

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Полупроводниковые материалы и структуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Тепловые расчеты полупроводниковых компонентов**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d

Д.С.
Холодный

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d

Д.С.
Холодный

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

А.З.
Славинский

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 проводить исследования материалов и изделий микро- и нанoeлектроники

ИД-2 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования материалов микро- и нанoeлектроники

ИД-3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-5 Контрольная работа № 1. Постановка и решение нестационарных краевых задач для уравнения теплопроводности. Граничные условия I, II и III рода в задачах компьютерного моделирования в электроизоляционной и кабельной технике. (Решение задач)

2. КМ-6 Контрольная работа № 2. Развитие двумерных и трехмерных нестационарных процессов распространения тепла в неподвижных средах с постоянным коэффициентом температуропроводности (Проверочная работа)

3. КМ-8 Контрольная работа № 4. Определение параметров эмпирических моделей (коэффициентов регрессии) для нелинейных моделей с одной или многими независимыми переменными (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 Тест № 1. Методы оценки эффективности и достоверности результатов, полученных при научных исследованиях электрофизических процессов в ЭИКТ (Проверочная работа)

2. КМ-3 Тест № 3. Построение моделей. Идентификация математического описания и оптимизация физических процессов при работе изделий, применяемых в области электроэнергетики (Проверочная работа)

3. КМ-4 Тест № 4. Определение доверительного интервала для математического ожидания. Применение стандартного нормального распределения (большие объемы выборок). (Проверочная работа)

4. КМ-7 Контрольная работа № 3. Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-2 Тест № 2. Аналитические и численные методы компьютерного моделирования теплофизических и электрофизических характеристик материалов и изделий на их основе (Проверочная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	3	5	7	9	11	13	14	16
Основные понятия компьютерного моделирования									
1. Основные понятия компьютерного моделирования		+	+						
Уравнения тепло- и массопереноса									
2. Уравнения тепло- и массопереноса		+	+						
Граничные условия для уравнений параболического типа									
3. Граничные условия для уравнений параболического типа				+					
Двумерные и трехмерные тепловые задачи									
4. Двумерные и трехмерные тепловые задачи					+				
Моделирование прогрева в реальных эксплуатационных условиях									
5. Моделирование прогрева в реальных эксплуатационных условиях						+			
Моделирование электрических полей									
6. Моделирование электрических полей							+		
Вероятностные методы разрушения изделий в ЭиКТ									
7. Вероятностные методы разрушения изделий в ЭиКТ								+	+
Обработка результатов и эмпирические модели									
8. Обработка результатов и эмпирические модели								+	+
Вес КМ:		10	15	10	15	10	15	10	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-2ПК-2 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования материалов микро- и наноэлектроники	Знать: современные методы экспериментальной работы и методы интерпретации результатов научных исследований статистические методы моделирования изделий ЭИиКТ Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; определить методы исследования и средства решения основных проблем в области электроизоляционной и кабельной технике	КМ-1 Тест № 1. Методы оценки эффективности и достоверности результатов, полученных при научных исследованиях электрофизических процессов в ЭиКТ (Проверочная работа) КМ-2 Тест № 2. Аналитические и численные методы компьютерного моделирования теплофизических и электрофизических характеристик материалов и изделий на их основе (Проверочная работа) КМ-3 Тест № 3. Построение моделей. Идентификация математического описания и оптимизация физических процессов при работе изделий, применяемых в области электроэнергетики (Проверочная работа) КМ-6 Контрольная работа № 2. Развитие двумерных и трехмерных нестационарных процессов распространения тепла в неподвижных средах с постоянным коэффициентом температуропроводности (Проверочная работа) КМ-7 Контрольная работа № 3. Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей (Контрольная работа) КМ-8 Контрольная работа № 4. Определение параметров эмпирических моделей (коэффициентов регрессии) для нелинейных моделей с одной или многими независимыми переменными (Проверочная работа)
ПК-2	ИД-3ПК-2 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных	Знать: основные методы математического моделирования явлений и	КМ-4 Тест № 4. Определение доверительного интервала для математического ожидания. Применение стандартного нормального распределения (большие объемы выборок). (Проверочная работа) КМ-5 Контрольная работа № 1. Постановка и решение

	методов исследования изделий микро- и наноэлектроники	процессов в изделиях электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники средства компьютерного моделирования режимов работы и параметров изделий ЭиКТ	нестационарных краевых задач для уравнения теплопроводности. Граничные условия I, II и III рода в задачах компьютерного моделирования в электроизоляционной и кабельной технике. (Решение задач)
--	---	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 Тест № 1. Методы оценки эффективности и достоверности результатов, полученных при научных исследованиях электрофизических процессов в ЭиКТ

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ-1 Методы оценки эффективности и достоверности результатов, полученных при научных исследованиях электрофизических процессов в ЭиКТ

Краткое содержание задания:

КМ-1 Методы оценки эффективности и достоверности результатов, полученных при научных исследованиях электрофизических процессов в ЭиКТ

Контрольные вопросы/задания:

Знать: современные методы экспериментальной работы и методы интерпретации результатов научных исследований	1.КМ-1 оценка достоверности 2.КМ-1 определение погрешности 3.КМ-1 определение доверительного интервала
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-2. КМ-2 Тест № 2. Аналитические и численные методы компьютерного моделирования теплофизических и электрофизических характеристик материалов и изделий на их основе

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Аналитические и численные методы компьютерного моделирования теплофизических и электрофизических характеристик материалов и изделий на их основе

Краткое содержание задания:

Аналитические и численные методы компьютерного моделирования теплофизических и электрофизических характеристик материалов и изделий на их основе

Контрольные вопросы/задания:

