

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

Рабочая программа дисциплины
ПРОБЛЕМЫ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В
НАНОЭНЕРГЕТИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Коллоквиум Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

И.А. Михайлова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев А.С.
	Идентификатор	R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaae29

(подпись)

А.С. Дмитриев

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в систематизации полученных при изучении базовых дисциплин специальности знаний о современных методах, приемах и технологических решениях на основе нанотехнологий и функциональных наноматериалов для генерации, передачи, хранения и преобразования энергии в традиционной и альтернативной энергетике, ознакомление со стратегией развития технологий в энергетическом секторе при переходе к наномасштабам и новейшими исследованиями в области наноэнергетики

Задачи дисциплины

- изучение современных и перспективных нанотехнологий для энергетической отрасли хозяйствования и решения энергетических проблем;
- изучение физико-химических, механических и технологических свойств наноматериалов для энергетики, а также исследований и разработок по выбранному направлению деятельности;
- приобретение навыков применения базовых знаний в области нанотехнологий и наноматериалов к выполнению конкретных научно-технологических работ по профессии;
- изучение методов моделирования и расчета процессов в системах преобразования энергии с применением нанотехнологий и наноматериалов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах	ИД-1 _{ПК-2} Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем	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; - методы определения параметров работы энергетического оборудования. уметь: - определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к энергетике, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.
ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств	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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Физика (общая)
- знать Термодинамика
- знать Теория тепло- и массообмена
- знать Физика твердого тела
- знать Физико-химия наночастиц и наноматериалов
- знать Элементы и приборы нанотехнологии

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 4-8 [2], 6-10 [3], 18-39	
1.1	Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Научно-технические аспекты традиционной энергетика и основные проблемы. Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Научно-технические аспекты традиционной энергетика и основные проблемы. Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 9-24 [2], 6-10 [7], 18-39, 54-88
2.1	Технологии теплоэнергетики	4		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.2	Гидроэнергетика	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.3	Атомная энергетика. Схема работы и оборудование атомных электростанций	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-		
3	Технологии нетрадиционной	18	8	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение	

	энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки												дополнительного материала по разделу "Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 25-75 [3], 22-49 [4], 72-82 [8], 37-79
3.1	Солнечная энергетика	3	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
3.2	Ветроэнергетика	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.3	Геотермальная энергетика	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.4	Биоэнергетические установки	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.5	Топливные элементы	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.6	Водородная энергетика	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.7	Ядерная энергетика	3	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
3.8	Аккумуляция электрической энергии	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
4	Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов	10	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
4.1	Основы наноэнергетики	5	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Пространственные и временные масштабы явлений и процессов.	5	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	[1], 76-97 [5], 76-97
5	Нanomатериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, наночастицы	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нanomатериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, наночастицы"

5.1	Нanomатериалы для атомной энергетики	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 398-411 [7], 398-411
6	Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
6.1	Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	[1], 98-119 [3], 367-448
7	Нанотехнологии для водородной энергетики	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нанотехнологии для водородной энергетики"
7.1	Нанокристаллические или наномасштабные металлгидриды	6	2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
7.2	Нanomатериалы для хранения водорода	6	2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	[1], 120-144
8	Нanomатериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нanomатериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов"
8.1	Нanomатериалы для	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>

	совершенство-вания технологии топливных и конструкционных элементов												источников: [1], 157-186 [5], 89-111
9	Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики"
9.1	Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Изучение материалов литературных источников: [1], 192-234 [3], 243-303
10	Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Подготовка реферата: Изучение дополнительного материала по разделу "Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности". В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии.
10.1	Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Изучение материалов литературных источников: [1], 235-251 [4], 74-92
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	2	-	-	-	0.5	93.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации

1.1. Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации

Основные понятия. Цели энергетики. Глобальные проблемы человечества в XXI веке. Электроэнергетика в современной экономике.. Энергетика и электрогенерирующие станции: структура и виды. Энергетические технологии и достижения.. Ресурсная база энергетики. Современные энергетические технологии. Особенности электроэнергетики и электроэнергии.. Электроэнергетические системы. Электроэнергетика России. Энергоемкость валового внутреннего продукта и уровень жизни. Экологические аспекты энергетики..

2. Научно-технические аспекты традиционной энергетики и основные проблемы.

Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика

2.1. Технологии теплоэнергетики

Типы тепловых электростанций. Общее представление о тепловой электростанции.. Технология преобразования химической энергии природных топлив в электроэнергию. Энергетическое топливо (виды) и его сжигание.. Современное оборудование теплоэнергетики. Планирование теплоснабжения городов. Технический уровень, состояние и перспективы теплоэнергетики России..

2.2. Гидроэнергетика

Типы гидроэнергетических установок. Схемы использования водной энергии.. Энергетическое оборудование ГЭС. Мощность ГЭС и выработка энергии. Энергия морских волн и приливов..

