

**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: Твердотельная микро- и нанoeлектроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура


Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:


Преподаватель
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf86

И.Н.
Мирошникова
(расшифровка подписи)


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы
(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баринов А.Д.
	Идентификатор	Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f

А.Д. Баринов
(расшифровка подписи)

Заведующий
выпускающей
кафедры
(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf86

И.Н.
Мирошникова
(расшифровка подписи)

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-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов и / или интегральных схем

ИД-1 Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники

ИД-2 Демонстрирует знание методов контроля производства и исследования полупроводниковых структур

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 1 (Тестирование)
2. Контрольная работа № 2 (Тестирование)
3. Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Вопросы масштабирования и предельные возможности получения СБИС на кремнии					
Повышение интеграции	+	+	+	+	
Использование МДП транзисторов	+	+	+	+	
Нанолитография					
Совершенствование фотолитографии	+	+			
Нанолитография	+	+			
Квантово-размерные структуры					
Квантово-размерные структуры на основе гетеропереходов	+	+	+	+	
Технологические методы создания КРС					

Технологические методы создания КРС	+	+		
Будущее транзисторов				
Будущее транзисторов	+	+	+	+
Оптоэлектронные приборы на основе КРС				
Оптоэлектронные приборы на основе КРС	+	+	+	+
Спинтроника				
Основы спинтроники и ее применение	+	+	+	+
Молекулярная электроника и биоэлектроника				
Молекулярная электроника	+	+	+	+
Нейроны и нейронные сети	+	+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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-1	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники	Знать: Современные тенденции развития нанoeлектроники	Контрольная работа № 1 (Тестирование) Контрольная работа № 2 (Тестирование) Контрольная работа № 3 (Контрольная работа) Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует знание методов контроля производства и исследования полупроводниковых структур	Знать: Методы контроля производства и исследования полупроводниковых структур Принципы работы устройств нанoeлектроники	Контрольная работа № 1 (Тестирование) Контрольная работа № 2 (Тестирование) Контрольная работа № 3 (Контрольная работа) Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа № 1

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдаётся билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 2 ак. часа.

Краткое содержание задания:

Студент должен правильно ответить на тестовые вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Современные тенденции развития нанoeлектроники	<ol style="list-style-type: none">1.Что такое ЗАКОН МУРА?2.Что такое МИНИАТЮРИЗАЦИЯ в микроэлектронике?3.В каком году была изготовлена первая интегральная схема?4.Кто являлся “отцом” первой ИС?5.Перечислите создателей полупроводникового транзистора6.Назовите имена русских и советских ученых, внесших вклад в развитие электроники и радиоэлектроники
Знать: Методы контроля производства и исследования полупроводниковых структур	<ol style="list-style-type: none">1.Какие виды ЛИТОГРАФИИ применима в производстве приборов нанoeлектроники?2.При каком методе литографии длина волны излучения является основным сдерживающим фактором уменьшения размера элемента?
Знать: Принципы работы устройств нанoeлектроники	<ol style="list-style-type: none">1.Поясните, в чем выражаются “короткоканальные эффекты” МДП транзистора

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

КМ-2. Контрольная работа № 2

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 2 ак. часа.

Краткое содержание задания:

Выбрать из предложенных ответов правильный или дать короткое пояснение

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Современные тенденции развития нанoeлектроники	1. Назовите фамилии ученых, внесших вклад в объяснение эффекта "Кулоновской блокады". 2. Назовите фамилию ученого, получившего решение уравнения Шредингера, описывающего возможность преодоления частицей энергетического барьера в случае, когда энергия частицы меньше высоты барьера
Знать: Методы контроля производства и исследования полупроводниковых структур	1. Какие технологии изготовления КРС Вы знаете?
Знать: Принципы работы устройств нанoeлектроники	1. Какие квантово-размерные структуры (КРС) Вы знаете? 2. Что называется квантово-размерной нитью (проволокой)? 3. Типы композиционных сверхрешеток. пи-сверхрешетки 4. Нарисуйте энергетическую диаграмму квантово-размерного светодиода и проставьте возможные переходы для электронов. 5. Поясните термин "баллистического перенос" 6. Перечислите методы исследования морфологии и химического состава поверхности наноматериалов

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

КМ-3. Контрольная работа № 3

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдаётся билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 2 ак. часа.

