

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Т.А. Хагуров

подпись

« 27 »

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.03.01 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Направление подготовки/специальность	04.03.01 Химия <i>(код и наименование направления подготовки/специальности)</i>
Направленность (профиль) / специализация	Физическая химия <i>(наименование направленности (профиля) специализации)</i>
Форма обучения	очная <i>(очная, очно-заочная, заочная)</i>
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Электрохимическая энергетика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 04.03.01 Химия.

Программу составил(и):

С.А. Шкирская, профессор каф. физ. химии,
д-р хим. наук



Рабочая программа дисциплины «Электрохимическая энергетика» утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 9 «20» апреля 2022 г.
Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 «25» апреля 2022 г.
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО
“Интеллектуальные композиционные решения”

Цюпка Т.Г. д-р хим. наук, проф., профессор кафедры аналитической химии
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Электрохимическая энергетика» состоит в формировании у студентов знаний об основных видах электрохимических источников тока и процессах, протекающих в электрохимических накопителях энергии, включая топливные элементы

1.2 Задачи дисциплины

В задачи учебной дисциплины «Электрохимическая энергетика» входит:

- ознакомить с основными видами электрохимических источников тока и с основными конструктивными частями ячейки топливного элемента;
- овладеть знанием процессов, протекающих при работе топливных элементов, электрохимических генераторов;
- научить проведению электрохимических измерений в электрохимических источниках тока с использованием современных технических средств.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрохимическая энергетика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" рабочего учебного плана программы бакалавриата профиль «Физическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые будут закреплены в ходе прохождения производственной практики, что обеспечит формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской деятельности выпускников. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-5 способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	
ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает электронные ресурсы и базы данных научной информации
ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Умеет осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики
	Владеет навыками поиска научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетике, включая международные базы данных

Результаты обучения дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			3
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		60	60
занятия лекционного типа		20	20
лабораторные занятия		40	40
практические занятия		-	-
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		43,8	43,8
Оформление лабораторных работ		23,8	23,8
Самостоятельное изучение теоретического материала		20	20
Подготовка к текущему контролю			
Контроль:		-	-
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	64,2	64,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре 4 курса (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	От Вольтова столба к топливным элементам. Основные виды химических источников тока. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	34	8	-	16	10
2.	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	22	4	-	8	10
3.	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	22	4	-	8	10
4.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	22	4	-	8	10
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		100	20	-	40	40
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю		3,8				3,8
Общая трудоемкость по дисциплине		108	20	-	40	43,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. От Вольтова столба к топливным элементам. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Введение. История открытия и развития науки об электричестве. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Устный опрос, ЛР1
2.	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Самостоятельная работа, ЛР2
3.	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Самостоятельная работа, ЛР3
4.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Устный опрос, ЛР4, ЛР5

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Введение. От Вольтова столба к топливным элементам. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Химические источники тока. Измерение электродных потенциалов гальванических элементов	ЛР1
2.	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Определение протонной проводимости ионообменной мембраны на основании измерения сопротивления мембранно-электродного блока	ЛР2
3.	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Определение изменений термодинамических параметров гальванического элемента	ЛР3
4.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки	Измерение электрохимических характери-	ЛР4

	топливного элемента	стик мембранно-электродного блока топливного элемента с протонпроводящей мембраной	
5.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Изучение основных конструкционных частей ячейки топливного элемента и процессов, протекающих в ТЭ	ЛР5

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Оформление лабораторных работ	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Современные химические источники тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 132 с. - https://e.lanbook.com/book/90858 .
3.	Подготовка к самостоятельной работе	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Современные химические источники тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 132 с. - https://e.lanbook.com/book/90858 .
4.	Подготовка к зачету	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Современные химические источники тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 132 с. - https://e.lanbook.com/book/90858 .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование технологий проблемного обучения, выполнение студентами лабораторных работ в малых группах, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Электрохимическая энергетика».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса, тестовых работ, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме ИПК-5.2. Осуществ-	Знает электронные ресурсы и базы данных научной информации	Лабораторная работа Устный опрос	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 1-4, 9-13, 14</i>
		Умеет осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информа-	Лабораторная работа Самостоятельная работа	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 7, 8</i>

	ляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	ции в области электрохимической энергетики		
		Владеет навыками поиска научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики, включая международные базы данных	Лабораторная работа Самостоятельная работа Устный опрос	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 3, 5, 6, 15</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы к устному опросу по теме 1 «От Вольтова столба к топливным элементам.

Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация»

1. Классификация химических источников тока по принципу работы.
2. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы химических источников тока.
3. Классификация ХИТ по активному веществу отрицательного (положительного) электрода. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы ХИТ.
4. Отличаются ли разрядные реакции на отрицательных (положительных) электродах в каждой группе источников тока?
5. Классификация электрохимических источников тока по типу используемого электролита. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы источников тока.
6. Электроды химических источников тока. Назначение добавок, вводимых в электрод.
7. Характеристика окислителей и восстановителей, используемых в источниках тока, их основные показатели.
8. Требования, предъявляемые к электролитам, используемых в источниках тока. Виды электролитов.