2.3. Атомная энергетика. Схема работы и оборудование атомных электростанций

Схема работы и оборудование атомных электростанций. Стратегические прогнозы по нанотехнологиям и нанопродуктам. Национальные программы развития nanoиндустрии.. Роль нанотехнологий в совершенствовании военной и гражданской промышленности. Перечень критических технологий Российской Федерации. Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России.. Изменение структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения наукоемкой продукции. Государственные и частные инвестиции в нанотехнологии..

3. Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки

3.1. Солнечная энергетика

Солнечные коллекторы и системы теплоснабжения. Концентраторы солнечной энергии.. Фотоэлектрические системы и установки. Материалы для солнечных фотоэлектрических установок..

3.2. Ветроэнергетика

Ветроэнергетика. Принцип действия. Различные типы ветроэнергетических установок..

3.3. Геотермальная энергетика

Оценка ресурсов. Схема геотермального резервуара. Принцип действия геотермальных установок..

3.4. Биоэнергетические установки

Биоэнергетические установки. Виды биотоплива. Получение биодизеля и биоэтанола..

3.5. Топливные элементы

Топливные элементы. Схема устройства и процессы преобразования. Области применения топливных элементов..

3.6. Водородная энергетика

Получение водорода. Хранение и транспортировка водорода.. Водородная экономика. Организация инфраструктуры..

3.7. Ядерная энергетика

Ядерная энергетика. Основные понятия.. Термоядерный синтез: технологии, особенности, преимущества, проблемы и перспективы..

3.8. Аккумуляция электрической энергии

Гидроаккумуляция. Аккумуляция с помощью сжатого воздуха.. Электрохимические аккумуляторные батареи. Перспектива – интеллектуальные сети для энергетики.. Альтернативная энергетика. Некоторые новые энергетические технологии. Сверхпроводящие индукционные накопители энергии в структуре будущей энергетики..

4. Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов

4.1. Основы наноэнергетики

Базовые представления. Наномасштабы для следующей энергетической революции..

4.2. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов.

Технологические особенности наноструктурированных материалов. Энергетические нанотехнологии: общий обзор..

5. Наноматериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, наночувствительные

5.1. Наноматериалы для атомной энергетики

Применение наноматериалов в тепловыделяющих и нейтронопоглощающих элементах ядерных реакторов: технологические возможности. Нанодатчики для охраны окружающей среды.. Мониторинг технологических процедур для управления качеством сборки и эксплуатации ядерных систем. Наночувствительные и мембраны для разделения сред..

6. Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок

6.1. Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок

Системы хранения электрической энергии (конденсаторы). Обычные и электролитические конденсаторы.. Электрохимические суперконденсаторы. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки.. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок. Мультифункциональная архитектура литий-ионных батарей и конденсаторов..

7. Нанотехнологии для водородной энергетики

7.1. Нанокристаллические или наномасштабные металлогидриды

Механизмы гидрирования. Термодинамика реакции, поверхностная энергия, химическая дестабилизация. Влияние поверхности на теплоту формирования.. Избыток энтальпии и напряжение на границах зерен. Влияние процессов рекристаллизации. Кинетика процессов в наноструктурах/. Поверхностная диссоциация, диффузия и зародыши новой фазы. Емкость хранения. Тепловое управление при гидрировании и дегидрировании..

7.2. Наноматериалы для хранения водорода

Углеродные наноструктуры. Металлоорганические каркасы.. Сложные металлогидриды и другие структуры. Электроды с развитой поверхностью на основе трековых мембран..

8. Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов

8.1. Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов

Основные проблемы совершенствования топливных элементов. Параметры мембранного переноса в топливных элементах.. Каталитические реакции и наноконпоненты. Нанокатализаторы и наноматериалы для электродов. Ионопроводящие мембраны.. Оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий. Миниатюризация топливных элементов для специальных приложений..

9. Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики

9.1. Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики

Повышение эффективности преобразования видимого спектра в электроэнергию.. Наноматериалы для фотовольтаических элементов. Каскадные фотоэлементы.. Увеличение эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой.. Новые покрытия для лопастей ветроэлектростанций. Улучшение аэродинамических характеристик..

10. Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности

10.1. Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности

Перенос и распределение энергии. Высокопроводящие наноструктурированные сверхпрочные материалы для линий электропередач.. Механические свойства

наноматериалов для электроэнергетики. Нанокристаллические магнитотвердые материалы для электромагнитных систем.. Наноструктурные материалы и сплавы. Материалы для магистральных трубопроводов.. Нанотермоэлектрические материалы. Проблемы энергосбережения.. Светодиоды на основе нанотехнологий. Наноструктурные сверхпроводники для повышения энергоэффективности. Наносенсоры для интеллектуального и гибкого управления энергосетями..

