

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Петухов Игорь Валентинович**

Рабочая программа дисциплины

**НАУЧНЫЙ СЕМИНАР "ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И  
ТЕХНОЛОГИИ"**

Код УМК 86238

Утверждено  
Протокол №6  
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Научный семинар "Электрохимические процессы и технологии"

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **18.06.01** Химическая технология

направленность Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Научный семинар "Электрохимические процессы и технологии"** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**18.06.01** Химическая технология (направленность : Технология электрохимических процессов и защита от коррозии)

**УК.1** способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	18.06.01 Химическая технология (направленность: Технология электрохимических процессов и защита от коррозии)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1,2,4,5
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	8
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	288
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	48
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	240
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (2 триместр) Экзамен (5 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Электрохимические процессы и технологии в гальванотехнике.**

Обсуждаются современные тенденции развития гальванотехники, перспективные направления применения гальванических покрытий, способы уменьшения экологического воздействия гальванического производства на окружающую среду.

### **Электрохимические процессы получения сплавов и композиционных материалов.**

Обсуждаются перспективные области применения электролитических сплавов и композиционных материалов, их использование в качестве функциональных и защитно-декоративных покрытий, взаимосвязь между составом, структурой и свойствами получаемых сплавов и композиционных материалов. Также обсуждается применение наночастиц различной природы для получения композиционных материалов и свойства получаемых материалов.

### **Электрохимические процессы в микроэлектронике и интегральной оптике.**

Обсуждается применение гальванических покрытий для создания электропроводящих слоев в микро- и нанoeлектро-механических системах (МЭМС и НЭМС), электроосаждение достаточно толстых металлических слоев для формирования СВЧ-электродов в микроэлектронике и интегральной оптике, особенности электроосаждения через маску фоторезиста, требования к получаемым покрытиям.

### **Электрохимические процессы обработки промывных и сточных вод в гальванотехнике**

### **Электрохимические процессы и технологии в электрохимической энергетике**

Обсуждаются современные тенденции развития электрохимической энергетики, перспективные химические источники тока и электродные материалы.

### **Электрохимические процессы в перспективных химических источниках тока.**

Рассматриваются процессы, протекающие в первичных химических источниках тока, аккумуляторах, топливных элементах, электрохимических конденсаторах, используемых в качестве источников тока. Обсуждаются возможности повышения удельных и эксплуатационных характеристик свинцовых и щелочных аккумуляторов, перспективные материалы, используемые в металлгидридных аккумуляторах и процессы, протекающие при работе этих аккумуляторов.

### **Перспективные катодные и анодные материалы для литиевых аккумуляторов**

Обсуждаются электрохимические процессы (в том числе, электрохимическая интеркаляция), протекающие в литиевых и литий-ионных аккумуляторах, катодные материалы литий-ионных аккумуляторов, применяемые электролиты, анодные материалы

### **Электрохимические процессы и технологии в современных топливных элементах.**

Обсуждаются различные направления использования топливных элементов - в большой энергетике и в автономной энергетике. Рассматриваются топливные элементы, различающиеся электрохимической системой (используемым топливом), рабочей температурой. Обсуждаются конструкционные особенности различных видов топливных элементов.

### **. Электрохимические процессы и технологии в гидроэлектрометаллургии**

Обсуждаются электрохимические процессы, используемые при подготовке и очистке электролита, а также в процессах электрорафинирования и электроэкстракции

### **Электрохимические процессы и технологии разделения компонентов и очистки электролитов в гидроэлектрометаллургии**

Рассматриваются процессы цементации (контактного обмена), их механизм и применение для очистки электролитов и выделения некоторых металлов. Обсуждаются технологические особенности процессов

электрорафинирования и электроэкстракции, закономерности соосаждения примесей в ходе катодных процессов

### **Перспективные анодные материалы для процессов электроэкстракции и получения химических продуктов электролизом.**

Обсуждаются различные виды материалов, применяемых в качестве стойких, малоизнашиваемых анодов в процессах электроэкстракции в гидроэлектрометаллургии, при получении хлора и др. химических продуктов, а также механизмы анодных процессов, протекающих на этих электродах.

