

Министерство образования и науки 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

подпись

« 27 »

Хагуров Т.А.

2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Физическая химия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Электрохимическая энергетика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (утвержден Приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 210).

Программу составила:

канд. хим. наук, доцент кафедры
физической химии Шкирская С.А.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии протокол № 11 от «10» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) физической химии
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «20» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета
доцент, канд. хим. наук Стороженко Т.П.



Эксперты:

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО
«Интеллектуальные композиционные решения»

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Формирование знаний об основных видах электрохимических источников тока и процессах, протекающих в электрохимических накопителях энергии, включая топливные элементы

1.2 Задачи дисциплины

- ознакомить с основными видами электрохимических источников тока и с основными конструкционными 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 (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Электрохимическая энергетика» включена в дисциплины по выбору вариативной части учебного плана по направлению 04.03.01 Химия. Изучению дисциплины «Электрохимическая энергетика» должно предшествовать изучение дисциплин «Введение в термодинамику», «Физическая химия ионполимеров», «Композитные и гибридные материалы в электрохимии», «Мембраны и каталитические системы». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь базовые знания по физической химии ионполимеров, умение работать с химической посудой и реактивами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных(ПК) компетенций: ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	принцип работы аккумуляторов, топливных элементов	пользоваться химическим оборудованием для изучения эффективности работы ТЭ	основными понятиями в области электрохимической энергетики
2.	ОПК-5	способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации		пользоваться электронными ресурсами и базами данных научной информации	навыками работы с учебной и научной литературой
3.	ПК-1	способностью выполнять стандартные операции по		выполнять стандартные операции по предлагаемым	

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		предлагаемым методикам		методикам эксперимента	
4.	ПК-2	владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований			навыками использования современной аппаратуры при изучении эффективности работы ТЭ
5.	ПК-5	способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий		проводить статистическую обработку экспериментальных данных с помощью компьютерных технологий	

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа, из них – 52,2 контактных часов: лекционных 24 ч., лабораторных 24 ч., 4 часа КСР и 0,2 часа ИКТ; 55,8 часов самостоятельной работы), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			8
Контактная работа, в том числе:		52,2	52,2
Аудиторные занятия (всего):		48	48
Занятия лекционного типа		24	24
Лабораторные занятия		24	24
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		55,8	55,8
Подготовка отчета по лабораторным работам		25,8	25,8
Подготовка к текущему контролю		30	30
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	52,2	52,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	КСР	
1	Введение. От Вольтова столба к топливным элементам. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	30	8		6	1	15
2	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	30	8		6	1	15
3	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	23,8	4		6	1	12,8
4	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	24	4		6	1	13
	<i>Всего:</i>	107,8	24		24	4	55,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Введение. История открытия и развития науки об электричестве. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Устный опрос
2.	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Самостоятельная работа

3.	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Самостоятельная работа
4.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Химические источники тока. Измерение электродных потенциалов гальванических элементов	Защита лабораторной работы
2.	Определение протонной проводимости ионообменной мембраны на основании измерения сопротивления мембранно-электродного блока	Защита лабораторной работы
3.	Определение изменений термодинамических параметров гальванического элемента	Защита лабораторной работы
4.	Измерение электрохимических характеристик мембранно-электродного блока топливного элемента с протонпроводящей мембраной	Защита лабораторной работы
5.	Изучение основных конструктивных частей ячейки топливного элемента и процессов, протекающих в ТЭ	Защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	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 тесту	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.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая

не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимую коррекцию, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
8	ЛР	Выполнение лабораторных работ в малых группах	18
<i>Итого:</i>			18

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Текущая аттестация предполагает устный и письменный контроль усвоения основных понятий; проведение опроса в процессе выполнения лабораторного практикума, направленного на выявление понимания основных конструктивных частей ячейки топливного элемента, требований, которые к ним предъявляют и процессов, протекающих в гальванических элементах различного типа.

Пример самостоятельной работа по теме «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.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы 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.

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

5.1 Основная 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>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Сборник задач по термодинамике физико-химических процессов: в 2 т. Т.1 теория, Т.2 решение задач. И.М. Колесников, И.А. Семиохин, В.А. М.: Нефть и газ. 2009.
2. Современные электрохимические источники тока / Е. А. Нижниковский. - Москва : Радиотехника, 2015. - 294 с.
3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015.. <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>

5.3. Периодические издания:

Журнал «Электрохимия»

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система издательства "Лань"
2. Научная электронная библиотека (НЭБ)
3. Электронная библиотечная система BOOK.ru
4. Коллекция журналов издательства Elsevier на портале ScienceDirect

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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.

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)
2. Программное обеспечение для слабовидящих.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса 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.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 332, 328 корп. С (улица Ставропольская, 149). Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторной посудой и оборудованием ауд. 345, корп. С (улица Ставропольская, 149): потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, генератор водорода лабораторный – 1 шт, ванна ультразвуковая лабораторная – 1 шт, ячейка для испытания мембранно-электродных блоков – 1 шт, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, измеритель иммитанса Е7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 2 шт, кондуктометр – 1 шт, измеритель импеданса Tesla BM 507 – 1 шт, мультиметры универсальные настольные – 3 шт, шейкер лабораторный – 2шт; ПК-3 шт.
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета - ауд. 329, корп. С (улица Ставропольская, 149)