

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

---

**Институт химии и биологии**

**Кафедра неорганической и физической химии**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы

\_\_\_\_\_ Х.Б Кушхов.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института

\_\_\_\_\_ Бажева Р.Ч.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электрохимическая энергетика»**

**04.04.01 - Химия**

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

**Электрохимия**

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

**«Магистр»**

Форма обучения

**очная**

Нальчик 2022

Рабочая программа дисциплины «Электрохимическая энергетика»

Составитель М.Р. Тленкопачев - Нальчик: ФГБОУ ВО КБГУ, 2022. – 14 с.

Программа соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования и Примерной основной образовательной программе.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки магистров 04.04.01 - Химия по профилю «Электрохимия» во 2-ом семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 04.04.01 «Химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г № 670 по ФГОС 3-го поколения.

## **Содержание**

<b>1. Цели и задачи освоения дисциплины .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Требования к уровню освоения дисциплины .....</b>	<b>4</b>
3.1. Элементы общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций, формируемых данной дисциплиной.....	4
3.2. Результаты образования, формируемого данной дисциплиной.....	5
<b>4. Содержание и структура дисциплины .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....</b>	<b>7</b>
<b>6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности .....</b>	<b>10</b>
<b>7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....</b>	<b>10</b>
7.1. Основная литература.....	10
7.2. Дополнительная литература.....	11
7.3 Интернет – ресурсы.....	13
<b>8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....</b>	<b>13</b>

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Изучение данного курса имеет **целью** дать понимание принципиальных основ, практических возможностей и ограничений важнейших теоретических основ курса «Электрохимическая энергетика».

*Задачи дисциплины:*

- теоретическое и практическое изучение устройств получения, преобразования, хранения и передачи электрохимической энергии;
- приобретение навыков работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Электрохимическая энергетика» содержательно взаимосвязана с дисциплинами профессионального цикла «Высокотемпературная электрохимия», «Кинетика электродных процессов», «Принципы конструирования и работы электрохимической аппаратуры», и цикла «Научно-исследовательская работа и практика».

До изучения дисциплины «Электрохимическая энергетика», студенты должны получать знания по основным разделам электрохимии, а также других химических дисциплин.

Знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины «Электрохимическая энергетика» необходимы для глубокого освоения других химических дисциплин, а также дисциплины математического и естественнонаучного цикла.

## **3. Требования к уровню освоения дисциплины**

### ***3.1. Элементы профессиональных (ПК) компетенций, формируемых данной дисциплиной***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей профессиональной компетенции:

- Знание основных этапов и закономерностей развития химической науки, понимание объективной необходимости возникновения новых направлений, наличие представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков (ПК-2).

### 3.2. Результаты образования, формируемого данной дисциплиной

В результате изучения дисциплины «Электрохимическая энергетика» магистр химии должен:

- иметь представление об основных понятиях электрохимической энергетике;
- иметь представление о наиболее актуальных проблемах современной теоретической и экспериментальной химии;
- знать принципы построения и методологию химических исследований;
- иметь представление о важнейших открытиях отечественных и зарубежных ученых в области энергетике электрохимических систем;
- практически овладеть рядом методов исследования энергетике электрохимических систем.

## 4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 1. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Формы текущего контроля
1	<b>Принципы прямого преобразования энергии химических реакций в электрическую энергию в химических источниках тока (ХИТ).</b>	Важнейшие характеристики ХИТ. Термодинамика ХИТ. Кинетика энергообразующих процессов и материалы электродов ХИТ. Электрохимическая конверсия топлива. Основные типы ХИТ: первичные (гальванические) элементы, аккумуляторы, топливные элементы. Принципы конструирования ХИТ. Пористые системы. Электролиты ХИТ (водные, неводные, твердые,	Коллоквиум

		расплавленные). Крупномасштабное электрохимическое аккумулирование энергии. Электрохимические энергоустановки и электростанции.	
2	<b>Вопросы эксплуатации ХИТ и области практического применения</b>	Моделирование и пути оптимизации ХИТ. Саморазряд и другие деградационные явления.	Защита лабораторной работы
3	<b>Электрохимические конденсаторы</b>	Электрохимические конденсаторы как системы для хранения энергии. Материалы для двойнослойных и интеркаляционных конденсаторных систем.	Коллоквиум
4	<b>Фотохимическое и фотоэлектрохимическое преобразование солнечной энергии</b>	Принципы использования химических энергоносителей в системах преобразования и аккумулирования ядерной, солнечной и др. видов энергии. Термоэлектрохимические циклы. Основные типы и принципы функционирования. Концепция водородной энергетики. Водородаккумулирующие материалы и принципы их оптимизации.	Коллоквиум

Таблица 2. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 часа)

Вид работы	Трудоёмкость, часы
<b>Общая трудоёмкость (в часах)</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах)</b>	<b>64</b>
Лекционные занятия (Л)	32
Лабораторные работы (ЛР)	32
<b>Самостоятельные работы (в часах)</b>	<b>80</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачёт</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Введение в электрохимическую энергетику
2	Химические источники тока (ХИТ)
3	Вопросы эксплуатации ХИТ и области практического применения
4	Термодинамика электрохимических элементов и ячеек

