



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет химический  
Кафедра неорганической химии и химической экологии



«Утверждаю»  
Проректор по научной работе и  
инновациям  
Н.А. Ашурбеков  
«19» марта 2021 г.

### Рабочая программа дисциплины

### «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОХИМИИ»

по направлению подготовки: 04.06.01 - Химические науки

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации  
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Статус дисциплины: вариативная часть дисциплина по выбору

**Махачкала 2021**

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы электрохимии» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 04.06.01 – Химические науки квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

от «30» июля 2014г. №869.


Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии, Исаев А.Б. к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии  
от «26» января 2021г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.  
(подпись) (Ф.И.О.)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «19» февраля 2021г., протокол №6.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «19» 03 2021г.  Рамазанова Э.Т.  
(подпись) (Ф.И.О.)

## Аннотация

Дисциплина «Современные проблемы электрохимии» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору общенаучного цикла образовательной программы аспирантуры по направлению 04.06.01 – Химические науки.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными проблемами в области электрохимии и новых направлений электрохимических исследований.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-11.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме рефератов, контрольных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе 72 академических часа по видам учебных занятий

## 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 04.06.01 – Химические науки, изучающих дисциплину «Современные проблемы электрохимии».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС ВО 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки РФ от «30» июля 2014г. №869.
- Образовательной программой 04.06.01 – Химические науки.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки, утвержденным в 2021г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе 72 академических часов по видам учебных занятий.

Год	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
2	72	10	16				46	зачет

## Цели и задачи освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Современные проблемы электрохимии» являются формирование у аспирантов профессиональных знаний о современном состоянии электрохимии как науки и перспективных исследованиях в области электрохимии.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<i>Коды компетенции</i>	<i>Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
<b>ПК-1</b>	наличием представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>знать:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</li></ul></li><li>• <b>уметь:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач.</li></ul></li><li>• <b>владеть:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</li></ul></li></ul>
<b>ПК-2</b>	знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>знать:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- основные концепции современной химической науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира;</li></ul></li><li>• <b>уметь:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- применять полученные теоретические знания для решения задач прикладного и исследовательского характера;</li><li>- выбирать подходящие методы анализа и синтеза относительно определенного объекта;</li><li>- сочетать теоретические знания и экспериментальные навыки;</li><li>- использовать положения и категории химической науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений;</li></ul></li><li>• <b>владеть:</b></li></ul>

		- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития.
<b>ПК-6</b>	наличием опыта профессионального участия в научных дискуссиях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные правила ведения научной дискуссии;</li> <li>- научную новизну, актуальность, практическую и теоретическую значимость проведенного исследования;</li> </ul> </li> <li>• <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций;</li> <li>- аргументировано доказать свою точку зрения по выбранной траектории исследования;</li> </ul> </li> <li>• <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками участия в многосторонней научной беседе;</li> <li>- опытом профессионального участия в научных дискуссиях.</li> </ul> </li> </ul>
<b>ПК-11</b>	пониманием проблемы организации и управления деятельностью научных коллективов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-особенности проблем, возникающих при работе научного коллектива;</li> </ul> </li> <li>• <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-эффективно организовать работу научного коллектива при проведении исследований современных проблем электрохимии;</li> </ul> </li> <li>• <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками управления деятельностью научных коллективов при организации исследований современных проблем электрохимии.</li> </ul> </li> </ul>

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
профессиональные	ПК-1	<b>Знает</b> теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач. <b>Применяет</b> знания общих и	Работа на занятиях. Самостоятельная работа. Работа с литературой. Написание письменных работ (рефератов, эссе, докладов, рецензий и др.) Подготовка проектов и

