

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
электроники, фотоники и
молекулярной физики
А.С. Батурин**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Альтернативные способы генерации и сохранения энергии
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра электрохимической энергетики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

С.М. Морозова, канд. хим. наук

В.А. Визгалов, канд. хим. наук

А.С. Стопорев, канд. хим. наук

М.С. Ситников, канд. техн. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры электрохимическая энергетика 19.02.2025

Аннотация

Дисциплина «Альтернативные способы генерации и сохранения энергии» направлена на развитие профильных компетенций и формирование представлений о способах получения электроэнергии за счет альтернативных источников, особенностях преобразования и аккумулирования энергии, параметрах и принципах действия первичных и вторичных химических источников тока, видах и назначении топливных элементов, ресурсных характеристиках накопителей.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование у обучающихся специализированных представлений об основах генерации, преобразования и накопления энергии, физико-химических процессах, сопровождающих эти явления, устройстве и принципах работы энергетического оборудования.

Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- обобщение и систематизация знаний о способах получения и преобразования энергии, принципах работы устройств и оборудования, видах и особенностях накопителей;
- формирование базовых знаний о способах исполнения и областях применения различных источников энергии с учетом особенностей их работы;
- овладение методами проектирования различных видов источников и преобразователей энергии с учетом внутренних и внешних параметров и условий.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные виды технической реализации получения, преобразования и доставки энергии;
- специфику применения оборудования в соответствии с условиями его работы;
- особенности энергетических переходов (эволюцию применения методов получения энергии);
- теоретические и экспериментальные КПД для различных источников энергии, способы его расчета и применения на практике;
- основные положения, регламенты и нормативные документы по разработке и использованию оборудования и электроустановок.

уметь:

- анализировать техническую документацию, читать электрические схемы и осуществлять подбор оборудования и расчет его характеристик, в том числе на основе ГОСТов;
- проводить расчеты баланса мощности, КПД, массогабаритов оборудования, приборов и устройств при проектировании локальных энергосистем;
- применять теоретические знания в производственных процессах.

владеть:

- методиками расчета основных характеристик оборудования, устройств защиты и коммутации;
- навыками поиска актуальной технической документации по разработке и применению оборудования;
- навыками использования специализированного программного обеспечения для проведения расчетов.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Энергетический переход. Виды источников и накопителей энергии	2			6
2	Источники альтернативной энергии	2			6
3	Фотовольтаика	2			6
4	Автоклавные методы синтеза веществ для энергетики	2			6
5	Молекулярные контейнеры для хранения горючих газов и тепловой энергии	2			6
6	Первичные химические источники тока	4			6
7	Вторичные химические источники тока. Металл-ионные батареи	4			6
8	Вторичные химические источники тока. Металл-воздушные батареи	4			6
9	Топливные элементы	4			6
10	Сравнение различных видов накопителей энергии	4			6
Итого часов		30			60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

1. Энергетический переход. Виды источников и накопителей энергии

Понятие энергии. Виды источников энергии: традиционные и альтернативные. Энергетические переходы. Способы накопления энергии.

2. Источники альтернативной энергии

Виды альтернативных источников энергии, применение и преобразование. Особенности устройства и работы энергоустановок.

3. Фотовольтаика

Виды, принцип действия и особенности солнечных панелей в качестве источников энергии. КПД. Применение

4. Автоклавные методы синтеза веществ для энергетики

Краткий обзор методов получения веществ/материалов в атмосфере горючих и агрессивных газов; гидротермальный синтез; криогенные методы синтеза; методы механической активации.

5. Молекулярные контейнеры для хранения горючих газов и тепловой энергии

Обзор веществ, формирующих клатратные соединения с газами. Способы получения клатратов и их характеристики (стабильность, емкость по газу). Классификация фазово-переходных материалов. Аккумулирование тепловой энергии в виде скрытой теплоты/холода фазовых переходов. Управление стабильностью фазово-переходных материалов.

6. Первичные химические источники тока

Принцип действия и особенности первичных химических источников тока. Понятие гальванического элемента. Литий-тионилхлоридные ХИТ. Литий-фторуглеродные ХИТ

7. Вторичные химические источники тока. Металл-ионные батареи

Принцип действия и особенности вторичных химических источников тока на примере металл-ионных батарей. Особенности литий-, натрий-ионных и ХИТ. Особенности металл-ионных ХИТ на основе алюминия, магния и цинка.

8. Вторичные химические источники тока. Металл-воздушные батареи

Принцип действия и особенности вторичных химических источников тока на примере металл-воздушных батарей. Особенности литий-воздушных ХИТ. Особенности алюминий-воздушных ХИТ.

9. Топливные элементы

Виды и назначение топливных элементов. Принцип действия и особенности работы ТЭ. Твердооксидные, щелочные ТЭ. ТЭ с полимерной мембраной, микробные ТЭ.

10. Сравнение различных видов накопителей энергии

Сравнение различных видов источников энергии с точки зрения климатических условий, КПД и ресурсных характеристик.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, меловой или маркерной доской

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Литература выдается на базовой кафедре:

1. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г.А. Электрохимия. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.
2. Козадеров О.А., Введенский А.В. Современные химические источники тока. 3-е изд., испр. Изд-во Лань, 2021.

