

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Проблемы и теплофизические процессы в наноэнергетике**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михайлова И.А.
	Идентификатор	R6487a0ab-MikhailovaIA-f37cba00

И.А.
Михайлова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г.
Макаров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю.
Пузина

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах

ИД-1 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем

2. ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств

ИД-3 Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Наноэнергетика (Реферат)

Форма реализации: Устная форма

1. Материаловедческие проблемы энергетики (Коллоквиум)
2. Нанотехнологии в новых энергетических системах (Коллоквиум)
3. Основы наноэнергетики (Коллоквиум)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Материаловедческие проблемы энергетики (Коллоквиум)

КМ-2 Основы наноэнергетики (Коллоквиум)

КМ-3 Нанотехнологии в новых энергетических системах (Коллоквиум)

КМ-4 Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии (Коллоквиум)

КМ-5 Наноэнергетика (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	10	13	16
Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации						
Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации	+					+
Научно-технические аспекты традиционной энергетики и основные проблемы. Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика						
Технологии теплоэнергетики				+		
Гидроэнергетика				+		
Атомная энергетика. Схема работы и оборудование атомных электростанций				+		
Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки						
Солнечная энергетика	+	+	+			+
Ветроэнергетика	+	+	+			+
Геотермальная энергетика	+	+	+			+
Биоэнергетические установки	+	+	+			+
Топливные элементы	+	+	+			+
Водородная энергетика	+	+	+	+	+	+
Ядерная энергетика	+	+	+			+
Аккумуляция электрической энергии	+	+	+			+
Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов						
Основы наноэнергетики				+		
Пространственные и временные масштабы явлений и процессов.				+		
Нanomатериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, наночувствительные элементы						
Нanomатериалы для атомной энергетики	+	+				+
Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок						

Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок			+		+
Нанотехнологии для водородной энергетики					
Нанокристаллические или наномасштабные металлогидриды				+	
Наноматериалы для хранения водорода				+	
Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов					
Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов			+		+
Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики					
Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики		+			+
Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности					
Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности		+	+		
Вес КМ:	15	15	15	15	40

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1ПК-2 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем	Знать: методы определения параметров работы энергетического оборудования технологии управления свойствами материалов направленным изменением их структуры для решения задач создания новых конструкционных материалов для устройств, оборудования и аппаратов в энергетике и энергетическом машиностроении Уметь: определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к энергетике, разрабатывать практические	КМ-3 Нанотехнологии в новых энергетических системах (Коллоквиум) КМ-4 Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии (Коллоквиум) КМ-5 Наноэнергетика (Реферат)

		рекомендации по использованию результатов научных исследований	
ПК-3	ИД-3 _{ПК-3} Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы	Знать: современные достижения науки и техники в области функциональных наноматериалов для энергетики Уметь: проводить оценку параметров и расчет эффективности наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы	КМ-1 Материаловедческие проблемы энергетики (Коллоквиум) КМ-2 Основы наноэнергетики (Коллоквиум)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Материаловедческие проблемы энергетики

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Из выданного списка вопросов по теме необходимо выбрать два вопроса и дать развернутый ответ, ответить на дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

Обсуждение материаловедческих проблем энергетики. Список вопросов для обсуждения прилагается

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные достижения науки и техники в области функциональных наноматериалов для энергетики	1.Каковы основные цели и тенденции развития современной энергетики? 2.Назовите традиционные энергетические технологии. 3.Определите понятия “энергоемкость” и “энергоэффективность”. 4.Определите и опишите основные эксплуатационные, технологические и экономические требования к конструкционным материалам в энергетике. 5.Дайте классификацию конструкционных металлических материалов. 6.Приведите примеры износостойких металлов и сплавов. 7.Приведите примеры материалов с высокими упругими свойствами для энергетики.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Основы наноэнергетики

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Коллоквиум проводится на контрольной неделе после изучения раздела в форме опроса с билетами в устной форме. Студенты заранее получают темы и вопросы, которые планируется обсудить. Беседа может проходить как индивидуально, так и в групповом формате. В рамках дискуссии студенты дополняют друг друга и задают уточняющие вопросы. При этом можно пользоваться записями и конспектами.