3.3. Темы практических занятий

1. Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки. Новые энергетические технологии.;
2. Наноматериалы для фотоэлементов. Каскадные фотоэлементы. Увеличение эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой.;
3. Каталитические реакции и наноконпоненты топливных элементов (ТЭ). Нанокатализаторы и наноматериалы для электродов. Ионопроводящие мембраны. Оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий.;
4. Нанокристаллические или наномасштабные металлгидриды.;
5. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок.;
6. Новые материалы и наноматериалы для атомной энергетики.;
7. Аккумулирование электрической энергии. Сверхпроводящие индукционные накопители энергии в структуре будущей энергетики.;
8. Применение функциональных наноматериалов в традиционной энергетике. Решение некоторых проблем материаловедения с помощью нанотехнологий в гидроэнергетике. Примеры новых технологий для тепловой энергетики..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Научно-технические аспекты традиционной энергетики и основные проблемы. Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Наноматериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, нанофильтры"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок"

7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нанотехнологии для водородной энергетики"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)										Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Знать:													
методы определения параметров работы энергетического оборудования	ИД-1ПК-2			+					+				Коллоквиум/Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии
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	ИД-1ПК-2		+	+	+			+		+		+	Коллоквиум/Нанотехнологии в новых энергетических системах
современные достижения науки и техники в области функциональных наноматериалов для энергетики	ИД-3ПК-3	+		+		+							Коллоквиум/Материаловедческие проблемы энергетики
Уметь:													
определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к энергетике, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	ИД-1ПК-2	+		+		+	+		+	+			Реферат/Наноэнергетика
проводить оценку параметров и расчет эффективности наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы	ИД-3ПК-3			+		+					+	+	Коллоквиум/Основы наноэнергетики

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Дмитриев, А. С. Введение в наноэнергетику : учебное пособие по курсам "Проблемы и перспективы наноэнергетики", "Физикохимия наночастиц и наноматериалов", "Тепловые процессы в наноструктурах", по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика", профилю "Нанотехнологии и наноматериалы для энергетики" / А. С. Дмитриев, И. А. Михайлова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 320 с. - ISBN 978-5-383-00654-2 .;
2. Баранов, Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" специальности "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии" / Н. Н. Баранов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 384 с. - ISBN 978-5-383-00651-1 .
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4246;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4246)
3. Фортов, В. Е. Энергетика в современном мире / В. Е. Фортов, О. С. Попель . – Долгопрудный : Интеллект, 2011 . – 168 с. - ISBN 978-5-91559-095-2 .;

4. Рынок нано: от нанотехнологий - к нанопродуктам / Г. Л. Азоев, и др. ; Ред. Г. Л. Азоев . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 . – 319 с. + CD-ROM . – (Нанотехнологии) . - ISBN 978-5-9963-0421-9 .;
5. Гусев, А. И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А. И. Гусев . – 2-е изд., испр . – М. : Физматлит, 2009 . – 416 с. - ISBN 978-5-922105-82-8 .;
6. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие для студентов старших курсов по специальности 020101 (011000) - Химия / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; Ред. Ю. Д. Третьяков . – М. : Физматлит, 2010 . – 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1 .;
7. Основы современной энергетики : в 2 т. : учебник для вузов по направлениям "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / Общ. ред. Е. В. Аметистов . – 5-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . - ISBN 978-5-383-00501-9 .;
8. Фортов В.Е.- "Возобновляемая энергетика в современном мире", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012710.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для	М-409/2,	стол преподавателя, стол, доска

проведения лекционных занятий и текущего контроля	Аудитория каф. "НТ"	меловая, мультимедийный проектор
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-423/1, Аудитория каф. "НТ"	стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Проблемы и теплофизические процессы в наноэнергетике

(название 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.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	7	10	13	16
1	Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации						
1.1	Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации		+				+
2	Научно-технические аспекты традиционной энергетики и основные проблемы. Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика						
2.1	Технологии теплоэнергетики				+		
2.2	Гидроэнергетика				+		
2.3	Атомная энергетика. Схема работы и оборудование атомных электростанций				+		
3	Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки						
3.1	Солнечная энергетика		+	+	+		+
3.2	Ветроэнергетика		+	+	+		+
3.3	Геотермальная энергетика		+	+	+		+
3.4	Биоэнергетические установки		+	+	+		+
3.5	Топливные элементы		+	+	+		+

3.6	Водородная энергетика	+	+	+	+	+
3.7	Ядерная энергетика	+	+	+		+
3.8	Аккумуляция электрической энергии	+	+	+		+
4	Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов					
4.1	Основы наноэнергетики			+		
4.2	Пространственные и временные масштабы явлений и процессов.			+		
5	Наноматериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, нанофильтры					
5.1	Наноматериалы для атомной энергетики	+	+			+
6	Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок					
6.1	Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок			+		+
7	Нанотехнологии для водородной энергетики					
7.1	Нанокристаллические или наномасштабные металлогидриды				+	
7.2	Наноматериалы для хранения водорода				+	
8	Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов					
8.1	Наноматериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов			+		+
9	Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики					
9.1	Наноматериалы для солнечной и ветровой энергетики		+			+
10	Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности					
10.1	Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности		+	+		
Вес КМ, %:		15	15	15	15	40