Дополнительная литература

Литература выдается на базовой кафедре:

1. Ю. Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. Физико-химические основы электрохимии: Учебное пособие – 2-е изд., испр. – Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2013. – 448 с.
2. Багоцкий В.С. Основы электрохимии. — М.: Химия, 1988. 400 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Не предусмотрены

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

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
 - ведения конспекта занятий;
 - выполнение заданий практических семинаров и самостоятельную обработку полученных результатов;
 - активной самостоятельной работы студента.
- Самостоятельная работа включает в себя:
- чтение рекомендованной литературы;
 - проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
 - подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра электрохимической энергетики
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

С.М. Морозова, канд. хим. наук
В.А. Визгалов, канд. хим. наук
А.С. Стопорев, канд. хим. наук
М.С. Ситников, канд. техн. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Альтернативные способы генерации и сохранения энергии» обучающийся должен:

знать:

- основные виды технической реализации получения, преобразования и доставки энергии;
- специфику применения оборудования в соответствии с условиями его работы;
- особенности энергетических переходов (эволюцию применения методов получения энергии);
- теоретические и экспериментальные КПД для различных источников энергии, способы его расчета и применения на практике;
- основные положения, регламенты и нормативные документы по разработке и использованию оборудования и электроустановок.

уметь:

- анализировать техническую документацию, читать электрические схемы и осуществлять подбор оборудования и расчет его характеристик, в том числе на основе ГОСТов;
- проводить расчеты баланса мощности, КПД, массогабаритов оборудования, приборов и устройств при проектировании локальных энергосистем;
- применять теоретические знания в производственных процессах.

владеть:

- методиками расчета основных характеристик оборудования, устройств защиты и коммутации;
- навыками поиска актуальной технической документации по разработке и применению оборудования;
- навыками использования специализированного программного обеспечения для проведения расчетов.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В начале каждого занятия проводится краткий опрос по теме предыдущего занятия

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к дифференцированному зачету:

1. Понятие энергии. Способы получения, преобразования, накопления энергии и ее оценки. Способы накопления энергии.
2. Определение энергетического перехода и описание принципов получения энергии традиционными и альтернативными путями.
3. Понятие зеленая энергетика. Основные примеры альтернативных источников энергии и используемого в процессах преобразования энергии оборудования.
4. Определение фотовольтаики. Принцип действия и основные параметры солнечных элементов. Зависимость производительности СП от внешних условий.
5. Основные типы солнечных панелей и способы их изготовления. Теоретические и практически достигаемые значения КПД. Зависимость производительности СП от внешних условий.
6. Особенности проектирования энергосистем с использованием СП: условия, оборудование, принцип расчета и зависимость параметров.
7. Автоклавные методы синтеза веществ для энергетики: классификация экстремальных условий протекания процесса. Физико-химические основы протекания процессов в экстремальных условиях.
8. Автоклавные методы синтеза веществ для энергетики: принципы подбора оборудования для получения веществ/материалов в агрессивных средах и/или в экстремальных условиях; планирование эксперимента; примеры.
9. Молекулярные контейнеры для хранения горючих газов и тепловой энергии: классификация клатратных соединений; примеры газовых клатратов; факторы, влияющие на их стабильность.
10. Обзор веществ, формирующих клатратные соединения с газами. Способы получения клатратов и их характеристики (стабильность, емкость по газу). Теоретическая оценка содержания газа в таких соединениях (в м³/м³).
11. Молекулярные контейнеры для хранения горючих газов и тепловой энергии: классификация фазово-переходных материалов; принцип аккумулирования тепловой энергии такими материалами. Факторы, влияющие на стабильность материалов для хранения газа и тепловой энергии.
12. Аккумулирование тепловой энергии в виде скрытой теплоты/холода фазовых переходов. Управление стабильностью фазово-переходных материалов. Классификация фазово-переходных материалов.
13. Определение гальванического элемента. Классификация электрохимических источников энергии. Примеры первичных источников тока и их особенности.
14. Первичные источники тока. Теоретические и практически достигаемые значения КПД. Основные параметры первичных ХИТ.
15. Принцип действия и особенности первичных химических источников тока. Литий-тионилхлоридные ХИТ. Литий-фторуглеродные ХИТ. Теоретические и практически достигаемые значения КПД.
16. Принцип действия и особенности вторичных химических источников тока на примере металл-ионных батарей. Теоретические и практически достигаемые значения КПД.
17. Принцип действия и примеры вторичных химических источников тока. Особенности литий-, натрий-ионных и ХИТ. Особенности металл-ионных ХИТ на основе алюминия, магния и цинка. Теоретические и практически достигаемые значения КПД.
18. Основные электрохимические параметры вторичных ХИТ. Принцип действия и особенности вторичных химических источников тока на примере металл-воздушных батарей. Особенности литий-воздушных ХИТ. Особенности алюминий-воздушных ХИТ.
19. Виды и назначение топливных элементов. Принцип действия и примеры топливных элементов. Теоретические и практически достигаемые значения КПД.
20. Сравнение различных видов источников энергии с точки зрения климатических условий, КПД и ресурсных характеристик.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов – выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний недостаточно правильные формулировки базовых понятий нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний допускающему ошибки в формулировках базовых понятий нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл – выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Промежуточная аттестация проводится в форме устного дифференцированного зачета (в билете два теоретических вопроса). Опрос по билету не может превышать 60 минут, на подготовку выделяется не более 60 минут.