Краткое содержание задания:

Оценка нанотехнологий и наноматериалов в водородной энергетике:

- -новые технологии получения водорода на основе наномембран
- -технологии хранения водорода с использованием наночастиц палладия внутри микросфер
- -способы хранения водорода на основе наноструктурированных металлогидратов и других наноструктур. Примеры, обсуждение физико-химических основ.
- -создание новых систем диффузии водорода с использованием особенностей диффузионных процессов в наноструктурах
- -обеспечение безопасности водородной энергетики на основе хранения и транспортировки водорода в наноструктурированных материалах
- -создание нанофильтров для сепарации и очистки водорода.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить оценку параметров и расчет эффективности наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы	1. Чем обусловлено формирование нового направления энергетики, основанного на нанотехнологиях? 2. Какие научные задачи решаются в наноэнергетике в настоящее время? 3. Приведите примеры перспективного применения нанотехнологий в системах преобразования, передачи и хранения энергии; обоснуйте ответ. 4. Какие факторы влияют на эффективность преобразования энергии? 5. Возможности нанотехнологий в улучшении существующих систем генерации энергии. 6. Опишите формирующиеся нанотехнологические подходы к энергосбережению.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Нанотехнологии в новых энергетических системах

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты заранее получают вопросы по изучаемой теме, которые планируется обсудить. Беседа может проходить как индивидуально, так и в групповом формате. В рамках дискуссии студенты дополняют друг друга и задают уточняющие вопросы. При этом можно пользоваться записями и конспектами. Оценка за коллоквиум учитывается при выставлении финальной оценки за экзамен.

Краткое содержание задания:

Изучить рекомендованную учебную и научную литературу по системам хранения электрической энергии и последовательно ответить на вопросы:

1. Системы хранения энергии в виде электростатического заряда (физические, электрохимические, суперконденсаторы)
2. Обычные и электролитические конденсаторы
3. Электрохимические суперконденсаторы, основные принципы работы, типы суперконденсаторов.
4. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Пример - электрохимический конденсатор с двойным электрическим слоем и графеновым анодом.
5. Суперконденсаторы и нанотрубки
6. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: технологии управления свойствами материалов направленным изменением их структуры для решения задач создания новых конструкционных материалов для устройств, оборудования и аппаратов в энергетике и энергетическом машиностроении	1. Что представляют собой системы хранения электрической энергии (конденсаторы)? 2. Назовите основные принципы работы, достоинства и недостатки электрохимического суперконденсатора. 3. Сформулируйте требования к наноматериалам, применяемым в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	системах хранения энергии. 4.Основные наноматериалы, перспективные для литий-ионных батарей. 5.Опишите суперконденсатор на нанотрубках. 6.Чем отличаются от обычных электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок? 7.В чем трудности создания эффективных систем хранения водорода? 8.Опишите механизмы адсорбции и десорбции водорода в металлгидридах. Чем отличаются процессы физической и химической адсорбции? 9.Какие проблемы надо решить для использования наноструктурированных материалов в качестве хранилищ водорода? 10.Каким требованиям должен отвечать материал, используемый для создания систем хранения водорода? 11.Какие преимущества дает химическая дестабилизация при дегидрогенизации? 12.Влияние катализаторов на кинетику процессов гидрирования и дегидрирования. 13.Опишите проблемы теплопроводности в металлгидридах и влияние наномасштабов на их свойства. 14.Чем определяется емкость хранения водорода в наноструктурированных материалах? 15.Что такое “металлоорганические каркасы” и чем вызван интерес к ним?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают заранее темы и вопросы, которые планируется обсудить, готовят краткий тезисный письменный текст с ответами на два теоретических вопроса, предполагающих короткие ответы. На коллоквиуме обсуждение проходит в групповом формате. В рамках дискуссии студенты дополняют друг друга и задают уточняющие вопросы. При этом можно пользоваться записями и конспектами.

