

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
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.06.02.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 2 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 2 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 2 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 2 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 2 семестр - 77,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Коллоквиум | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 2 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | 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 | Дмитриев А.С. |
| | Идентификатор | R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae29 |

А.С. Дмитриев

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ современной оптоэлектроники, нанофотоники, наноплазмоники и метаматериалов в различных диапазонах спектра электромагнитных волн, их использование в перспективных технологиях

Задачи дисциплины

- изучение современной твердотельной оптоэлектроники, в частности на базе наноконструкций и наноматериалов, в различных диапазонах спектра электромагнитных волн, их использование в перспективных технологиях;
- изучение механизмов взаимодействия электромагнитного поля с материалами в нанофотонике и наноплазмонике;
- изучение физики и технологии метаматериалов, приобретение навыков выполнения на этой основе инженерных расчетов для решения конкретных прикладных задач.

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-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования | ИД-4 _{ПК-1} Знаком с особенностями технологических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования специального назначения. | знать: - способы расчета процессов в функциональных материалах в энергетике. уметь: - проводить расчеты эффективности типовых функциональных материалов для энергетики. |
| ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств | ИД-1 _{ПК-3} Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем в современных наноразмерных системах и устройствах | знать: - типовые решения систем, проводить комплексный анализ функциональных материалов для энергетики. уметь: - подбирать компоненты функциональных материалов для энергетики и проводить их расчет. |

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 Математика
- знать Физика (общая)
- знать Прикладная физика
- знать Термодинамика
- знать Физика твердого тела
- знать Физика конденсированного состояния
- знать Тепловые процессы в наноструктурах

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 | Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования | 14 | 2 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 71-101 [2], 36-48 [3], 192-234 [4], 72-101</p> |
| 1.1 | Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования | 14 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 2 | Функциональные энергетические наноматериалы | 18 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 2.1 | Функциональные энергетические наноматериалы | 18 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 3 | Функциональные поверхности | 20 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | материалов для повышения энергоэффективности | | | | | | | | | | | | дополнительного материала по разделу "Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности" и подготовка к контрольной работе |
| 3.1 | Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 71-101 [2], 52-74 [3], 192-234 [4], 72-101 |
| 4 | Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики | 16 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики" |
| 4.1 | Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики | 16 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 36-48 |
| 5 | Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики" и подготовка к контрольной работе |
| 5.1 | Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 71-101 [2], 56-78 [3], 192-234 [4], 72-101 |
| 6 | Функциональные материалы для хранения | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|------|---|
| | электрической и тепловой энергии | | | | | | | | | | | | "Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии" |
| 6.1 | Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 71-101 [2], 116-161 [3], 192-234 [4], 72-101 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 32 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 44 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 32 | - | 32 | | 2 | | - | 0.5 | | 77.5 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования

1.1. Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования

Типы и основные свойства функциональных энергетических материалов.

2. Функциональные энергетические наноматериалы

2.1. Функциональные энергетические наноматериалы

Особенности функциональных энергетических наноматериалов.

3. Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности

3.1. Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности

Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности.

4. Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики

4.1. Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики

Основные свойства функциональных материалов для традиционной энергетики.

5. Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики

5.1. Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики

Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики.

6. Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии

6.1. Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии

Функциональные наноматериалы для хранения электрической и тепловой энергии.

3.3. Темы практических занятий

1. Функциональные наноматериалы для хранения электрической и тепловой энергии;
2. Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики;
3. Основные свойства функциональных материалов для традиционной энергетики;
4. Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности;
5. Особенности функциональных энергетических наноматериалов;
6. Типы и основные свойства функциональных энергетических материалов.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные энергетические наноматериалы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии"

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 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| способы расчета процессов в функциональных материалах в энергетике | ИД-4ПК-1 | + | + | | | | | Контрольная работа/Типы и основные свойства функциональных энергетических материалов |
| типовые решения систем, проводить комплексный анализ функциональных материалов для энергетике | ИД-1ПК-3 | | | + | + | | | Контрольная работа/Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности |
| Уметь: | | | | | | | | |
| проводить расчеты эффективности типовых функциональных материалов для энергетике | ИД-4ПК-1 | | | | | + | | Контрольная работа/Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетике |
| подбирать компоненты функциональных материалов для энергетике и проводить их расчет | ИД-1ПК-3 | | | | | | + | Коллоквиум/Функциональные наноматериалы для хранения электрической и тепловой энергии |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Типы и основные свойства функциональных энергетических материалов (Контрольная работа)
2. Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики (Контрольная работа)
3. Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Функциональные наноматериалы для хранения электрической и тепловой энергии (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

В диплом выставляется оценка за 2 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 нанотеплофизику / А. С. Дмитриев . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 . – 790 с. – (Нанотехнологии) . - ISBN 978-5-9963-0843-9 .;
2. Дмитриев, А. С. Физико-химия наноструктур : учебное пособие по курсам "Физико-химия наночастиц и наноматериалов", "Тепловые процессы в наноструктурах", "Химия наноструктур. Часть 2" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" по профилю "Нанотехнологии и наноматериалы для энергетики" / А. С. Дмитриев, И. А. Михайлова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 240 с. - ISBN 978-5-7046-1356-5 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5631>;
3. 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 .;
4. Дмитриев А. С.- "Введение в нанотеплофизику", (эл. изд.), Издательство: "Лаборатория знаний", Москва, 2015 - (793 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66201.

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 проведения лекционных занятий и текущего контроля | М-409/2, Аудитория каф. "ИТ" | стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | М-409/2, Аудитория каф. "ИТ" | стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | М-409/2, Аудитория каф. "ИТ" | стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной работы | М-411/1, Компьютерный | стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер |

| | класс | персональный |
|--|------------------------------------|---|
| Помещения для консультирования | М-423/1, Аудитория каф. "ИТ" | 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

Функциональные энергетические материалы

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Типы и основные свойства функциональных энергетических материалов (Контрольная работа)
- КМ-2 Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности (Контрольная работа)
- КМ-3 Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики (Контрольная работа)
- КМ-4 Функциональные наноматериалы для хранения электрической и тепловой энергии (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 11 | 15 |
| 1 | Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования | | | | | |
| 1.1 | Функциональные энергетические материалы. Классификация и основные направления использования | | + | | | |
| 2 | Функциональные энергетические наноматериалы | | | | | |
| 2.1 | Функциональные энергетические наноматериалы | | + | | | |
| 3 | Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности | | | | | |
| 3.1 | Функциональные поверхности материалов для повышения энергоэффективности | | | + | | |
| 4 | Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики | | | | | |
| 4.1 | Функциональные материалы для традиционной энергетики. Материалы для тепловой и атомной энергетики | | | + | | |
| 5 | Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики | | | | | |
| 5.1 | Функциональные материалы для солнечной и ветровой энергетики | | | | + | |
| 6 | Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии | | | | | |
| 6.1 | Функциональные материалы для хранения электрической и тепловой энергии | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 15 | 25 | 25 | 35 |