5	Электрохимическая кинетика
6	Проблема хранения и аккумулирования водорода
7	Электрохимические суперконденсаторы

*Таблица 4. Лабораторные работы*

№ п/п	Тема
1	Химические источники тока (ХИТ)
2	Топливные элементы
3	Электрохимические суперконденсаторы

*Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины*

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Энергетика и жизнь. История открытия ХИТ. Современное состояние ХИТ.
2	Твёрдые полимерные электролиты. Твёрдые полимерные электролиты на основе полиэтиленоксида. Проводимость твёрдых полимерных электролитов. Гелеобразные полимерные электролиты.
3	Процессы в полупроводниковых фотоэлектрохимических элементах. Фотоэлектролиз, электрохимические и комбинированные системы для преобразования солнечной энергии в химическую и электрическую. Взаимосвязь прогресса в химической энергетике с разработкой новых функциональных материалов: жаропрочных материалов, катализаторов, электродных материалов, электролитов, мембран, селективных адсорбентов и абсорбентов и др

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

— *Задания для текущего контроля*

### *1) Вопросы, выносимые на коллоквиум*

Первичные химические источники тока (ХИТ). ХИТ с водными растворами электролитов. Первичные литиевые ХИТ. Расчет КПД электрохимических элементов и ячеек. Электрохимическая поляризация. Электродные потенциалы и ЭДС электрохимических элементов и ячеек. Разрабатываемые перезаряжаемые химические источники тока. Электрокатализаторы. Литий-ионные аккумуляторы. Электрохимические энергоустановки. Основные типы топливных элементов и энергоустановок. Принцип действия топливных элементов. Характеристики топливных элементов. Проводимость твёрдых

полимерных электролитов. Гелеобразные полимерные электролиты. Проблема хранения и транспортировки водорода. Физические методы хранения водорода. Химические методы хранения водорода. Гидридный метод хранения водорода. Электрохимические суперконденсаторы (ЭСК).

## *2) Задания для лабораторных занятий*

Расчет ЭДС и КПД электрохимических элементов и ячеек. Первичные и вторичные ХИТ. Характеристики литий-ионных аккумуляторов. Материал положительного электрода литий-ионных аккумуляторов. Материал электролита литий-ионных аккумуляторов. Проблема отрицательного электрода литий-ионных аккумуляторов. Углеродный электрод. Кислородно-водородный топливный элемент с щелочным электролитом.

## *3) Список вопросов к зачёту:*

1. Химические источники тока. История открытия.
2. Химические источники тока. Современное состояние.
3. Первичные химические источники тока с водными растворами электролитов.
4. Первичные литиевые химические источники тока.
5. Вторичные промышленные химические источники тока.
6. Разрабатываемые перезаряжаемые химические источники тока.
7. Термодинамика электрохимических элементов и ячеек.
8. Расчет ЭДС электрохимических ячеек.
9. Электродные потенциалы и ЭДС электрохимических элементов и ячеек.
10. Расчет КПД электрохимических элементов и ячеек.
11. Скорость электрохимических реакций и поляризация электродов.
12. Химическая поляризация.
13. Электрохимическая поляризация.
14. Электрокатализаторы.



15. Проблема литиевого анода во вторичных литиевых ХИТ. Литий-ионные аккумуляторы.
16. Характеристики литий-ионных аккумуляторов и перспективы их улучшения.
17. Материал электродов литий-ионных аккумуляторов.
18. Твёрдые полимерные электролиты.
19. Принцип действия топливных элементов.
20. Основные проблемы топливных элементов.
21. Основные типы топливных элементов и энергоустановок.
22. Электрохимические энергоустановки.
23. Понятие «водородной энергетики». Проблема хранения и транспортировки водорода.
24. Физические методы хранения водорода.
25. Адсорбционные методы хранения водорода
26. Химические методы хранения водорода.
27. Гидридный метод хранения водорода. Классы гидридов.
28. Электрохимические суперконденсаторы (ЭСК). История создания ЭСК.
29. Принципы работы и устройства электрохимических суперконденсаторов.
30. Двойнослойные конденсаторы и их основные составляющие.
31. Типы электродных материалов и типы электролитов электрохимических суперконденсаторов.
32. Характеристики работы электрохимического суперконденсатора (ЭСК). Практическое применение ЭСК.

## 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
ПК-2	<p><b>знание</b> основных этапов и закономерностей развития химической науки;</p> <p><b>умение</b> адаптировать знания и навыки, полученные в курсе, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью; использовать теоретические знания при объяснении результатов исследований;</p> <p><b>владение</b> современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований</p>	Коллоквиум Семинар

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Романов В.В., Хашев Ю.М. Химические источники тока. 2-е изд. М.: Советское радио, 1978.
2. Коровин Н.В. Новые химические источники тока. М.: Энергия, 1978.
3. Проблемы электрокатализа / Под ред. В.С. Багоцкого. М.: Наука, 1980.
4. Багоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока. М.: Энергоиздат, 1981.
5. Лидоренко Н.С., Мучник Г.Ф. Электрохимические генераторы. М.: Энерго-издат, 1982.