Краткое содержание задания:

Изучить рекомендованную учебную и научную литературу по теме совершенствования технологий топливных и конструкционных элементов, подготовить ответы на следующие вопросы:

- -Основные виды современных топливных элементов, характеристика свойств, состояние технологии
- -Пути совершенствования ТЭ: каталитические реакции и наноконденсаты, нанокатализаторы и наноматериалы для электродов ТЭ
- -Оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий
- -Современные разработки ТЭ на основе нанотехнологических подходов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы определения параметров работы энергетического оборудования	1.Что представляют собой топливные элементы? Какие материаловедческие подходы применяются при их создании? 2.Охарактеризуйте основные виды топливных элементов. 3.Требование к материалам топливных элементов. 4.Каковы пути совершенствования топливных элементов с использованием наноматериалов? 5.Какие эффективные нанокатализаторы для изменения кинетики реакции могут применяться в топливных элементах? 6.Для чего применяют функционализацию углеродных наноструктур для электродов топливных элементов? 7.Какие требования предъявляются к материалам для изготовления мембран топливных элементов? 8.Опишите перспективы дальнейшего совершенствования топливных элементов на основе

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	нанотехнологий: миниатюрные ТЭ, гибридные ТЭ, ТЭ с графеном и т.д. 9.Какие физические явления и эффекты можно использовать при создании наноканалов для преобразования энергии? 10.Возможно ли преобразование механических движений в электрическую энергию? 11.Опишите принцип работы нанопроволочного пьезоэлектрического генератора 12.Каким требованиям должен отвечать материал для его возможного применения в пьезоэлектрическом генераторе? 13.Каким образом наноустройствами преобразуются гидродинамические движения? Опишите схему работы устройства на градиенте солёности 14.Кратко охарактеризуйте перспективы преобразования тепловой и химической энергии в электрическую энергию

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Наноэнергетика

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: В начале семестра до первого КМ выдается задание написать реферат по наноэнергетике. Студентам предлагается список вопросов для проработки темы и примерный план письменной работы.

Краткое содержание задания:

Письменная работа по наноэнергетике должна состоять из двух частей: **теоретическая часть** – не менее 30 страниц (разобраться в теме, осознать, творчески обработать и всесторонне описать аспекты одного из развивающихся направлений наноэнергетики:

привести объяснение эффектов, явлений, подходов, технологий, конкретные примеры, перспективы использования в разных областях науки и техники, возможно приведение экономических перспектив и расчетов) и **представление слайд-презентации** (не менее 25 слайдов) по рассматриваемой теме (с рисунками, графиками, диаграммами и необходимыми пояснениями).

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к энергетике, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	1.Нанотермоэлектричество (наноматериалы и их применение в термоэлектрических преобразователях энергии). Примерный план: термоэлектрические явления, объяснение эффекта, термоэлектрические свойства материалов, термоэлектрические материалы и преобразователи – конкретные подходы и технологии – например, источники энергии на основе сверхрешетчатой структуры, нанокомпозиты, клатраты, перспективные материалы и т.д., термоэлектрические модули, т.е. описание технологических реалий и перспектив; по возможности, отразить в работе экономические перспективы использования новых материалов, а также технологий и приборов на их основе. Термоэлектрические и ядерные батареи для прямого преобразования радиоактивного излучения и теплоты в электричество. Выводы. 2.Топливные элементы (Основные проблемы совершенствования топливных элементов с помощью наноматериалов и нанотехнологий). Примерный подход: топливная ячейка, электрохимический генератор, классификация и описание топливных элементов – принцип действия, реакции, технологии, преимущества, недостатки, применение наноматериалов, нанокатализаторов для электродов топливных элементов – каталитические реакции и нанокомпоненты, оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий. Технологические и экономические перспективы. 3.Системы хранения электрической энергии на основе нанотехнологий (обычные и электролитические конденсаторы, электрохимические суперконденсаторы – основные принципы работы, электролиты, электроды, типы суперконденсаторов, достоинства и недостатки). Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Литий-ионные батареи и электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок. Создание аккумуляторов тепловой и электрической энергии. Технологические и экономические перспективы.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	4.Водородная наноэнергетика (современные представления и подходы к использованию наноматериалов и нанотехнологий в водородной энергетике). Примерный план: Получение водорода, хранение водорода (жидкого, газообразного, в химически связанном состоянии), механизмы гидрирования и дегидрирования, нанокристаллические/наномасштабные металлгидриды, емкость хранения, выбор наноструктурных материалов для хранения H – конкретные технологии и подходы (активные металлы, металлограничные каркасы, углеродные нанотрубки, графен и т.д.), получение сверхпрочных и сверхлегких конструкционных материалов для создания высокопрочных пористых емкостей для хранения высокоэнергетических веществ, включая водород, выводы, перспективы. 5.Нанопьезогенераторы. Примерный план: нанопьезоэлектричество – объяснение процессов и эффектов преобразования механической энергии в электричество, технологии, материалы, например, пьезоэлектрический эффект в кристаллических материалах, перспективы, нанопроволочные пьезоэлектрические генераторы, пьезо-наносенсоры для измерений силы на основе контроля формы структуры под давлением, пьезоэлектрические полимерные пленки, пьезо-нанотранзисторы и т.д. Последние разработки. Перспективы. 6.Нанотехнологии и наноматериалы в фотоэлектрических ячейках (солнечная энергетика). Примерный план: фотоэлектрические преобразователи – принцип работы, физические основы фотоэлектрического преобразования, существующие технологии, типы фотоэлектрических ячеек – на основе кристаллического и аморфного кремния, тонкопленочные, гетероструктурные, с барьером Шоттки; наноматериалы в фотовольтаике, полимерные солнечные батареи, фотоэлектрические ячейки с наночастицами и квантовыми точками, на базе нанопроволок, на красителях, наноплазмоника в технологиях фотоэлектрических ячеек. Создание термоэлектрических генераторов для преобразования тепловой энергии в электрическую на основе наноструктурированных термоэлектрических материалов. Развитие технологий. Экономические перспективы. 7.Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. Тепловая энергетика. Общий обзор конкретных наноматериалов и