### **Электрохимические процессы в расплавленных электролитах. Механизм и кинетика электрохимических процессов в расплавленных электролитах**

Рассматриваются особенности электрохимических процессов, протекающих в расплавах, электропроводность и ионный состав расплавленных электролитов, особенности кинетики электрохимических процессов, протекающих в расплавах. Также обсуждаются особенности методов исследования электрохимических процессов в расплавленных электролитах.

### **Электрохимические процессы получения химических продуктов**

Обсуждаются процессы получения неорганических и органических соединений с использованием электролиза. Особое внимание уделено процессам катодного выделения водорода, как топлива применяемого в электрохимической энергетике.

### **Катодная реакция выделения водорода. Механизм и кинетика процесса. Перспективные катодные материалы.**

Обсуждаются механизм реакции выделения водорода, экспериментальные методы изучения кинетики и механизма, особенности протекания данной реакции на различных металлах и сплавах. Рассматриваются перспективные катодные материалы, которые могут найти применение в водородной энергетике.

### **Электрохимический синтез неорганических и органических соединений.**

Обсуждаются электрохимические процессы получения хлора, особенности протекания катодной и анодной реакций, механизм анодной реакции, используемые анодные материалы, технологические особенности данного процесса.

Также рассматриваются особенности электросинтеза органических соединений, механизмы протекающих реакций, основные процессы, реализуемые в промышленных масштабах.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Химические источники тока: справочник/ред.: Н. В. Коровин, А. М. Скундин.-М.:Изд-во МЭИ,2003, ISBN 5-7046-0899-х.-739.-Предм. указ.: с. 734-739
2. Петухов И. В. Прикладная электрохимия: курс лекций/И. В. Петухов.-Пермь:ПГУ,2007.-1.
3. Гамбург Юлий Давидович Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов/РАН,Ин-т физ.химии.-М.:Янус-К,1997, ISBN 5-88929-035-5.-384.
4. Петухов И. В.,Медведева Н. А. Электроосаждение металлов и сплавов: теория и практика:учебное пособие для студентов химического факультета, обучающихся по направлению подготовки "Химия"/И. В. Петухов, Н. А. Медведева.-Пермь,2013, ISBN 978-5-7944-2083-8.-175.-Библиогр. в конце глав
5. Дамаскин Б. Б.,Петрий О. А.,Цирлина Г. А. Электрохимия:учебник по напр. 510500 "Химия" и спец. 011000 "Химия"/Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина.-Москва:Химия,2006, ISBN 5-98109-011-1.-672.-Библиогр.: с. 659-665
6. Кичигин В. И.,Шерстобитова И. Н.,Шеин А. Б.,Шерстобитова И.Н.,Шеин А.Б. Импеданс электрохимических и коррозионных систем:[учебное пособие по спецкурсу]/В. И. Кичигин, И. Н. Шерстобитова, А. Б. Шеин.-Пермь,2009, ISBN 978-5-7944-1308-3.-238.-Библиогр.: с. 211-238 (328 назв.)

### Дополнительная:

1. Гамбург Ю. Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению/Ю. Д. Гамбург.- М.:Техносфера,2006, ISBN 5-94836-079-2.-216.-Библиогр.: с. 214
2. Поветкин В. В.,Ковенский И. М. Структура электролитических покрытий:научное издание/В. В. Поветкин, И. М. Ковенский.-Москва:Металлургия,1989, ISBN 5-229-00350-2.-136.-Библиогр.: с. 129-136
3. Прикладная электрохимия:учебник для вузов/Р. И. Агладзе [и др.] ; ред. А. П. Томилов.-3-е изд., перераб..-Москва:Химия,1984.-519.