Знать: современные методы экспериментальной работы и методы интерпретации результатов научных исследований	1.КМ-2 методы математического моделирования 2.КМ-2 аналитические методы 3.КМ-2 метод конечных разностей 4.КМ-2 метод конечных элементов
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-3. КМ-3 Тест № 3. Построение моделей. Идентификация математического описания и оптимизация физических процессов при работе изделий, применяемых в области электроэнергетики

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Построение моделей. Идентификация математического описания и оптимизация физических процессов при работе изделий, применяемых в области электроэнергетики

Краткое содержание задания:

написание системы уравнений

Контрольные вопросы/задания:

Знать: статистические методы моделирования изделий ЭИиКТ	1.КМ-3 обыкновенные дифференциальные уравнения 2.КМ-3 метод разделения переменных 3.КМ-3 решение задач на полу бесконечности
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-4. КМ-4 Тест № 4. Определение доверительного интервала для математического ожидания. Применение стандартного нормального распределения (большие объемы выборок).

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Определение доверительного интервала для математического ожидания. Применение стандартного нормального распределения (большие объемы выборок).

Краткое содержание задания:

КМ-4 определение доверительного интервала

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы математического моделирования явлений и процессов в изделиях электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники	1.КМ-4 Использование таблиц распределений 2.КМ-4 аналитический расчет 3.КМ-4 применение графического метода
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-5. КМ-5 Контрольная работа № 1. Постановка и решение нестационарных краевых задач для уравнения теплопроводности. Граничные условия I, II и III рода в задачах компьютерного моделирования в электроизоляционной и кабельной технике.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Постановка и решение нестационарных краевых задач для уравнения теплопроводности. Граничные условия I, II и III рода в задачах компьютерного моделирования в электроизоляционной и кабельной технике.

Краткое содержание задания:

остановка и решение нестационарных краевых задач для уравнения теплопроводности. Граничные условия I, II и III рода в задачах компьютерного моделирования в электроизоляционной и кабельной технике.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: средства компьютерного моделирования режимов работы и параметров изделий ЭиКТ	1.КМ-5 . Граничные условия I рода 2.КМ-5. Граничные условия II рода 3..КМ-5 Граничные условия III рода
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-6. КМ-6 Контрольная работа № 2. Развитие двумерных и трехмерных нестационарных процессов распространения тепла в неподвижных средах с постоянным коэффициентом температуропроводности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ-6 Развитие двумерных и трехмерных нестационарных процессов распространения тепла в неподвижных средах с постоянным коэффициентом температуропроводности

Краткое содержание задания:

Развитие двумерных и трехмерных нестационарных процессов распространения тепла в неподвижных средах с постоянным коэффициентом температуропроводности

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определить методы исследования и средства решения основных проблем в области электроизоляционной и кабельной техники	1.КМ-6 построение векторных полей 2.КМ-6 вычисление тепловых потоков 3.КМ-6 стационарные решения
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-7. КМ-7 Контрольная работа № 3. Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей

Краткое содержание задания:

Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;	1.КМ-7 составление уравнений 2.КМ-7 оценка параметров регрессии 3.визуализация данных
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-8. КМ-8 Контрольная работа № 4. Определение параметров эмпирических моделей (коэффициентов регрессии) для нелинейных моделей с одной или многими независимыми переменными

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Определение параметров эмпирических моделей (коэффициентов регрессии) для нелинейных моделей с одной или многими независимыми переменными

Краткое содержание задания:

Определение параметров эмпирических моделей (коэффициентов регрессии) для нелинейных моделей с одной или многими независимыми переменными

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;	1.КМ-8 расчет среднеквадратичного отклонения 2.КМ-8 определение математического ожидания 3.КМ-8 оценка среднеквадратичного отклонения
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

Граничные условия 3-го рода
стационарное решение уравнения параболического типа
распределение хи-квадрат

Процедура проведения

ответы по билету

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-2} Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования материалов микро- и нанoeлектроники

Вопросы, задания

1. Аналитические и численные методы компьютерного моделирования
2. Определение доверительного интервала для математического ожидания
3. Развитие двумерных и трехмерных нестационарных процессов распространения тепла в неподвижных средах с постоянным коэффициентом
4. Определение параметров эмпирических моделей (коэффициентов регрессии) для нелинейных моделей с одной или многими независимыми переменными.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. при конвективном теплопереносе используют
Ответы:
ГУ-1, Гу-2, ГУ-3
Верный ответ: Гу-3
2. Уравнения эллиптического типа используются для задач теплопроводности
Ответы:
колебаний теплопроводности стационарных задач
Верный ответ: стационарных задач
3. доверительные интервалы определяют с помощью
Ответы:
нормального, Стьюдента, Хи-квадрат распределений
Верный ответ: всех трех вариантов

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-2} Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники

Вопросы, задания

1. Обработка результатов пассивных экспериментов
2. построение эмпирических моделей
3. Методы оценки эффективности и достоверности результатов
4. Постановка и решение нестационарных краевых задач для уравнения теплопроводности

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Задачи теплопереноса в ЭИиКТ в основном используют

Ответы:

декартовы координаты, цилиндрические координаты, сферические координаты,

Верный ответ: цилиндрические координаты

2. При оценке доверительного интервала используют

Ответы:

Нормальное распределение, Стюдента распределение, распределение хи-квадрат

Верный ответ: Все распределения

3. Уравнения параболического типа используются для задач теплопроводности

Ответы:

колебаний теплопроводности стационарных задач

Верный ответ: стационарных задач

4. Уравнения гиперболического типа используются для задач теплопроводности

Ответы:

колебаний теплопроводности стационарных задач

Верный ответ: колебаний

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

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

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

стандартные