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	нанотехнологий для использования в традиционной энергетике. Применение нанотехнологий и наноматериалов в направлениях и разработках для традиционной «большой» энергетики (тепловой) – конкретные примеры, где применяются, описать процессы. Наноматериалы и нанопокрывания с повышенной прочностью, термо- и коррозионной стойкостью, нано-структурные керамические и металлокерамические изделия для парогенераторов, пароперегревателей, камер сгорания, лопаток и сопловых аппаратов паровых и газовых турбин. Наножидкости – новые теплоносители с высокой интенсификацией теплообмена в каналах энергетических машин и установок, новые системы охлаждения в ядерной энергетике и газотурбостроении. Наносмазочные материалы и наноприсадки, снижающие интенсивность износа деталей машин, потери на трение и вибрации, обеспечивающие безразборный ремонт и восстановление деталей. Наноактиваторы горения, нанотехнология обработки угля на молекулярном уровне для обеспечения экологически чистого сжигания топлива. Селективные нанокатализаторы и разделительные наномембраны для защиты окружающей среды, создания новых технологий связывания CO₂, новых методов очистки воды и воздуха. Нано- и микродатчики для систем контроля и управления работой энергетических установок. Наноактиваторы при использовании жидких углеводородов в качестве топлив. Нанотехнологии в системах трансформации и передачи энергии. Наноматериалы и нанотехнологии для энергосбережения. Нанодобавки и наноприсадки к смазочным материалам в теплоэнергетике и энергомашиностроении. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы. 8. Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. Гидроэнергетика. Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий, используемых в традиционной энергетике. Применение нанотехнологий и наноматериалов в направлениях и разработках для традиционной «большой» энергетики (гидроэнергетики) – конкретные примеры, где применяются, описать процессы. В системах трансформации и передачи энергии. Для решения материаловедческих задач. Наноматериалы и нанотехнологии для энергосбережения. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	9. Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. Атомная энергетика. Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий, используемых в направлениях и разработках для традиционной «большой» энергетике (атомной) – конкретные примеры, где применяются, описать процессы. Создание нового высокоплотного ядерного топлива с нанодобавками, топливных композиций для тепловыделяющих сборок активной зоны АЭС. Создание нового класса смешанного уран-плутониевого оксидного топлива. Освоение торий-уранового цикла – научная задача, требующая применения высоких технологий. Создание нанодисперсных материалов конструкционного и функционального назначения. Циркониевые сплавы для ТВЭЛов. Дисперсно-упрочненные оксидами (ДУО) ферритно-мартенситные стали или нано-дисперсные ДУО-стали. Исследование стабильности систем, имеющих наномасштабные особенности, особая стабильность нанокластеров в ДУО-сталях. Исследование и разработка материалов для быстрых реакторов и будущих реакторов 4-ого поколения. Исследование радиационно-индуцированной микроструктуры. Микроструктурные предсказания возможности продления срока эксплуатации реакторов: корпуса (охрупчивание), внутрикорпусные стали (распухание). Разработка и производство быстрозакаленных сплавов-припоев для высокотемпературной безфлюсовой (вакуумной) пайки сплавов циркония, коррозионно-стойких сталей, переходников сталь-цирконий и сталь-титан и других разнородных материалов, обеспечивающих заданный уровень радиационной и коррозионной стойкости паяных соединений. Наномембраны и наночастицы для технологий обращения с ОЯТ и РАО, керамические материалы для дожигания радиолитического водорода. Разработка метрологического обеспечения использования конструкционных и функциональных устройств на основе наноматериалов для ядерных установок. Мультимасштабное моделирование наноструктур, материалов и процессов. Нанодатчики и наносенсоры для ФЗ и АСУ ТП АЭС. Новые возможности для повышения в десятки раз тактико-технических характеристик систем безопасности и охраны АЭС. Создание нано- и микродатчиков для систем кон-троля и управления работой энергетических установок.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	10.Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. В системах трансформации и передачи энергии, в системах энергоснабжения. Сверхпрочные и высокоэлектропроводные материалы. Наноматериалы и нанотехнологии для энергосбережения. Нано- и микродатчики для измерения давления, температуры, концентрации и других параметров, обеспечивающих непрерывный мониторинг и оптимизацию рабочего процесса энергетических машин и установок. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы. 11.Нанотехнологии и наноматериалы в альтернативной энергетике. Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий для нетрадиционной энергетики (ветровой, солнечной, биоэнергетики, термоядерной и т.д.). Применение нанотехнологий и наноматериалов в направлениях и разработках альтернативной энергетики – конкретные материаловедческие проблемы и их решение, конкретные примеры наноматериалов и нанотехнологий, где применяются, описать процессы. Сверхпроводящие наноструктурированные материалы для термоядерной энергетики. Наноэнергетика на транспорте. Электроника с наноэнергетическим питанием. Биологические источники тока. Фотонные двигатели. Автономные наносенсоры. Нанодвигатели. Нанопроводники. Наномембраны. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы. 12.Функциональные материалы для тепловой и атомной энергетики. Примерный план: виды функциональных материалов для энергетики, методы описания наноматериалов, свойства поверхности наноматериалов: смачивание, растекание, испарение, кипение; наноматериалы для преобразования энергии, наноматериалы для транспортировки электроэнергии, наноматериалы для хранения энергии, наноматериалы для термоядерной энергетики, перспективы развития наноматериалов для тепловой и атомной энергетики.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