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		<p>специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач.</p> <p><b>Владеет</b> навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>	<p>презентаций.</p> <p>Написание проблемных рефератов по тематике исследования.</p> <p>Использование научно-исследовательских ресурсов сети Интернет. Планирование, проведение научных исследований, написание научных докладов, тезисов, статей.</p>
	ПК-2	<p><b>Знает</b> основные концепции современной химической науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира;</p> <p><b>Применяет</b> полученные теоретические знания для решения задач прикладного и исследовательского характера; выбирает подходящие методы анализа и синтеза относительно определенного объекта;</p> <p><b>Представляет</b> связи теоретических знаний и экспериментальных навыков;</p> <p><b>использует</b> положения и категории химической науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений.</p> <p><b>Владеет</b> навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития.</p>	<p>Работа на занятиях.</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>Работа с литературой.</p> <p>Написание письменных работ (рефератов, эссе, докладов, рецензий и др.)</p> <p>Подготовка проектов и презентаций.</p> <p>Написание проблемных рефератов по тематике исследования.</p> <p>Использование научно-исследовательских ресурсов сети Интернет. Планирование, проведение научных исследований, написание научных докладов, тезисов, статей.</p>
	ПК-6	<p><b>Знает</b> основные правила ведения научной дискуссии;</p> <p>- научную новизну, актуальность, практическую и теоретическую значимость проведенного исследования.</p> <p><b>Интерпретирует</b> и представляет полученные в исследованиях результаты в</p>	<p>Работа на занятиях.</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>Работа с литературой.</p> <p>Написание письменных работ (рефератов, эссе, докладов, рецензий и др.)</p> <p>Подготовка проектов и презентаций.</p> <p>Написание проблемных</p>

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		<p>виде отчетов и научных публикаций;</p> <p><b>Аргументировано доказывает</b> свою точку зрения по выбранной траектории исследования.</p> <p><b>Владеет</b> навыками участия в многосторонней научной беседе;</p> <p>- опытом профессионального участия в научных дискуссиях.</p>	<p>рефератов по тематике исследования.</p> <p>Использование научно-исследовательских ресурсов сети Интернет. Планирование, проведение научных исследований, написание научных докладов, тезисов, статей.</p>
	ПК-11	<p><b>Распознает и решает</b> проблемы, возникающие при работе научного коллектива;</p> <p><b>Оценивает работу</b> научного коллектива при проведении исследований современных проблем электрохимии;</p> <p><b>Владеет</b> навыками управления деятельностью научных коллективов при организации исследований современных проблем электрохимии.</p>	<p>Работа на занятиях.</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>Работа с литературой.</p> <p>Написание письменных работ (рефератов, эссе, докладов, рецензий и др.)</p> <p>Подготовка проектов и презентаций.</p> <p>Написание проблемных рефератов по тематике исследования.</p> <p>Использование научно-исследовательских ресурсов сети Интернет. Планирование, проведение научных исследований, написание научных докладов, тезисов, статей.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик:

- Иностранный язык
- Современные проблемы химии
- Оформление результатов научного исследования
- Техника химического эксперимента
- Численные методы в химии
- Методы обработки информации в химии

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- **УК-1** - способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
- **УК-2** - готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках



- **УК-3** - готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
- **ОПК-1** - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
- **ОПК-2** - готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук
- **ПК-3** - Владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии (в соответствии с темой диссертации)
- **ПК-4** - умением анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования
- **ПК-5** - способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения
- **ПК-6** - наличием опыта профессионального участия в научных дискуссиях
- **ПК-7** - умением представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций
- **ПК-10** способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих за ней дисциплин:

- Нанохимия и высокие технологии
- Электронное строение координационных соединений
- Новые направления в химии твердого тела
- Химия поверхности. Физико-химические основы наноматериалов на основе Атомно-слоевого осаждения/молекулярно-слоевого осаждения
- Научно-исследовательская деятельность
- Подготовка научно-квалификационной работы

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<i>Модуль 1. Основные направления современной электрохимии</i>									
1	Фотоэлектрохимия			2		4		6	устный опрос, контрольная работа

2	Квантовая электрохимия			2			10	устный опрос, контрольная работа
3	Биоэлектрохимия			2		4	6	устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6		8	22	коллоквиум
<i>Модуль 2. Современные проблемы электрохимической энергетики</i>								
4	Суперионные проводники			2		4	6	устный опрос, контрольная работа
5	Электрохимические преобразователи информации			1			10	устный опрос, контрольная работа
6	Электрохимическое генерирование и аккумуляирование энергии			1		4	8	устный опрос, контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>			4		8	24	коллоквиум
	<b>ИТОГО:</b>			<b>10</b>		<b>16</b>	<b>46</b>	<b>зачет</b>

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам.