Краткое содержание задания:

Выбрать из предложенных ответов правильный или дать короткое пояснение

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Современные тенденции развития наноэлектроники	1. Назовите советских (российских) ученых - лауреатов Нобелевской премии по физике.
Знать: Принципы работы устройств наноэлектроники	1. Каковы особенности электропроводности и передачи информации в молекулах? 2. Что такое молекулярные выпрямители и переключатели, каковы их особенности? 3. Какие спиновые эффекты Вы знаете? 4. Что такое "магнитная оперативная память - MRAM"? Каков принцип ее работы? 5. Что такое "Гигантское магнитосопротивление"? Поясните его суть.

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

КМ-4. Контрольная работа № 4

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдаётся билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 2 ак. часа.

Краткое содержание задания:

Выбрать из предложенных ответов правильный или дать короткое пояснение

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Современные тенденции развития нанoeлектроники	1.Какие подзатворные диэлектрики считаются перспективными и почему? 2.Назовите фамилии ученых, впервые изучивших графен.
Знать: Принципы работы устройств нанoeлектроники	1.Что такое хиральность УНТ? 2.Что такое “связывающая и разрыхляющая орбитали”? Поясните с помощью энергетических диаграмм. 3.Что такое сигма и пи орбитали? 4.Что такое понятия HOMO и LUMO?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Вариант 1

1. Перспективы развития биполярных и МОП ИС. . Системы памяти. Размеры элементов, их число на чипе. Прогноз на ближайшие 5 лет
2. Инжекционные лазеры. Физика работы и переход от приборов с рп-переходом к приборам с гетеропереходом и приборам на квантовых ямах, квантовых проволоках и квантовых боксах. Оптимизация конструкции и параметров.

Процедура проведения

Студент получает билет с вопросами, подготовка к ответу - 45 минут. Ответ устный.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1пк-1 Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники

Вопросы, задания

1. От микро МОП- транзисторов к нано МОП-транзисторам
2. Назовите имена русских и советских ученых, внесших вклад в развитие электроники и радиоэлектроники
3. Назовите фамилии ученых, внесших вклад в объяснение эффекта “Кулоновской блокады”.
4. Назовите фамилию ученого, получившего решение уравнения Шредингера, описывающего возможность преодоления частицей энергетического барьера в случае, когда энергия частицы меньше высоты барьера
5. Назовите советских (российских) ученых - лауреатов Нобелевской премии по физике.
6. Назовите фамилии ученых, впервые изучивших графен.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каком году и кем открыт точечный транзистор?

Ответы:

1. 2005; 2. 1988; 3. 1947

Верный ответ: 3

2. Что Вам говорят фамилии Гейм и Новоселов?

Ответы:

1. Игроки сборной НХЛ; 2. Артисты театра и кино; 3. Я что-то слышал о них... 4. А.К. Гейм и К.С. Новоселов - лауреаты Нобелевской премии по физике 2010 года, место рождения - СССР

Верный ответ: А.К. Гейм и К.С. Новоселов - лауреаты Нобелевской премии по физике 2010 года, место рождения - СССР

3. Что Вам говорит фамилия Алферов?

Ответы:

1. Ничего. 2. Ж.И. Алферов - лауреат Нобелевской премии, В 2000 г. «за развитие п/п-ковых гетероструктур, используемых в высокоскоростной электронике и оптоэлектронике», Ж.И. Алфёров и Г. Крёмер (США) награждены Нобелевской премией по физике; 3. Видный политический деятель.

Верный ответ: 2. Ж.И. Алферов - лауреат Нобелевской премии, В 2000 г. «за развитие п/п-ковых гетероструктур, используемых в высокоскоростной электронике и оптоэлектронике», Ж.И. Алфёров и Г. Крёмер (США) награждены Нобелевской премией по физике; 3. Видный политический деятель.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание методов контроля производства и исследования полупроводниковых структур

Вопросы, задания

1. Принципы работы сканирующего туннельного микроскопа и сканирующего атомно-силового микроскопа. Использование туннельного микроскопа для получения структур с нано метровыми размерами
2. Оптимизация выбора и предельные возможности фотолитографии, электронной, рентгеновской литографии, литографии с использованием ионного пучка
3. Технология получения квантовых ям и квантовых сверхрешеток. Методы получения квантовых проволок и квантовых боксов
4. Типы композиционных сверхрешеток. *pi*-сверхрешетки. Требования к выбору материалов гетеропереходов
5. Приборы на резонансном туннелировании
6. Спинтроника . Магниторезистивные считывающие головки. Элементы памяти
7. Инжекционные лазеры с оптическим и электронным разделением. Лазерные усилительные диоды. Лазерные модуляторы
8. МОП-транзисторы. Конструкции. Характеристики. Короткоканальные эффекты. Роль степени легирования области канала
9. Инжекционные лазеры. Физика работы и переход от приборов с рп-переходом к приборам с гетеропереходом и приборам на квантовых ямах, квантовых проволоках и квантовых боксах. Оптимизация конструкции и параметров
10. Одноэлектронный транзистор
11. Объясните принцип работы одноэлектронного транзистора.
12. Объясните принцип работы резонансно-туннельного диода.
13. Объясните принцип работы резонансно-туннельного транзистора.
14. Объясните принцип работы транзистора с высокой подвижностью носителей заряда.
15. Объясните принцип работы квантово-размерного светодиода.
16. Объясните принцип работы квантово-каскадного лазера.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В квантово-размерных лазерах наблюдается тип квантовых состояний для...

Ответы:

1. трехмерного случая 2. двумерного случая 3. одномерного случая 4. нульмерного случая

Верный ответ: 2

2. Квантово-каскадный лазер следует отнести к квантово-размерной структуре типа...

Ответы:

1. гетеропереходов 2. *pi*-структур 3. квантовых нитей 4. квантовые точек 5. сверхрешеток

Верный ответ: 5

3. ВАХ реального НЕМТ-транзистора изображена на рисунке...

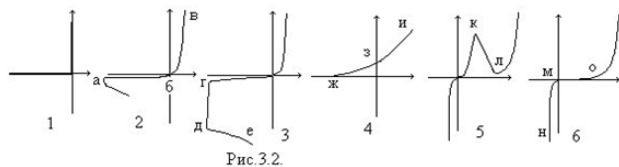


Рис. 3.2.

Ответы:

1 2 3 4 5 6

Верный ответ: 5

4. ВАХ резонансно-туннельного диода изображена на рисунке...

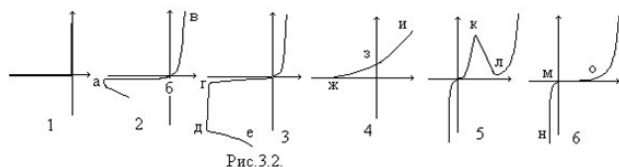


Рис. 3.2.

Ответы:

1 2 3 4 5 6

Верный ответ: 5

5. Баллистический транспорт реализуется в структурах...

Ответы:

- с размером меньше длины свободного пробега носителя заряда;
- с размером больше длины свободного пробега носителя заряда

Верный ответ: 1 с размером меньше длины свободного пробега носителя заряда;

6. В основе работы одноэлектронного транзистора лежит явление...

Ответы:

- кулоновской блокады;
- квантового эффекта Холла

Верный ответ: 1. кулоновской блокады;

7. Квантовая яма поглощает излучение в...

Ответы:

1 ИК-области спектра; 2. УФ-области спектра; 3. видимой области спектра

Верный ответ: 1 ИК-области спектра;

8. Фотоприёмные устройства на основе квантовых ям позволяют изменять красную границу фотоэффекта, изменяя...

Ответы:

- размер квантовой ямы;
- химический состав квантовой ямы;
- не позволяют управлять красной границей фотоэффекта

Верный ответ: размер квантовой ямы химический состав квантовой ямы

9. С увеличением ширины квантовой ямы в структуре лазера, сконструированного на квантовых ямах, длина волны генерируемого излучения...

Ответы:

- сдвигается в область длинных волн
- сдвигается в область коротких волн
- не меняется

Верный ответ: сдвигается в область длинных волн

10. Информацию об элементном составе синтезируемого соединения можно получить при помощи ...

Ответы:

1. Дифракции электронов
2. Рентгеноспектрального микроанализа
 1. Просвечивающей электронной микроскопии

Верный ответ: 2

11. Информацию о кристаллической структуре синтезируемого соединения можно получить при помощи ...

Ответы:

1. Электронной дифракции
2. Растровой электронной микроскопии
 1. Сканирующей туннельной микроскопией

Верный ответ: 1, 3

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за освоение дисциплины определяется как: оценка, полученная на основании семестровой и зачётной составляющих согласно системе БАРС