	Экзамен. БИЛЕТ № 2 .	Утверждаю:
	Кафедра низких температур .	Зав. кафедрой
НИУ МЭИ	Дисциплина Проблемы и теплофизические процессы в наноэнергетике	
	Факультет ИТАЭ .	“ 23 ” января 2019 г.
1. Схема работы тепловых электростанций. Достоинства и недостатки ТЭС. Применение наноматериалов в технологиях получения топлива, в системах трансформации и передачи энергии, в оборудовании и компонентах энергетических машин и установок 2. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Литий-ионные батареи и электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок. Создание аккумуляторов тепловой и электрической энергии		

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам и предполагает ответ студента на поставленные вопросы. К началу зачета с оценкой преподаватель подготавливает следующие документы:

- экзаменационные билеты;
- наглядные пособия, материалы справочного характера, нормативные документы и образцы техники, разрешенные к использованию на экзамене;

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем

Вопросы, задания

1. Нанотехнологии и наноматериалы в атомной энергетике (добавки в керамическое ядерное горючее, строительные и конструкционные материалы, Дисперсно-упрочненные оксидами стали, материалы для высокоскоростных центрифуг при обогащении природного урана, сорбенты, экстрагенты, очистка жидких радиоактивных отходов и др.)
2. Технологии получения энергии из возобновляемых источников. Трудности на пути перехода к ВИЭ.
3. Солнечная энергетика. Виды технологического оборудования для преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую энергию.
4. Схема взаимодействия солнечного излучения с веществом. Чем определяется эффективность преобразования энергии фотонов в электричество?
5. Фотоэнергетические установки, их достоинства и недостатки.