#### Модуль 1. Основные направления современной электрохимии

**Тема № 1. Фотоэлектрохимия.** Элементы физики полупроводников. Фоточувствительность полупроводников. Система полупроводник-электролит в равновесии. Кинетика электрохимических реакций с участием электронов и пазонов. Анодные и катодные реакции на полупроводниках. Фотоэлектроды. Классификация фотоэлектрохимических элементов. Потенциал фотоэлектрода. Жидкостной и твердотельный солнечный регенеративные элементы. Практические аспекты фотоэлектролиза. Фотоэлектрохимическое получение водорода. Фотоэлектролиз воды и водных растворов электролитов. Фотоэлектролиз твердотельных электролитов. Фотоэлектрохимическое преобразование солнечной энергии. Применение фотоэлектролиза для обезвреживания сточных вод.

**Тема № 2. Квантовая электрохимия.** Современная теория переноса заряда. Методы молекулярной динамики и Монте-Карло. Развитие «density functional theory». Модель реакционного слоя на границе «раствор электролит». Квантово-механическое описание электрохимических реакций. Молекулярные модели электрохимических межфазных границ. Квантово-химическое моделирование туннельных контрастов. Квантово-химическое моделирование некоторых электрохимических реакций и их согласие с экспериментом.

**Тема №3. Биоэлектрохимия.** Понятие о биоэлектрохимии. Структура и свойства мембран живых клеток. Механизм переноса ионов через мембрану. Природа скачка потенциала на мембране живой клетки. Механизм передачи потенциала вдоль нервного волокна. Биоэлектрохимические поверхности (электрические двойные слои, адсорбция, перенос электронов, белковая электрохимия, основные принципы биосенсоров, поверхность биосенсора и его конструкция, конструкция бионаносенсора). • Биомембраны и модельные мембраны (термодинамика и механика, мембранный транспорт, электропорация, слияние и вставка) Электрохимические методы в медицине и биотехнологии (доставка лекарств и перенос генов в клетки и ткани, электрофорез). Электрохимическое получение биопленок.

#### Модуль 2. Современные проблемы электрохимической энергетики

**Тема № 4. Суперионные проводники.** Понятие о суперионных проводниках. Проводимость различных типов протонных электролитов. Области применения протонных электролитов. Водородные насосы. Датчики парциального давления кислорода. Электрохромные дисплеи. Топливные элементы.

**Тема №5. Электрохимические преобразователи информации (хемотрон).**

Хемотроника. Электрохимические и физические принципы функционирования хемотронных устройств. Принципы построения электрохимических преобразователей информации и способы их применения. Электрохимические датчики температур. Электрохимически управляемые сопротивления. Выпрямители и стабилизаторы микротоков. Твердотельная хемотроника. Конструкция и характеристика элементов различных классов твердотельных хемотронов. Элементы аналоговой памяти (мемристоры и мемориоды). Оптохемотронные устройства. Твердотельные электрохимические элементы времени (реле и таймеры). Кулонометры.

**Тема №6. Электрохимическое генерирование и аккумулирование энергии.** Основные современные системы аккумулирования электроэнергии. Первичный гальванический элемент. Вторичный или перезаряжаемый элемент (аккумулятор). Топливные элементы. Современные аккумуляторы. Свинцово-кислотные, никель-кадмиевые, литий-ионные аккумуляторы. Металло-воздушные элементы. Принцип работы редокс-аккумулятора. Суперконденсаторы (ионисторы). Двойнослойный суперконденсатор. Водородная энергетика. Электрохимическое получение водорода. Обратимый (регенеративный) топливный элемент.

