический университет, 2008 .— 34 с. — Кафедра технологии электрохимических производств .— Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/142066>. ✓

б) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

- 1) Программа управления потенциостатом IPC Pro
- 2) Microsoft Word версии 2010 или новее
- 3) Microsoft Excel версии 2010 или новее
- 4) Microsoft PowerPoint версии 2010 или новее

Интернет-ресурсы:

- 1) Чуриков А. В., Казаринов И. А. «Современные химические источники тока». Электронный вариант курса лекций. URL: [http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/01/11/sovr\\_hit.doc](http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/01/11/sovr_hit.doc).
- 2) eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА. URL: <https://elibrary.ru/>.
- 3) Scopus. URL: <https://www.scopus.com/> (доступ с компьютеров сети СГУ).
- 4) Web of Science - ISI Web of Knowledge. URL: <https://login.webofknowledge.com/> (доступ с компьютеров сети СГУ).

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор, интерактивная доска для проведения лекционных занятий.
2. Потенциостат-гальваностат IPC Pro или аналогичный; компьютер для регистрации данных с прибора.
3. Отсеки для батареек, гальванические элементы типоразмера AAA различных производителей.
4. Аналитические весы с неопределённостью взвешивания  $\pm 0,001$  г и верхним пределом взвешивания не менее 100 г.
5. Обработка экспериментальных данных может осуществляться на компьютерах в учебной лаборатории физической химии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 — Химия и профилю подготовки «Физическая химия».

Автор:

доцент кафедры физической химии  
к. х. н.

А. В. Ушаков

Программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 28 августа 2019 года, протокол № 1.