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

<http://www.iprbookshop.ru/> /Электронно-библиотечная система IPRbooks (ЭБС IPRbooks)

[webofknowledge.com/](http://webofknowledge.com/) Web of Science Core Collection

<http://www.scopus.com/> Scopus

<http://bibliotech.ru/> Цифровая библиотека "Библиотех"

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Научный семинар "Электрохимические процессы и технологии"** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Самостоятельная работа: Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Групповые (индивидуальные) консультации и текущий контроль: Аудитория для текущего контроля, консультаций, оснащенная проектором, экраном для проектора, доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Научный семинар "Электрохимические процессы и технологии"**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.1</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Знать: основные теоретические положения, описывающие процессы в электрохимии и коррозии металлов, основные технологические процессы, использующие электрохимические процессы и применяемое оборудование, механизмы электрохимических реакций. Уметь: анализировать экспериментальные данные по изучению электрохимических процессов, по механизму и кинетике электрохимических процессов, выделять главные и второстепенные моменты, формулировать цели и задачи исследования, проводить статистическую обработку экспериментальных результатов. Владеть основными экспериментальными методами, используемыми в электрохимии и коррозии.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний теоретических основ электрохимии, коррозии и защиты металлов от коррозии, технологии электрохимических процессов, умений и навыков.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b> Наличие общих, но не структурированных знаний теоретических основ электрохимии, коррозии и защиты металлов от коррозии, технологии электрохимических процессов, основных понятий и терминологии. Частично сформированное умение выделять главное и второстепенное из результатов эксперимента.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b> Наличие общих знаний теоретических основ электрохимии, коррозии и защиты металлов от коррозии, технологии электрохимических процессов, основных понятий и терминологии, но содержащих незначительные пробелы. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в применении навыков и умений мыслительной и экспериментальной деятельности, определения и цели постановки задачи исследования.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b> Вполне сформированные систематические знания теоретических основ электрохимии, коррозии и защиты металлов от коррозии, технологии электрохимических процессов. Корректная интерпретация экспериментальных данных, умение установить механизм исследуемого электрохимического процесса, определить этапы и методы экспериментального исследования электрохимического процесса,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<b>Отлично</b> выделить основные технологические стадии практической реализации этого процесса.

### Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Устное собеседование по вопросам**

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :  
время отводимое на подготовку 2**

### Показатели оценивания

Отсутствие знаний Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции Отсутствие умений Отсутствие навыков Отсутствие умений и навыков проведения экспериментов в области технологий электрохимических процессов и защиты от коррозии Не знает основ экспериментальной работы, необходимой при формировании компетенции.	<b>Незачтено</b>
Общие, но не структурированные знания основ электрохимических процессов и технологий, алгоритма постановки и достижения цели, знает основные понятия и терминологию. Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования электрохимического материалов. Общие, но не структурированные умения и навыки проведения экспериментов в технологии электрохимических процессов, знает основные приемы экспериментальной работы Фрагментарное применение навыков экспериментальной деятельности для изучения электрохимического поведения материалов.	<b>Зачтено</b>

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Раздел «Электрохимические процессы и технологии в гальванотехнике».

1. Электрохимические методы изучения процессов осаждения металлов на катоде.

2. Методы исследования структуры и свойств электролитических покрытий.
3. Электролитические сплавы. Методы получения, структура, свойства и применение покрытий. Взаимосвязь между составом, структурой и свойствами получаемых сплавов. Применение электролитических сплавов.
4. Композиционные электролитические покрытия. Методы получения, структура, свойства и применение покрытий. Взаимосвязь между составом, структурой и свойствами композиционных электролитических покрытий.
5. Гальванические покрытия в микроэлектронике и интегральной оптике. Особенности электроосаждения через маску фоторезиста, используемые материалы, требования к получаемым покрытиям и электролитам.
6. Электрохимические способы обработки промывных и сточных вод, образующихся в гальваническом производстве с целью извлечения ценных компонентов и нейтрализации содержащихся в них токсичных соединений.

Раздел «Электрохимические процессы и технологии в электрохимической энергетике».

