

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143105	Системы накопления энергии

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Метрология и метрологическое обеспечение	Код ОП 1. 27.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Стандартизация и метрология	Код направления и уровня подготовки 1. 27.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пелегов Дмитрий Вячеславович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Системы накопления энергии

1.1. Аннотация содержания модуля

В результате освоения дисциплины «Системы накопления энергии» студенты научатся определять сильные и слабые стороны различных типов химических источников тока, выбирать наиболее подходящий тип аккумуляторов в зависимости от области применения.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Системы накопления энергии	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности 2. Основы современной химии
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Системы накопления энергии	ПК-9 - Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований	З-1 - Определять цели и задачи проводимых исследований и разработок З-2 - Перечислить методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований З-3 - Излагать методы и средства планирования и организации исследований и разработок

		<p>З-4 - Определять методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации</p> <p>У-1 - Выбирать для применения нормативную документацию в соответствующей области знаний</p> <p>У-2 - Систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-3 - Выбирать методы анализа научно-технической информации</p> <p>П-1 - Выполнять сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований</p> <p>П-2 - Подготавливать предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов</p> <p>П-3 - Осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Системы накопления энергии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пелегов Дмитрий Вячеславович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пелегов Дмитрий Вячеславович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ;
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Немного истории электромобилей	<p>Исторические аспекты формирования и потери спроса на электрические транспортные средства.</p> <p>Первая волна электромобилей начала 20 века в США и Европе. История первого автомобиля Фердинанда Порше. Причины падения интереса к электромобилям: формирование индустрии добычи нефти в США, особенности энергетики в конце 19-го и начале 20-го веков, роль строительства федеральных трасс, роль других технологий, и ключевая роль цены.</p> <p>Электрический транспорт в 20 веке: электрические железные дороги, электрический городской транспорт, коммерческий электрический транспорт, Milk float в Великобритании, электрический транспорт специального назначения</p> <p>Преимущества и недостатки электромобилей. Возможности эксплуатации электромобилей в зимнее время.</p> <p>Возрождение электромобилей во втором десятилетии 21 века – продажи и тенденции.</p>
2	Причины перемен и возрождения электромобилей.	<p>Экологические причины – загрязнение воздуха выхлопами от бензиновых автомобилей. История смога в США и Великобритании. Инициатива Калифорнийского агентства по</p>

		<p>контролю за воздушными ресурсами – правило об автомобилях с нулевым выхлопом. Загрязнение воздуха в Китае.</p> <p>Экологические причины – загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Сложная цепочка от скважины до конечного потребителя. Крупнейшие неконтролируемые выбросы нефти в окружающую среду. Авария на платформе «Глубоководный горизонт» и оценка экономического ущерба.</p> <p>Политические причины. Нефть и геополитика. Влияние военных конфликтов на цену нефти.</p> <p>Экономические причины. Автопроизводители как важный элемент экономики государств. Пример компании Tesla. Причины поддержки электрического транспорта в Китае.</p> <p>Электрический транспорт и электроэнергетика. Роль систем накопления электрической энергии для сетевых компаний и возобновляемых источников энергии. Электромобили – угроза или новые возможности?</p> <p>Экологичность электрического транспорта. Пик добычи нефти.</p>
3	Электромобили и аккумуляторы	<p>Классификация электрических и гибридных транспортных средств. Классификация электрических автобусов.</p> <p>Особенность технических решений для электрических грузовиков, кораблей и самолетов. Смежные технологии: мотор-колесо, беспроводная передача электрической энергии, автономное вождение.</p> <p>Пять основных параметров аккумулятора: цена, удельная ёмкость, мощность, количество циклов заряда-разряда, безопасность.</p> <p>Смежные технологии. Автомобильный аккумулятор как часть электросети. Крупнейшие производители литиевых аккумуляторов в мире. Объемы производства.</p>
4	Химические источники тока – введение и топливные элементы.	<p>Принцип работы электрохимической ячейки: катод, анод и электролит. Физико-химические процессы, протекающие на наноуровне. Нанотехнологии для ионисторов (суперконденсаторы). Краткая история электрохимии.</p> <p>Технико-экономические аспекты эксплуатации топливных элементов. Принцип работы электрохимической ячейки на примере топливные элементы. Классификация и сравнение основных топливных элементов. Использование нанотехнологий при разработке актуальных решений на базе топливных элементов.</p>
5	Основные виды современных аккумуляторов	<p>Принцип работы перезаряжаемых аккумуляторов.</p> <p>Свинцово-кислотные аккумуляторы.</p>

