

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

(подпись)

29.07.2016

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-2685/уч.

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 05 04 Фундаментальная химия**

2016 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 05 04-2013 и учебного плана G-31-147/уч 2013 г.

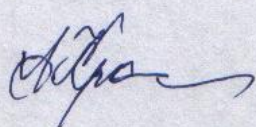
СОСТАВИТЕЛИ:

Е.А. Стрельцов, заведующий кафедрой электрохимии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор;
М.Е. Козыревич, ассистент кафедры электрохимии Белорусского государственного университета.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой электрохимии Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 29. 04. 2016 г.);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 05 мая 2016 г.)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Предметом является изучение электрохимических систем, которые используются в современных химических источниках тока (ХИТ). В рамках данной учебной дисциплины рассматриваются электрохимические процессы, протекающие при работе и хранении ХИТ, некоторые характеристики ХИТ, особенности их конструкции, эксплуатации и области применения.

Цель учебной дисциплины «Химические источники тока» - подготовка специалистов-электрохимиков, обладающих комплексом знаний в области физико-химических основ электрохимических процессов, протекающих в химических источниках тока.

Задачи учебной дисциплины заключаются в формировании у студентов целостной системы знаний по физико-химическим основам функционирования ХИТ, основным характеристикам химических источников тока, а также освоении методов оценки электрических и эксплуатационных характеристик ХИТ и их конструктивных особенностях.

Успешное освоение учебной программы по учебной дисциплине предусматривает изучение студентами ряда предшествующих дисциплин учебного плана, таких как «Физическая химия», «Неорганическая химия».

В результате изучения учебной дисциплины «Химические источники тока» студент должен *знать*:

- вопросы теории, конструкции и классификации ХИТ;
- особенности их практического использования;
- факторы, влияющие на эффективность работы ХИТ;
- методы теоретических и экспериментальных исследований основных характеристик ХИТ;
- отличительные черты и характеристики основных представителей первичных источников тока, аккумуляторов и топливных элементов;

уметь:

- решать учебные и исследовательские задачи на нахождение основных характеристик ХИТ и их зависимость от различных факторов, понимать физический смысл величин входящих в уравнения для нахождения этих характеристик;
- ориентироваться в перспективах и тенденциях мирового рынка ХИТ; использовании ХИТ в народном хозяйстве Республики Беларусь.

владеть:

- приемами практического нахождения важнейших электрохимических величин (электродвижущей силы, удельной емкости, удельной мощности и др.).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК), профессиональные (ПК) и социально-личностные (СЛ) компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования ОСВО 1-31 05 04

«Фундаментальная химия»:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь повышать свою квалификацию в процессе обучения.
- АК-10. Уметь осуществлять комплексный подход к решению химических проблем.
- АК-11. Уметь создавать и использовать в своей деятельности объекты интеллектуальной собственности.
- ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.
- ПК-2. Принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием химии и использованием современных физико-химических методов исследования.
- ПК-3. Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование.
- ПК 4. Использовать современные информационные и компьютерные технологии.
- ПК 5. Использовать научную и справочную литературу для создания новых веществ и материалов.
- ПК-8. Представлять итоги проделанной работы в виде отчетов и рефератов, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями с привлечением современных средств редактирования и печати.
- СЛ-1. Уметь работать в коллективе.

Учебная программа по учебной дисциплине «Химические источники тока» составлена на основе требований образовательного стандарта Республики Беларусь для специальности 1-31 05 01 Химия по направлению 1-31 05 04 Фундаментальная химия.

Данная учебная дисциплина является дисциплиной по выбору цикла специальных дисциплин.

Изучение учебной дисциплины «Химические источники тока» проводится в течение одного семестра. Учебный курс рассчитан на 90 часов, из них 52 аудиторных часа: 30 часов лекций, 6 часов семинарских, 12 лабораторных, 4 часов УСР.

Данная учебная дисциплина преподается на 4-м курсе в 7-м семестре.

Форма получения высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Задачи и значение учебной дисциплины «Химические источники тока». История развития химических источников тока (ХИТ). Классификация ХИТ. Основные области применения источников тока. Основные производители ХИТ.

Тема 1. Вопросы теории, конструкции и эксплуатации ХИТ

1.1 Основные понятия ХИТ. Пространственно-разделенные электрохимические реакции. Взаимопреращение электрической и химической форм энергии.

1.2 Основные электрические характеристики работы ХИТ. Электродвижущая сила (ЭДС), напряжение разомкнутой цепи, разрядное и зарядное напряжение, емкость, энергия, мощность. Баланс напряжений ХИТ. Термодинамические аспекты работы ХИТ. Зарядно-разрядные характеристики. Вольт-амперная характеристика. Особенности эксплуатации вторичных ХИТ. Коммутация ХИТ. Отдача по току, отдача по энергии.

1.3 Эксплуатационные характеристики ХИТ. Саморазряд и сохранность ХИТ, срок службы, ресурс, надежность.

1.4 Основные элементы конструкции химических источников тока. Активные вещества и активная масса электродов. Коэффициент использования активных веществ. Электролиты и сепараторы.

1.5 Электрохимические конденсаторы.

Тема 2. Первичные химические источники тока

2.1 Особенности и основные области применения первичных ХИТ.

2.2 Наиболее значимые первичные ХИТ с цинковым анодом: марганцево-цинковые солевые и щелочные элементы, элементы на основе оксидов ртути и серебра, воздушно-цинковые элементы. Использование лития в первичных ХИТ. Основные и побочные реакции при разряде и саморазряде. Особенности конструкции, состава электродов, электролита и сепаратора. Основные электрические характеристики. Влияние температуры и режима разряда на разрядную характеристику.

2.3 ХИТ с твердым электролитом. Разновидности твердых электролитов, их преимущества и недостатки. Твердоэлектролитные элементы на основе галогенидов серебра.

2.4 Перспективы и современные тенденции развития первичных ХИТ. Использование наноматериалов в ХИТ.

Тема 3. Вторичные химические источники тока

3.1 Общая характеристика вторичных ХИТ и области их применения. Особенности эксплуатации вторичных ХИТ.

3.2 Свинцово-кислотные аккумуляторы: электродные процессы при заряде и разряде, конструкционные особенности, основные электрические и эксплуатационные характеристики. Эксплуатация, применение и перспективы развития свинцово-кислотных аккумуляторов. Способы заряда аккумуляторов.

3.3 Никель-железные, никель-кадмиевые, никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы: электродные процессы при заряде и разряде, особенности конструкции, основные электрические и эксплуатационные характеристики. Применение, преимущества и недостатки, перспективы развития.

3.4 Перезаряжаемые химические источники тока на основе лития. Проблемы внедрения и деинтеркалирования лития. Особенности конструкции и электродных материалов, электродные процессы, электрические и эксплуатационные характеристики вторичных литиевых ХИТ. Вариации литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов. Применение и перспективы развития.

3.5 Серебряно-цинковые, никель-цинковые аккумуляторы и перспективы использования других электрохимических систем во вторичных ХИТ.

Тема 4. Химические источники тока резервного типа

4.1 Водоактивируемые ХИТ. Использование магния и алюминия в водных электролитах. Основные электрохимические системы, особенности конструкции и характеристики водоактивируемых резервных элементов. Водоактивируемые ХИТ с литиевым анодом. Неводные резервные ХИТ.

4.2 Ампульные и тепловые элементы: особенности конструкции и работы, преимущества и недостатки. Примеры ампульных и тепловых ХИТ.

Тема 5. Топливные элементы

5.1 Особенности топливных элементов: устройство, принципы работы и назначение основных компонентов. Электродные процессы в топливных элементах. Классификация современных топливных элементов, их применение, преимущества и недостатки, тенденции развития. Портативные топливные элементы.

5.2 Топливные элементы различных типов: с полимерным, фосфорнокислым, щелочным, твердооксидным, расплавленным карбонатным электролитом. Особенности функционирования, конструкции и электрических характеристик.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в дисциплину «Химические источники тока». История развития химических источников тока . Классификация ХИТ. Основные области применения источников тока. Основные производители ХИТ.	1						
2	Тема 1. Вопросы теории, конструкции и эксплуатации ХИТ	7						
2.1	Основные понятия ХИТ	1						
2.2	Основные электрические характеристики работы ХИТ	2		2				Устный опрос
2.3	Эксплуатационные характеристики ХИТ	1						
2.4	Основные элементы конструкции химических источников тока.	2						
2.5	Электрохимические конденсаторы.	1						
3	Тема 2. Первичные химические источники тока	6					2	Контрольная работа
3.1	Наиболее значимые первичные ХИТ с цинковым анодом	3			6			Отчет по лабораторной работе
3.2	Вариации первичных ХИТ на основе лития	2		2				Письменный опрос

