

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 03.10.2023 10:22:40

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Конструкции накопителей электрической энергии

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль

Технология наноструктурированных композиционных материалов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

32

самостоятельная работа

76

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	76	76	76	76
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

Рабочая программа

**Конструкции накопителей электрической энергии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ от 30.11.2022 г. № 636 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.04.01 Химическая технология, 18.04.01 МХТ-23-1.plx Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.04.01 Химическая технология, Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физической химии**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Салимон Алексей Игоревич, к.ф.-м.н.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Изучить современные типы накопителей электрической энергии и их использование в энергоустановках с возобновляемыми источниками энергии
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Дифракционные методы исследования	
2.1.2	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.3	Системы хранения и преобразования энергии	
2.1.4	Электрохимические процессы	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Современные химические технологии	
2.2.2	Преддипломная практика	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Конструкции накопителей энергии	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 выбирать тип и вид накопителя в соответствии с производственной необходимостью	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 методами проведения контроля технологических параметров	

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение. Возобновляемые источники энергии: виды (ВИЭ), особенности, ресурсы. Использование ВИЭ в мире и в России. Особенности выбора накопителя для систем с ВИЭ</b>							
1.1	Накопители электрической энергии на основе сжатого воздуха (НЭСВ). Классификация НЭСВ. Принцип работы. Положительные и отрицательные стороны использования. Оптимизация структуры и стоимости НЭСВ. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1			

1.2	Свинцово-кислотные аккумуляторы (СКА). Классификация СКА. Принцип работы. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции в производстве и применении СКА. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.3	Никель-кадмиевые и никель-металлогидридные аккумуляторы. Принцип работы. Основная реакция в никель-кадмиевых аккумуляторах. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции в производстве и применении. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Литий-ионные аккумуляторы (ЛИАБ). Принцип действия литий-ионного аккумулятора. Основные свойства литий-ионного аккумулятора Примеры схемотехнических решений активной и пассивной систем балансировки ЛИАБ. Положительные и отрицательные стороны использования. Натрий-серные аккумуляторы (NaS). Принцип действия NaS. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции в производстве и применении. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.5	Свинцово-кислотные аккумуляторы. Электрохимические реакции, протекающие при работе СКА, /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.6	Никель-кадмиевые и никель-металлогидридные аккумуляторы. /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.7	Литий-ионные аккумуляторы. Принцип действия, достоинства и недостатки /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.8	Натрий-серные аккумуляторы. Примеры применения натрий-серных аккумуляторов /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.9	Подготовка к практическим занятиям, выполнение рефератов /Ср/	2	38	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

	<b>Раздел 2. Топливные элементы на водороде, суперконденсаторы, маховики</b>							
2.1	Принцип работы топливного элемента с твердополимерным электролитом. Водородный цикл. Принципиальная схема реализации водородного цикла с топливными элементами. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции в производстве и применении. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Проточные редокс-накопители.. Принцип работы накопителя. Устройство и принцип работы редокс-накопителя с проточным электролитом. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции в производстве и применении. 1 /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.3	Суперконденсаторы Суперконденсатор. Двухслойный суперконденсатор (ДСК). Схема единичной ячейки ДСК. Характеристики суперконденсаторов. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции применения. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Кинетические накопители (маховики). (КНЭ). Принцип работы КНЭ. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции применения. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Принцип действия водородно-воздушного топливного элемента. Принцип работы топливного элемента с твердополимерным электролитом. /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

2.6	Редокс-накопитель, емкости с электролитами, вспомогательных узлов (насосы для прокачки электролита по контурам анодов и катодов) и обратимых электрохимических ячеек – аналогов топливных элементов с твердополимерным электролитом /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.7	Суперконденсатор - импульсное электрохимическое устройство, предназначенное для компенсации быстрых переходных процессов в различных электрических схемах. Схема единичной ячейки ДСК. /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	
2.8	Кинетические накопители (маховики). гибридные накопители электрической энергии, включающие в себя комбинации различных технологий, объединенные единой системой преобразования и управления. /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			Р1
2.9	Подготовка к практическим занятиям, выполнение рефератов /Ср/	2	38	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Коллоквиум	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое топливный элемент?</li> <li>2. Может ли термодинамический КПД топливного элемента быть больше 100 %?</li> <li>3. Как правильно расшифровывается аббревиатура PEMFC?</li> <li>4. Что такое SOFC?</li> <li>5. Что из перечисленного на самом деле не относится к топливным элементам?</li> <li>6. В чём преимущества использования электрической энергии в современной технологической сфере?</li> <li>7. Какие системы накопления электрической энергии обладают наибольшей удельной энергией?</li> <li>8. Какие системы накопления электрической энергии обладают наибольшей удельной мощностью?</li> <li>9. Какие системы накопления электрической энергии обладают наибольшей скоростью саморазряда?</li> <li>10. Какие системы накопления электрической энергии обладают наименьшей скоростью саморазряда?</li> </ol>

<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Реферат	ПК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1	«Расчёт характеристик накопителя электрической энергии»

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Для выставления зачета с оценкой применяется следующая шкала:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания, знает, как применять полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания, допускает незначительные ошибки при освещении вопросов, знает, как применять полученные знания на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания, хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, ориентируется в том, как применять полученные знания на практике.
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в изложении вопросов, не понимает сущности излагаемых проблем, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Антропов Л. И.	Теоретическая электрохимия: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1984
Л1.2	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Федотьев Н. П., Алабышев А. Ф., Рогинян А. Л., Федотьев Н. П.	Прикладная электрохимия	Электронная библиотека	Ленинград: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Скорчеллетти В. В.	Теоретическая электрохимия	Библиотека МИСиС	Л.: Химия, 1970

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ)	<a href="http://www.aleph.rsl.ru">http://www.aleph.rsl.ru</a>
----	---	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Российское образование: федеральный портал [Электронный ресурс]. – <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a> (Ссылки на внешний сайт.) Ссылки на внешний сайт..
-----	---

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

A-308	Лекционная аудитория	комплект учебной мебели на 160 рабочих мест, проектор, экран, доска
A-321	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 63 рабочих мест, проектор, экран, доска
A-311	Компьютерный класс	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет»(14 шт) и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска, проектор

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия позволяют изучить общие вопросы, касающихся представления о системах накопления и хранения электрической энергии, принципах их функционирования и характерных особенностях. На практических занятиях разбираются вопросы, изучаемые на лекционных занятиях, на подробное изучение влияния различных факторов на характеристики источников тока и систем накопления и хранения электрической энергии.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint).

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.