		<p>Никель кадмиевые, никель-железные и никель-металлгидридные аккумуляторы.</p> <p>Литий-ионные аккумуляторы.</p> <p>Классические и твердотельные аккумуляторы – преимущества и недостатки.</p>
6	Электродные материалы	<p>Материалы для положительных электродов. LCO, NMC, NCA и другие материалы со слоистой структурой.</p> <p>Материалы для положительных электродов. LMO и LNMO со структурой шпинели.</p> <p>Материалы для положительных электродов. LFP со структурой оливина.</p> <p>Материалы для отрицательных электродов. Материалы на основе углерода</p> <p>Материалы для отрицательных электродов. LTO со структурой шпинели</p> <p>Что дальше?</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование информационно й культуры в сети интернет	дистанционное образование	Технология самостоятельной работы	ПК-9 - Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований	У-3 - Выбирать методы анализа научно-технической информации

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы накопления энергии

Электронные ресурсы (издания)

1. Окатов, А. П.; Химические источники тока : учебное пособие.; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград, Москва; 1948; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213958> (Электронное издание)

2. Нижниковский, Е. А.; Современные электрохимические источники тока : монография.; Издательство Радиотехника, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468358> (Электронное издание)

3. Ушаков, В. Я.; Современные проблемы электроэнергетики : учебное пособие.; Издательство Томского политехнического университета, Томск; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442813> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Багоцкий, В. С., Скундин, А. М.; Химические источники тока; Энергоиздат, Москва; 1981 (6 экз.)

2. Коровин, Н. В.; Топливные элементы и электрохимические энергоустановки; Издательство МЭИ, Москва; 2005 (9 экз.)

3. Скундин, А. М., Воронков, Г. Я.; Химические источники тока: 210 лет. Развитие основных идей и закономерностей создания и работы химических источников тока как преобразование химической энергии в электрическую; Поколение, Москва; 2010 (1 экз.)

4. Коровин, Н. В.; Топливные элементы и электрохимические энергоустановки; Издательство МЭИ, Москва; 2005 (9 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Julien, C., Mauger, A., Vijn, A., Zaghbi, K.; Lithium Batteries. Science and Technology; Springer International Publishing: Cham, 2016; ISBN 978-3-319-19107-2 – [<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-19108-9>]

Wu F., Maier J., Yu Y., Guidelines and trends for next-generation rechargeable lithium and lithium-ion batteries. Chem. Soc. Rev. 49, 1569–1614 (2020). DOI: 10.1039/C7CS00863E [<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/cs/c7cs00863e>]

Xuning Feng, Dongsheng Ren, Xiangming He, Minggao Ouyang, Mitigating thermal runaway of lithium-ion batteries. Joule 4, 743–770 (2020). DOI: 10.1016/j.joule.2020.02.010 [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254243512030088X?via%3Dihub>]

Asenbauer J., Eisenmann T., Kuenzel M., Kazzazi A., Chen Z., Bresser D., The success story of graphite as a lithium-ion anode material – fundamentals, remaining challenges, and recent developments including silicon (oxide) composites. Sustain. Energy Fuels 4, 5387–5416 (2020). DOI: 10.1039/D0SE00175A [<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/SE/D0SE00175A>]

Tian Y., Zeng G., Rutt A., Shi T., Kim H., Wang J., Koettgen J., Sun Y., Ouyang B., Chen T., Lun Z., Rong Z., Persson K., Ceder G., Promises and challenges of next-generation “Beyond Li-ion” batteries for electric vehicles and grid decarbonization. Chem. Rev. 121, 1623–1669 (2021). DOI: 10.1021/acs.chemrev.0c00767. [<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrev.0c00767>]

Sui Y., Liu C., Masse R.C., Neale Z.G., Atif M., AlSalhi M., Cao G., Dual-ion batteries: The emerging alternative rechargeable batteries. Energy Storage Mater. 25, 1–32 (2020). DOI: 10.1016/j.ensm.2019.11.003. [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405829719310384?via%3Dihub>]

Козадеров О.А., Введенский А.В. Современные химические источники тока. Учебное пособие // Лань, 2018 [<https://e.lanbook.com/book/90858>]

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.ru>]

Онлайн-курс (ОК) УрФУ «Аккумуляторы, топливные элементы и их роль в современном обществе» [<https://openedu.ru/course/urfu/CHEMSO/>]

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы накопления энергии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES