

**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
Компьютерные технологии в ядерной энергетике и теплофизике**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков Ю.А.
	Идентификатор	R23e9797a-VolkovYurA-41f285d8

Ю.А. Волков

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. ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач
 - ИД-1 Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики
 - ИД-2 Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики
2. ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
 - ИД-1 Применяет математический аппарат для решения теплофизических задач атомной энергетики
 - ИД-2 Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики
3. ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
 - ИД-1 Способен формулировать результаты научных исследований
 - ИД-2 Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
2. Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач)
3. Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса (Решение задач)
4. Расчет полиномов, Расчет интегралов (Решение задач)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Расчет полиномов, Расчет интегралов (Решение задач)

- КМ-2 Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач)
- КМ-3 Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
- КМ-4 Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	15
Вычислительная физика					
Вычислительная физика	+				
Компьютерное моделирование в физике					
Компьютерное моделирование в физике	+	+			
Уравнения в частных производных для сплошных сред					
Уравнения в частных производных для сплошных сред			+		
Математические модели динамики наносистем					
Математические модели динамики наносистем			+	+	
Модели кластерных наносистем					
Модели кластерных наносистем				+	
Математическое моделирование переноса массы и заряда					
Математическое моделирование переноса массы и заряда				+	+
Математическое моделирование переноса импульса и энергии					
Математическое моделирование переноса импульса и энергии					+
	Вес КМ:	15	30	30	25

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
ОПК-1	ИД-1 _{ОПК-1} Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	Знать: способы построения алгоритмов расчета процессов в ядерной энергетике, теплофизике и нанотехнологиях Уметь: проводить компьютерное моделирование эффективности типовых нанотехнологических устройств	КМ-1 Расчет полиномов, Расчет интегралов (Решение задач) КМ-3 Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
ОПК-1	ИД-2 _{ОПК-1} Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики	Знать: типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств Уметь: подбирать на основе компьютерного моделирования компоненты нанотехнологий	КМ-1 Расчет полиномов, Расчет интегралов (Решение задач) КМ-3 Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
ОПК-2	ИД-1 _{ОПК-2} Применяет математический аппарат	Знать: типовые решения	КМ-2 Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач)

	для решения теплофизических задач атомной энергетики	наноразмерных систем и устройств на основе компьютерных технологий Уметь: подбирать на основе компьютерного моделирования компоненты нанотехнологий	КМ-3 Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
ОПК-2	ИД-2 _{ОПК-2} Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	Знать: выбирать модели теплофизического описания процессов в нанотехнологиях Уметь: применять компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	КМ-2 Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач) КМ-3 Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
ОПК-3	ИД-1 _{ОПК-3} Способен формулировать результаты научных исследований	Знать: набор средств информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации Уметь: применять средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации	КМ-2 Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач) КМ-4 Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса (Решение задач)
ОПК-3	ИД-2 _{ОПК-3} Применяет компьютерные технологии	Знать: набор компьютерных	КМ-2 Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач)

	<p>для представления результатов научно-исследовательской деятельности</p>	<p>средств для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли</p> <p>Уметь:</p> <p>применять компьютерные средства для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли</p>	<p>КМ-4 Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса (Решение задач)</p>
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет полиномов, Расчет интегралов

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный отчет о проделанной работе. Защита работы на семинаре.

Краткое содержание задания:

Расчет тестовых задач динамики мембраны с полиномиальным давлением

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: способы построения алгоритмов расчета процессов в ядерной энергетике, теплофизике и нанотехнологиях	1.Найти точное решение одномерной задачи о стационарном прогибе мембраны с полиномиальным давлением двукратным интегрированием
Знать: типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств	1.Найти точное решение одномерной задачи о стационарном прогибе мембраны с полиномиальным давлением двукратным интегрированием

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. Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный отчет о проделанной работе. Защита работы на семинаре.

Краткое содержание задания:

Расчет задач о гармонических колебаниях мембраны с осциллирующей нагрузкой.
Расчет негармонических колебаний электрически управляемой мембраны.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: типовые решения наноразмерных систем и устройств на основе компьютерных технологий	1. Расчет колебаний мембраны в плоской акустической волне.
Знать: выбирать модели теплофизического описания процессов в нанотехнологиях	1. Выбрать подходящий метод для решения задачи о гармонических колебаниях мембраны с осциллирующей нагрузкой. Обосновать выбор.
Знать: набор средств информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации	1. Смоделировать профиль колебаний мембраны с осциллирующей нагрузкой.
Знать: набор компьютерных средств для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли	1. Графически представить прогиб мембраны с осциллирующей нагрузкой.

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. Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный отчет о проделанной работе. Защита работы на семинаре.

Краткое содержание задания:

Решить задачу по теме “Квантовомеханический расчет”

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить компьютерное моделирование эффективности типовых нанотехнологических устройств	1. Эффективная масса электрона в кристалле.
Уметь: подбирать на основе компьютерного моделирования компоненты нанотехнологий	1. Связь энергии и импульса. Понятие квазиимпульса электрона в кристалле 2. Вычислить равновесные концентрации электронов и дырок в собственном полупроводнике
Уметь: применять компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	1. Модели атомной подвижности

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. Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный отчет о проделанной работе. Защита работы на семинаре.

Краткое содержание задания:

Решить задачу методом Монте-Карло

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации	1. Вычислить потери электронов радиационного происхождения
Уметь: применять компьютерные средства для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли	1. Модель переноса зарядов в материалах

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

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Решение трансцендентных уравнений
2. Уравнение диффузии: явная схема интегрирования первого порядка

Процедура проведения

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

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

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-1} Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики

Вопросы, задания

1. Модель переноса зарядов в материалах
2. Численные методы решения уравнения переноса

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Кинетическое уравнение Больцмана для носителей
2. Численные методы решения уравнения переноса

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-1} Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики

Вопросы, задания

1. Вычисление функций распределения наночастиц в кластерах
2. Модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Модель переноса зарядов в материалах
2. Модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-2} Применяет математический аппарат для решения теплофизических задач атомной энергетики

Вопросы, задания

1. Полуэмпирические методы
2. Методы молекулярной динамики
3. Реализация методов молекулярной динамики в задачах переноса

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Полуэмпирические методы
2. Методы молекулярной динамики

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-2} Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики

Вопросы, задания

1. Уравнение диффузии: явная схема интегрирования первого порядка
2. Уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Уравнение диффузии: явная схема интегрирования первого порядка
2. Уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка

5. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-3} Способен формулировать результаты научных исследований

Вопросы, задания

1. Численное интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений
2. Численный эксперимент в задачах механики, электричества и статистической физики
3. Устойчивость разностных схем для уравнений в частных производных

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Устойчивость разностных схем для уравнений в частных производных
2. Реализация методов молекулярной динамики в задачах переноса
3. Вычисление функций распределения наночастиц в кластерах

6. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-3} Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской деятельности

Вопросы, задания

1. Решение трансцендентных уравнений
2. Задачи линейной алгебры
3. Кинетическое уравнение Больцмана для носителей

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Решение трансцендентных уравнений
2. Численное интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений
3. Вычислить равновесные концентрации электронов и дырок в собственном полупроводнике
4. Вычислить потери электронов радиационного происхождения

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