## **5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося**

*Тематика заданий текущего контроля*

### **Примерные вопросы для коллоквиума по модулю 1:**

1. Виды полупроводников.
2. Структура монокристаллов полупроводников.
3. Энергетические зоны полупроводников.
4. Равновесные концентрации носителей заряда в полупроводниках.
5. Донорные и акцепторные полупроводники.
6. Электропроводность полупроводника.
7. Фоточувствительность полупроводников.
8. Рекомбинация носителей заряда.
9. Строение границы раздела полупроводник-электролит.
10. Основные понятия кинетики электродных реакций.
11. Движение носителей зарядов в полупроводнике и при контакте с электролитом.
12. Анодный ток свободных и валентных электронов.
13. Кинетика электрохимических реакций с участием электронов и пазонов.
14. Анализ общих уравнений катодных процессов на полупроводниках, свойства контактов металл – полупроводник.
15. Жидкостной и твердотельный солнечный регенеративные элементы.
16. Электрохимическая природа фотопотенциала полупроводников.
17. Фотоэлектролиз воды и водных растворов электролитов.
18. Фотоэлектролиз твердотельных электролитов.
19. Конструкция элементов для фотоэлектрохимического преобразования энергии.
20. Теория переноса заряда.
21. Методы молекулярной динамики при моделировании электрохимических реакций.
22. Развитие «density functional theory».
23. Модель реакционного слоя на границе «раствор электролит».
24. Молекулярные модели электрохимических межфазных границ.
25. Квантово-химическое моделирование туннельных контрастов.
26. Квантово-химическое моделирование некоторых электрохимических реакций и их согласие с экспериментом.
27. Биоэлектрохимия. Основные понятия.
28. Структура и свойства мембран живых клеток.
29. Механизм переноса ионов через мембрану.

30. Природа скачка потенциала на мембране живой клетки.
31. Механизм передачи потенциала вдоль нервного волокна.

### **Примерные вопросы для коллоквиума по модулю 2:**

1. Строение и свойства ионных проводников.
2. Термодинамика образования дефектов Френкеля и Шоттки в ионных кристаллах
3. Механизмы образования собственных дефектов в ионных кристаллах.
4. Механизмы фазового перехода ионного кристалла в суперионное состояние.
5. Механизмы транспорта точечных дефектов в электрическом поле.
6. Ионные токи.
7. Ионные инжекционные токи.
8. Механизмы фазового перехода ионного кристалла в суперионное состояние.
9. Строение и свойства ионных и суперионных проводников
10. Область применения суперионных проводников.
11. Электрохимические сенсоры и их применение.
12. Основные типы сенсоров с жидким электролитом.
13. Амперометрические газовые сенсоры.
14. Кулонометрические сенсоры.
15. Потенциометрические сенсоры (ионселективные электроды).
16. Биосенсоры.
17. Простейший хемотронный прибор и принцип его работы.
18. Твердотельная хемотроника.
19. Мемристоры.
20. Перспективные материалы для мемристоров.
21. Основные современные системы аккумулирования электроэнергии.
22. Типы и области использования химических источников тока.
23. Первичный гальванический элемент.
24. Вторичный или перезаряжаемый элемент (аккумулятор).
25. Элемент Даниэля-Якоби.
26. ЭДС гальванического элемента и способы его расчета.
27. Аккумуляторы, их типы и конструкция.
28. Топливные элементы.
29. Металло-воздушные топливные элементы.
30. Водородно-кислородный топливный элемент
31. Принцип работы редокс-аккумулятора.
32. Суперконденсаторы (ионисторы).
33. Электрохимическое получение водорода.

### **Тематика рефератов:**

1. Виды проводимости полупроводников.
2. Вырождение полупроводника.
3. Система полупроводник-электролит в равновесии.
4. Анодное растворение полупроводников
5. Термодинамические и экспериментальные данные по электродным потенциалам полупроводников и их зависимость от различных факторов.
6. Одновременное фотоэлектрохимического окисления органических соединений и получение водорода.
7. Окисление ароматических и алифатических соединений при фотоэлектролизе.
8. Фотоэлектрохимическое окисление фенолов.
9. Фотоэлектрохимическое окисление примесей органических соединений, содержащихся в воздухе.
10. Фотоэлектрохимическое обезвреживание сточных вод, содержащих красители.
11. Фотоэлектрохимическая очистка воздуха от органических соединений.