Вопросы к устному опросу по теме 4 «Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента»

1. Требования, предъявляемые к электролиту в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
2. Требования, предъявляемые к биполярным пластинам в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
3. Требования, предъявляемые к электродам в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
4. Требования, предъявляемые к мембране в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
5. Типы газовых каналов на биполярных пластинах
6. Требования, предъявляемые к каталитическому слою в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
7. Для чего используют мембраны, модифицированные наночастицами платины в низкотемпературном твёрдополимерном топливном элементе?

8. Требования, предъявляемые к топливу в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
9. Что означают проблемы "водного менеджмента" в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе?

Самостоятельная работа по теме 2 «Ионные проводники и их электрохимические характеристики»

Вариант 1

1. Требования, предъявляемые к электролиту в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
2. Записать схему концентрационного гальванического элемента (металл – цинк), записать уравнения катодного и анодного процессов, рассчитать ЭДС при концентрациях катионов цинка 0,1 моль/л и 0,2 моль/л соответственно.

Самостоятельная работа по теме 3 «Термодинамика электрохимических процессов в электрохимических генераторах»

Вариант 1

1. Составьте схему гальванического элемента из магния и свинца, погруженных в растворы их солей с концентрацией ионов:
 $[Mg^{2+}] = 0,001$ моль/л, $[Pb^{2+}] = 1$ моль/л. Напишите уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде. Рассчитайте стандартную ЭДС этого элемента.
2. На основании стандартных электродных потенциалов определите, какой из следующих гальванических элементов имеет наибольшую ЭДС:
 - а) $Zn|Zn^{2+} || Ni^{2+}|Ni$;
 - б) $Cd|Cd^{2+} || Ni^{2+}|Ni$
3. Вычислите значение э.д.с. гальванического элемента:
 (-) $Mg / MgSO_4 // CuSO_4 / Cu$ (+)
 Напишите процессы на аноде и катоде, реакцию, генерирующую ток, и определите в кДж энергию химической реакции, превращающуюся в электрическую.

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Что такое химические источники тока?
2. Назовите виды химических источников тока.
3. Что такое аккумуляторы?
4. Назовите разновидности аккумуляторов
5. Опишите методику измерения электродных потенциалов гальванических элементов

Лабораторная работа №2

1. Каковы основные составляющие мембранно-электродного блока?
2. Какие мембраны используют в топливных элементах?
3. Требования, предъявляемые к электролиту в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
4. Требования, предъявляемые к мембране в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
5. Для чего используют мембраны, модифицированные наночастицами платины в низкотемпературном твёрдополимерном топливном элементе?

Лабораторная работа №3

1. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы химических источников тока.
2. Классификация ХИТ по активному веществу отрицательного (положительного) электрода. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы ХИТ.
3. Отличаются ли разрядные реакции на отрицательных (положительных) электродах в каждой группе источников тока?

Лабораторная работа №4-5

1. Требования, предъявляемые к биполярным пластинам в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
2. Требования, предъявляемые к электродам в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
3. Требования, предъявляемые к мембране в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
4. Типы газовых каналов на биполярных пластинах
5. Требования, предъявляемые к каталитическому слою в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
6. Для чего используют мембраны, модифицированные наночастицами платины в низкотемпературном твёрдополимерном топливном элементе?
7. Требования, предъявляемые к топливу в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет) ***Список вопросов для подготовки к зачету***

1. Классификация электрохимических генераторов
2. Основные электрохимические процессы в топливных элементах.
3. Термодинамика электрохимических генераторов. Равновесные процессы, расчет ЭДС и энтропии.
4. Электрические характеристики электрохимических генераторов.
5. Электрохимическая кинетика и электрокатализ.
6. Макрокинетика в пористых электродах. Диффузионная поляризация.
7. Топливные элементы с ион-полимерными мембранами. Электрическая проводимость и диффузионная проницаемость ион-полимерных и гибридных мембран.
8. Вольтамперные характеристики и числа переноса ионных проводников. Особенности переноса ионов и воды в электрохимических генераторах с твердым электролитом.
9. Тепловые процессы в электрохимических генераторах тока.
10. Кислородно-водородные топливные элементы.
11. Топливные элементы с основным и кислотным электролитом.
12. Металлоксидные электрохимические генераторы.
13. Биохимические топливные элементы и другие альтернативные электрохимические генераторы
14. Системы питания реагентами и удаление воды в электрохимических генераторах.
15. Электролиз воды и электрохимическая конверсия топлива.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

- **оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу,

знает классификацию химических источников тока по различным признакам, методы исследования разрядных кривых топливных элементов, физико-химические особенности мембран для ТЭ, знает требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента. Студент допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять экспериментальные данные с применением теоретических представлений.