3.3	Элементы с твердым электролитом	1						
4	Тема 3. Вторичные химические источники тока	10					2	Контрольная работа
4.1	Свинцово-кислотные аккумуляторы	2			6			Отчет по лабораторной работе
4.2	Никель-железные, никель-кадмиевые, никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы.	3		2				Устный опрос
4.3	Перезаряжаемые химические источники тока на основе лития.	3						
4.4	Серебряно-цинковые, никель-цинковые аккумуляторы и перспективы использования других электрохимических систем во вторичных ХИТ.	2						
5	Тема 4. Химические источники тока резервного типа	2						
5.1	Водоактивируемые ХИТ.	1						
5.2	Ампульные и тепловые элементы	1						
6	Тема 5. Топливные элементы	4						
6.1	Особенности топливных элементов	2						
6.2	Топливные элементы различных типов	2						
	Итого	30		6	12		4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Багоцкий, В.С. Химические источники тока / В.С. Багоцкий, А.М. Скундин. – М.: Энергоиздат, 1981. – 360 с.
2. Кромптон, Т. Первичные источники тока / Т. Кромптон. – М.: Мир, 1986. – 328 с.
3. Таганова, А.А. Герметичные химические источники тока / А.А. Таганова, Ю.И. Бубнов, С.Б. Орлов. – СПб.: Химиздат, 2005. – 264 с.
4. Варыпаев, В.Н. Химические источники тока / В.Н. Варыпаев, М.А. Дасоян, В.А. Никольский. – М.: Высш. школа, 1990. – 240 с.
5. Прикладная электрохимия: учебник / под ред. А. П. Томилова. – М.: Химия, 1984. – 520 с.

Дополнительная

1. Львов, А.Л. Химические источники тока / А.Л. Львов // СОЖ. – 1998. – № 4. – С. 45–49.
2. Winter, M. What are batteries, fuel cells and supercapacitors / M. Winter, R. Brodd // Chem. Rev. – 2004. – Vol. 104, № 10. – P. 4245–4270.
3. Коровин, Н. В. Электрохимическая энергетика / Н. В. Коровин. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 264 с.
4. Fuel Cells Handbook. – USDE, 2004. – 427 p.
5. Linden, D. The Handbook of Batteries / D. Linden, T.B. Reddy. – McGraw-Hill, 2002. – 1454 p.
6. Флеров, В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии / В.Н. Флеров. – М.: Высш. школа, 1967. – 292 с.
7. Химические источники тока: Справочник / Под ред. Н.В. Коровина и А.М. Скундина. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 739 с.

**ПРИМЕРНЫЕ ПЕРЕЧНИ ЗАДАНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ**

Тема 3.

Решение задач.

1. ХИТ содержит следующие активные компоненты: MnO_2 (8.7 г), Zn (9.8 г), NH_4Cl (водный раствор pH 5). Масса ХИТ равна 25 г.
 - а) Запишите схему ХИТ. Приведите уравнения полуреакций, протекающих на катоде и аноде, и уравнение суммарной реакции.
 - б) Рассчитайте зарядную емкость (Кл, А·ч) и энергетическую емкость (Дж, Вт·ч) ХИТ.
2. ЭДС цинк-хлорсеребряного гальванического элемента при 25°C равна 1.015 В, $dE/dT = -4 \cdot 10^{-4}$ В/К. Определите энтальпию, энтропию и энергию Гиббса электрохимической реакции, протекающей в элементе.

Тема 4

Решение задач.

1. Запишите уравнения электродных и суммарных токообразующих реакций, протекающих в элементах, а также формулы для расчета ЭДС.

а. Zn ZnCl_2 AgCl Ag	г. Pt, H_2 H_2SO_4 O_2 , Pt
б. Pb, PbSO_4 H_2SO_4 H_2SO_4 PbO_2 , b	д. Li DMSO SO_2Cl_2 C
в. Pt, H_2 OH^- O_2 , Pt	е. Li LiI I_2

2. Запишите процессы, протекающие на электродах при работе свинцового серноокислого аккумулятора. Как изменяется концентрация электролита при разрядке и почему?
3. Составить баланс потребности в материалах для изготовления активных масс никель-кадмиевого вторичного источника тока емкостью 110 А·ч.
4. Серебряно-цинковый элемент, который вырабатывает напряжение 1,5 В, используется для питания лампочки с сопротивлением 3,1 Ом. За какое время будет израсходован цинк массой 2,5 г?

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Текущий контроль качества усвоения студентами знаний по данной учебной дисциплине может осуществляться с использованием следующих средств диагностики:

- письменных контрольных работ;
- устного и письменного опросов при проведении аудиторных занятий;
- контрольных работ по решению задач.

В качестве формы итогового контроля качества усвоения студентами учебного материала рекомендован зачет.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Физическая химия	Физическо й химии	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № <u>9</u> от <u>14.04.2016</u> г.
2. Неоргани- ческая химия	Неоргани- ческой химии	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № <u>11</u> от <u>12.04.</u> 2016 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ___ 2016 __/ __ 2017 __ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)