6. Лужин В.С., Коровин Н.В. Кондиционирование электрохимических энергоустановок. М.: МЭИ, 1978.
7. Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.Л., Кулешов Г.Л. Введение в водородную энергетику /Под ред. В.А. Легасова. М.: Энергоатомиздат, 1984.
8. Коровин Н.А. Прямое превращение энергии топлива в электрическую при помощи топливных элементов. М.: Госинти, 1962.
9. Коровин Н.А. Электрохимические генераторы. М.: Энергия, 1974.
10. Кромптон Т. Вторичные источники тока: Пер. с англ. М.: Мир, 1985. Электрохимия. Прошедшие 30 и будущие 30 лет: Пер. с англ. / Под ред. Г. Блума и Ф. Гутмана. М.: Химия, 1982.
11. Коровин Н.В. Электрохимическая энергетика. 2001 Т.1, № 1,2. С.16.
12. Барсуков В.З., Хоменко В.Т., Чивиков С.В., Антоненко П.Л. Химия и энергетика. 2001. Т. 1, № 1, 2. С.24.
13. Таганова А.А., Пак И.А. Герметичные химические источники тока. СПб.: Химиздат, 2003.
14. Нижниковский Е.А. II Электрохимическая энергетика. 2001. Т.1, № 1,2. С.39.
15. Фатеев С.Л., Кулова Т.П., Скундин А.М. II Электрохимическая энергетика. 2002. Т.2, №2. С.97.
16. Чуриков А.В. //Электронные компоненты. 2002. №2. С.60.
17. Тарасов В.П. Вопросы утилизации литиевых ХИТ военного применения М: Радиософт, 2002.
18. Багоцкий В.С. Проблемы электрокатализа. М. Наука, 1980г. 271с.

## ***7.2. Дополнительная литература***

1. Миклушевский В.В. Экология и промышленность России. 2002. №12. С.24.
2. Beck F., Ruetschi P. Electrochim.Acta. 2000. V.45. P.2467.

3. Материалы 11-го собрания Международной ассоциации «Интербат». СПб, 2001.
4. П. Русин А.И., Кольцов М.А. II Электрохимическая энергетика. 2002. Т.2, №4. С. 193.
5. Нижниковский Е.А., Скундина А.М. II Электронные компоненты. 2002. №7. С. 117.
6. Broussely M., Biensan P., Simon P. II Electrochim. Acta. 1999. V.45. P.3.
7. Korczyk M., Wojcik C. // New promising Electrochemical Systems for Rechargeable Batteries / Eds. V. Barsukov, F. Beck. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1996.
8. Казаринов И.А., Семькин А.В. Перспективные электрохимические системы для химических источников тока: Материалы конф. Киев, 2003. С.17.
9. Ovshinsky S.R. et al. Batteries for portable applications and electric vehicles. Pennington: The Electrochem. Soc, 1997.
10. Скундина А.М. II Электрохимическая энергетика. 2001. Т.1, № 1,2. С.5.
11. Кедринский И.А., Яковлев В.Т. Li-ионные аккумуляторы. Красноярск: ИПК «Платина», 2002.
12. Барсуков В.З. Перспективные электрохимические системы для химических источников тока: Материалы конф. Киев, 2003.
13. Volgin M.A., Churikov A. V., Pridatko K.I., Cridina N.A. Перспективные электрохимические системы для химических источников тока: Материалы конф. Киев, 2003.
14. Коровин Н.В. Литиевые источники тока: Материалы VI Междунар. конф. Новочеркасск: Изд-во «Набла», 2000.
15. Коровин Н.В. Электронные компоненты. 2002. №3. С.67.
16. Handbook of Batteries / Ed. D. Linden. N.Y.: McGraw Hill, 1995.
17. Koren B., Harats K., Goldstein J.R., Koral M. New promising Electrochemical Systems for Rechargeable Batteries / Eds. V. Barsukov, F. Beck. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1996.

18. Колосницын В.С., Карасева Е.В., Аминев Н.А., Батыршина Г.А.  
Электрохимия. 2002. Т.38. С.368.

### **7.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Интерактивный класс, оснащенный оборудованием: стендами, информационно-измерительными системами, электронными средствами обучения и контроля знаний студентов.

Компьютерный класс.

Лаборатории центра коллективного пользования «Рентгеновская диагностика материалов».

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные аудитории	№№ 203, 211, 319; интерактивная доска, 3 комплекта видео-презентационного оборудования ( проектор, экран, ноутбук)
2.	Лабораторные аудитории	№108, 121, 126; электрохимический комплекс «Autolab-PGSTAT 30», PAR-2273, потенциостат ПИ 50-1, учебно-лабораторный комплекс для проведения практикума по химии: универсальный контроллер, измерительные модули, датчики.

**Лист изменений (дополнений)**

**в рабочей программе дисциплины «Электрохимическая энергетика»**  
по направлению подготовки 04.04.01 – Химия на 2022-2023 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры неорганической и физической химии  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
личная подпись                      расшифровка подписи                      дата