- оценка «не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент не знает способы получения и области применения ионполимеров, затрудняется в описании их физико-химических свойств, затрудняется перечислить методы исследования структуры ионполимеров.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Учебная литература:

1. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.
2. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 132 с. - <https://e.lanbook.com/book/90858>.
3. Современные электрохимические источники тока / Е. А. Нижниковский. - Москва : Радиотехника, 2015. - 294 с.

5.2. Периодическая литература

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Мембраны и мембранные технологии - российский научный журнал, публикующий статьи по основным проблемам получения и исследования мембран и развития важнейших направлений мембранных технологий, в том числе и водоподготовки.

3. Журнал физической химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвященные актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) Успешное освоение дисциплины «Электрохимическая энергетика» предполагает

активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал дословно.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

- 1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;
- 2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

Выполнение лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются обучающимися в малых группах (обычно 2-3 человека). В начале курса проводится инструктаж по технике безопасности работы в химической лаборатории и составляется график выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторной работы включает в себя следующие этапы:

- 1) подготовительный этап (самостоятельная работа студентов);
- 2) получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы (контактная работа с преподавателем каждой малой группы);
- 3) выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя;
- 4) анализ полученных результатов, формулировка вывода и подготовка к защите лабораторной работы (может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем);
- 5) защита лабораторной работы (контактная работа с преподавателем).

После выполнения всех этих этапов лабораторная работа считается выполненной.

Подготовительный этап

Перед занятием обучающимся необходимо подготовиться к выполнению лабораторной работы. Теоретическая подготовка необходима для проведения эксперимента и должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к лабораторной работе. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета в лабораторном журнале со следующим порядком записей:

Название работы.

Цель работы.

Оборудование.

Ход работы, который в том числе включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а также расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин.

Получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы

Приступая к лабораторным работам, необходимо получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы. Разобраться в назначении материалов, химической посуды, приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными. Получить допуск к выполнению лабораторной работы у преподавателя. Допуск студенты получают в результате устного опроса преподавателем о порядке выполнения эксперимента, предусмотренного данной лабораторной работой.

Выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя

Затем обучающиеся выполняют экспериментальный этап лабораторной работы, в ходе которого записываются все измеренные величины с обязательным указанием их размерности в лабораторный журнал. **Не допускается использование черновиков для записи экспериментальных данных, запись карандашом и иные способы, дающие возможность корректировки полученных результатов.** В случае, если в методических указаниях к лабораторной работе предложены таблицы или шаблон для записи экспериментальных данных, то заполняются эти таблицы или шаблон. В ином случае запись экспериментальных данных делается студентом в произвольной форме.

По окончании выполнения эксперимента студенты должны привести свое рабочее место в порядок и вымыть используемую химическую посуду. После этого рабочее место сдается преподавателю или лаборанту и в лабораторный журнал студента ставится отметка о выполнении экспериментальной части лабораторной работы с обязательным указанием даты ее выполнения.

Анализ полученных результатов и формулировка выводов

Может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем. Студенты должны выполнить все необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ. В лабораторном журнале приводятся все необходимые расчеты с указанием размерностей полученных величин, а также все графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума.

В случае, если в ходе лабораторной работы имеет место протекание химических реакций, все они должны быть записаны в лабораторном журнале в молекулярном, полном ионном и сокращенном ионном виде.

Далее на основании полученных результатов студенты должны сформулировать и записать вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. Вывод должен содержать необходимую количественную информацию.

При подготовке к защите лабораторной работы необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы, которые имеются после каждой лабораторной работы. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса(ов) излучающихся в ходе работы. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы.

Защита лабораторной работы

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем по лабораторной работе с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями, включая наличие отметки о выполнении экспериментальной части работы. В ходе устной беседы с преподавателем студент должен продемонстрировать знание целей и задач выполненной

работы, законов, которые лежат в основе наблюдаемых в ходе работы явлений, продемонстрировать умение анализировать полученную информацию и делать на ее основе выводы. В этом случае в лабораторном журнале на соответствующей работе ставится пометка «зачтено», роспись преподавателя, принявшего работу, и дата защиты работы. После этого лабораторная работа считается выполненной. Допускается защита лабораторных работ индивидуально или в составе малых групп обучающихся, совместно выполнявших данную работу.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных занятий используется мультимедийный проектор и ноутбук. Лабораторные занятия проводятся в химической лаборатории, снабженной как общелабораторным (химическая посуда, реактивы), так и специализированным оборудованием, необходимым для проведения отдельной лабораторной работы.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ (ауд. 345С и 139С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, сушильный шкаф, потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, генератор водорода лабораторный – 1 шт, ванна ультразвуковая лабораторная– 1 шт, ячейка для	Microsoft Windows; Microsoft Office

	испытания мембранно-электродных блоков – 1 шт, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, ПК-3 шт., химические реактивы.	
--	--	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (400с, 401с, 431с, 329с)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office