12. Материалы для преобразования солнечной энергии.
13. Наноструктурированные материалы фотоэлектрохимического преобразования солнечной энергии.
14. Ионная проводимость в высокочастотном электрическом поле.
15. Ионный эффект Холла.
16. Ионная термо-эдс.
17. Изменение теплоемкости суперионных проводников при фазовом переходе.
18. Полярный механизм транспорта ионов.
19. Современные перспективные суперионные проводники для топливных элементов.
20. Элементы наноионики на основе суперионных проводников.
21. Современные методы исследования суперионных проводников.
22. Суперионные нанокompозиты.

### ***Вопросы для оценки качества освоения дисциплины***

1. Фоточувствительность полупроводников.
2. Система полупроводник-электролит в равновесии.
3. Кинетика электрохимических реакций с участием электронов и пазонов.
4. Анодные и катодные реакции на полупроводниках.
5. Классификация фотоэлектрохимических элементов.
6. Практические аспекты фотоэлектролиза.
7. Фотоэлектрохимическое получение водорода.
8. Фотоэлектрохимическое преобразование солнечной энергии.
9. Применение фотоэлектролиза для обезвреживания сточных вод.
10. Современная теория переноса заряда.
11. Методы молекулярной динамики и Монте-Карло.
12. Модель реакционного слоя на границе «раствор электролит».
13. Квантово-механическое описание электрохимических реакций.
14. Молекулярные модели электрохимических межфазных границ.
15. Понятие о биоэлектрохимии.
16. Биоэлектрохимические поверхности (электрические двойные слои, адсорбция, перенос электронов, белковая электрохимия, основные принципы биосенсоров, поверхность биосенсора и его конструкция, конструкция бионаносенсора). •
17. Биомембраны и модельные мембраны (термодинамика и механика, мембранный транспорт, электропорация, слияние и вставка)
18. Электрохимические методы в медицине и биотехнологии (доставка лекарств и перенос генов в клетки и ткани, электрофорез).
19. Электрохимическое получение биопленок.
20. Понятие о суперионных проводниках.
21. Проводимость различных типов протонных электролитов.
22. Области применения протонных электролитов.
23. Водородные насосы. Датчики парциального давления кислорода. Электрохромные дисплеи. Топливные элементы.
24. Хемотроника.
25. Электрохимические и физические принципы функционирования хемотронных устройств.
26. Принципы построения электрохимических преобразователей информации и способы их применения.
27. Электрохимические датчики
28. Твердотельная хемотроника.
29. Элементы аналоговой памяти (мемристоры и мемриоды).
30. Основные современные системы аккумулирования электроэнергии.
31. Первичный гальванический элемент.

32. Вторичный или перезаряжаемый элемент (аккумулятор).
33. Топливные элементы.
34. Современные аккумуляторы. Свинцово-кислотные, никель-кадмиевые, литий-ионные аккумуляторы.
35. Металло-воздушные элементы.
36. Принцип работы редокс-аккумулятора.
37. Суперконденсаторы (ионисторы).
38. Двойнослойный суперконденсатор.
39. Водородная энергетика.
40. Электрохимическое получение водорода.
41. Обратимый (регенеративный) топливный элемент.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература**

1. Березина С.Л. Основы электрохимии [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Л. Березина, Н.Н. Двурличанская, Г.Н. Фадеев. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006. - 69 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31636.html>
2. Электрохимия и химическая кинетика: учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 371 с. : табл., граф., ил. - ISBN 978-5-7882-1658-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427844>
3. Варенцов, В.К. Химия. Электрохимические процессы и системы: учебно-методическое пособие / В.К. Варенцов, Р.Е. Синчурина, Е.М. Турло; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 60 с. - ISBN 978-5-7782-2241-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258630>

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Мурашова, И.Б. Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами: учебно-методическое пособие / И.Б. Мурашова; науч. ред. И.Б. Мурашова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 97 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1176-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276370>
2. Черепанов, В.А. Электрохимические равновесия «электрод - электролит». Гальванические элементы: учебное пособие / В.А. Черепанов. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. - 114 с. - ISBN 978-5-7996-0786-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239526>
3. Степанов, И.М. Электрохимическая запись / И.М. Степанов. - Москва: Энергия, 1970. - 96 с.: схем., ил. - (Библиотека по автоматике. Вып. 375).; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441022>