1. Литиевые аккумуляторы. Электродные процессы, электролиты, используемые материалы. Способы повышения удельных характеристик аккумуляторов. Применение литиевых аккумуляторов.
2. Металлогидридные аккумуляторы. Электродные процессы, электролиты, используемые материалы. Способы повышения удельных характеристик аккумуляторов. Применение металлогидридных аккумуляторов.
3. Топливные элементы в «большой» и в автономной энергетике.
4. Кислородно-водородные топливные элементы. Электродные процессы, электроды, применяемые материалы.
5. Высокотемпературные топливные элементы. Электродные процессы, электролиты, применяемые материалы.

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Устное собеседование по вопросам**

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :  
время отводимое на подготовку 2**

#### **Показатели оценивания**

Отсутствие знаний Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции Отсутствие умений Отсутствие навыков Отсутствие умений и навыков проведения экспериментов в области технологий электрохимических процессов и защиты от коррозии Не знает основ экспериментальной работы, необходимой при формировании компетенции	<b>Неудовлетворител</b>
Общие, но не структурированные знания основ электрохимических процессов и технологий, алгоритма постановки и достижения цели, знает основные понятия и терминологию. Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе профессиональной деятельности.	<b>Удовлетворительн</b>

<p>Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования электрохимического поведения материалов.</p> <p>Общие, но не структурированные умения и навыки проведения экспериментов в технологии электрохимических процессов и коррозиологии, знает основные приемы экспериментальной работы</p> <p>Фрагментарное применение навыков экспериментальной деятельности для изучения электрохимического поведения материалов.</p>	<p><b>Удовлетворительн</b></p>
<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ электрохимических процессов и технологий, алгоритм постановки и достижения цели, терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике электрохимических процессов.</p> <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе профессиональной деятельности.</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования электрохимического поведения материалов.</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения и навыки экспериментальной деятельности в области технологии электрохимических процессов.</p> <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения осуществлять электрохимические эксперименты, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения.</p>	<p><b>Хорошо</b></p>
<p>Сформированные систематические знания в области основ электрохимических процессов и технологий, алгоритмов постановки и достижения цели, знает терминологию и основные понятия используемые в теории и практике электрохимических процессов.</p> <p>Сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе профессиональной деятельности</p> <p>Успешное и систематическое применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования электрохимического поведения материалов.</p> <p>Сформированные систематические умения и навыки экспериментальной деятельности в области технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии, алгоритмов постановки и достижения цели, Сформированное умение осуществлять сложные электрохимические эксперименты, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе профессиональной деятельности</p> <p>Успешное и систематическое применение навыков практической деятельности для исследования электрохимического поведения материалов.</p>	<p><b>Отлично</b></p>

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Раздел «Электрохимические процессы и технологии в гидроэлектрометаллургии».

1. Процессы цементации (контактного обмена), их механизм и применение для очистки электролитов и выделения некоторых металлов.
2. Электрорафинирование и электроэкстракция в гидроэлектрометаллургии. Особенности процессов, соосаждение примесей на катоде, применяемые электродные материалы.
3. Малоизнашиваемые анодные материалы.

Раздел «Электрохимические процессы в расплавленных электролитах. Механизм и кинетика электрохимических процессов в расплавленных электролитах».

1. Электропроводность и ионный состав расплавленных электролитов.
2. Кинетика электрохимических процессов, протекающих в расплавах. Методы исследования электрохимических процессов в расплавленных электролитах.

Раздел «Электрохимические процессы получения химических продуктов».

1. Механизм реакции выделения водорода на различных металлах.
2. Электрохимические методы изучения кинетики реакции выделения водорода.
3. Перспективные катодные материалы для реакции выделения водорода.
4. Электрохимические процессы получения хлора, особенности протекания катодной и анодной реакций, механизм анодной реакции, используемые анодные материалы, технологические особенности процесса.
5. Электросинтез органических соединений.