6. Наноматериалы в фотовольтаике, полимерные солнечные батареи, фотоэлектрические ячейки с наночастицами и квантовыми точками, на базе нанопроволок, на красителях. Наноплазмоника в технологиях фотоэлектрических ячеек.
7. Ветроэнергетика, основное оборудование, принципы функционирования. Проблемы и перспективы. Применение наноматериалов и нанотехнологий
8. Основные направления развития биоэнергетики. Виды биотоплив. Методы получения биотоплива
9. Классификация и описание топливных элементов – принцип действия, реакции, технологии, преимущества, недостатки. Применение наноматериалов, нанокатализаторов для электродов топливных элементов. Оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий
10. Системы хранения электрической энергии на основе нанотехнологий (обычные и электролитические конденсаторы, электрохимические суперконденсаторы – основные принципы работы, электролиты, электроды, типы суперконденсаторов, достоинства и недостатки).
11. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Литий-ионные батареи и электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок. Создание аккумуляторов тепловой и электрической энергии.
12. Использование нанотехнологий и наноматериалов в водородной энергетике (механизмы гидрирования и дегидрирования, нанокристаллические/наномасштабные металлгидриды, емкость хранения, наноструктурные материалы для хранения водорода – активные металлы, металлоорганические каркасы, углеродные нанотрубки и т.д.). Основные проблемы и перспективы водородной энергетики
13. Применение наноматериалов в термоэлектрических преобразователях энергии. Термоэлектрические явления, объяснение эффекта, термоэлектрические свойства материалов, термоэлектрические материалы и преобразователи.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Каковы возможности нанотехнологий в улучшении существующих систем генерации энергии?
2. Какие физические принципы используются для фотоэлектрического преобразования?
3. Чем определяется эффективность энергии фотонов в электричество?
4. Типы фотоэлектрических ячеек (ФЭЯ)
5. Какими достоинствами обладают ФЭЯ на основе кристаллического кремния? На основе аморфного кремния?
6. Что представляют собой гетероструктурные ФЭЯ? В чем преимущество гетероструктурных солнечных элементов по сравнению с кремниевыми?
7. Какие шаги предпринимают исследователи и разработчики для уменьшения потерь энергии в фотоэлектрических преобразователях?

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-3 Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы

Вопросы, задания

1. Цели и задачи энергетики. Структура энергетики. Примеры применения наноматериалов в традиционной энергетике.
2. Перечислите используемые возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Причины развития ВИЭ
3. Схема работы тепловых электростанций. Достоинства и недостатки ТЭС. Применение нанотехнологий (водоугольные дисперсии, в системах трансформации и передачи энергии, нано- и микродатчики для измерения давления, температуры, концентрации и других параметров для непрерывного мониторинга и оптимизацию рабочего процесса энергетических машин и установок).

4. Из каких гидротехнических сооружений состоит гидроэлектростанция? КПД ГЭС и себестоимость вырабатываемой электроэнергии на ГЭС. Направления развития современной гидроэнергетики. Применение наноматериалов.
5. На чем основана работа атомных электростанций? Какие технологии используются в настоящее время в атомной энергетике?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Физические аспекты возникновения термоэлектричества
2. Привести схему термоэлектрического устройства
3. Какими параметрами можно определить термоэлектрические свойства материалов
4. От чего зависит эффективность термоэлектрического преобразования?
5. Чем определяется термоэлектрический перенос в наносистемах?
6. Как изменяются термоэлектрические свойства материалов при введении в них наномасштабных структур?
7. Какие научные задачи решаются сегодня в наноэнергетике?
8. Какие факторы влияют на эффективность преобразования энергии?

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе оценки за промежуточную аттестацию. Возможен случай, когда в силу значительно отличающейся текущей оценки может быть применен повышающий или понижающий коэффициент.