### **6.3. Программное обеспечение**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Современные проблемы электрохимии» используются следующие информационные технологии:

- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

➤ Программа Mathcad при обработке результатов эксперимента

#### **6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление: Справочная книга для химиков, технологов, студентов и фармацевтов / сост. А.И. Коренблит. - Изд. 2-е, значительно дополненное и измененное. - Москва: Типография М. Борисенко, 1902. - 375 с. - ISBN 978-5-4475-5959-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435866> (09.11.2018).
2. ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) [Электронный ресурс]: база данных зарубежных диссертаций. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/>
3. Springer Nature [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SpringerNature - Режим доступа: <https://link.springer.com/>  
<https://www.nature.com/siteindex/index.html>  
<http://materials.springer.com/>  
<http://www.springerprotocols.com/>  
<https://goo.gl/PdhJdo>  
<https://zbmath.org/>  
(дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
4. Королевское химическое общество (Royal Society of Chemistry) [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
5. Американское химическое общество (ACS) [Электронный ресурс]: база данных полнотекстовых научных журналов Американского химического общества (ACS) коллекции Core+. - Режим доступа: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 21.03.2018). - Яз., англ.
6. American Physical Society (APS) [Электронный ресурс]: журналы издательства American Physical Society (Американского физического общества). - Режим доступа: <http://journals.aps.org/about> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
7. SAGE Premier [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SAGE Premier. – Режим доступа: <http://journals.sagepub.com/> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
8. Академия Google [Электронный ресурс]: поисковая система – Режим доступа: <https://scholar.google.ru/>

#### **6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 22.09.2018). – Яз. рус., англ.
- 2) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 22.09.2018)
- 3) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.09.2018).
- 4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/> (дата обращения: 22.09.2018).
- 5) ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: [www.book.ru/](http://www.book.ru/) (дата обращения: 22.09.2018).
- 6) ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 22.09.2018).

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

В соответствии с требованиями ФГОС факультет имеет специально оборудованные учебные аудитории для проведения лекционных занятий, помещения для практических работ на группу из **12 человек** и вспомогательное помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Учебные и научно-исследовательские лаборатории факультета оснащены таким современным оборудованием: Атомно-абсорбционный спектрометр conrAA 700; Газо-жидкостный хроматограф JC-14A (Shimatzu, Япония); Спектрофлуориметрический анализатор «Флюорат- 02 Панорама»; Спектрофотометр СФ- 56 для снятия спектров УФ и видимой области, с приставкой диффузного отражения ПОД-6 и компьютерным интерфейсом; Спектрофотометр СФ- 46 для снятия спектров УФ и видимой области; Сканирующий спектрофотометр Shimadzu UV-3600; Сканирующий электронный микроскоп LEO - 1450 с микрозондовым анализатором ISYS с системой EDX; ИК-Фурье спектрометр VERTEX 70 с расширенным спектральным диапазоном; Конфокальный КР - спектрометр - микроскоп SENTERRA 785; Автоматизированный спектрометр комбинационного рассеяния света ДФС-24; Акустооптический спектрометр Рамановского рассеивания РАОС-3; Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S; Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр LAES- Matrix; Комплекс для измерения текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов "СОРБИ-MS"; Система капиллярного электрофореза «Капель-103»; Система капиллярного электрофореза «Капель-105М»; Полярограф ABC 1.1; Потенциостат ПИ 50-1.

Используется оборудование Центра коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия»

В библиотеке ДГУ и на химическом факультете имеется необходимая литература, методические разработки, лекции в виде слайдов размещенные на сайте химического факультета.

## **8. Образовательные технологии**

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

-Выполнение практических работ с элементами исследования.

-Отчетные занятия по разделам «Введение в технику химического эксперимента», «Способы приготовления и определения концентрации растворов», «Проведение эксперимента при повышенных давлениях».

-Выполнение аспирантами индивидуальной исследовательской работы по анализу реальных объектов с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.

-Контрольные работы.

-Коллоквиумы.