

**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 наноэлектроника**

**Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и наноэлектроника**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Полупроводниковые сенсоры**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сарач О.Б.
	Идентификатор	R2562e7bf-SarachOB-f26c228a

(подпись)

О.Б. Сарач

(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

(подпись)

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-70ca18c

(подпись)

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

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Интеллектуальные сенсорные устройства (Контрольная работа)
2. Обработка сигналов сенсоров (Контрольная работа)
3. Современные сенсоры (Контрольная работа)
4. Характеристики сенсоров (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	16
Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника					
Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника	+	+			
Сенсоры магнитного поля					
Сенсоры магнитного поля	+	+			
Сенсоры температуры					
Сенсоры температуры	+	+			
Сенсоры давления и механических перемещений					
Сенсоры давления и механических перемещений	+	+			
Полупроводниковые детекторы ядерных излучений					
Полупроводниковые детекторы ядерных излучений			+	+	

Химические сенсоры				
Химические сенсоры			+	+
Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства				
Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства			+	+
Вес КМ:	20	25	25	30

\$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 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники	Знать: принципы работы полупроводниковых сенсоров, применяемых в различных устройствах электроники и наноэлектроники Уметь: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Характеристики сенсоров (Контрольная работа) Современные сенсоры (Контрольная работа) Обработка сигналов сенсоров (Контрольная работа) Интеллектуальные сенсорные устройства (Контрольная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Характеристики сенсоров

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: принципы работы полупроводниковых сенсоров, применяемых в различных устройствах электроники и наноэлектроники	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Каковы выходные параметры сенсоров?</li><li>2.Каковы статические характеристики сенсоров?</li><li>3.Каковы динамические характеристики сенсоров?</li><li>4.Как обеспечивается временная стабильность характеристик сенсоров?</li><li>5.Как обеспечивается температурная стабильность характеристик сенсоров?</li></ol>
--	--

**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. Современные сенсоры

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: принципы работы полупроводниковых сенсоров, применяемых в различных	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Какие типы датчиков давления существуют?</li><li>2.Какие температурные сенсоры существуют?</li><li>3.Какие типы сенсоров магнитного поля существуют?</li></ol>
--	--

устройствах электроники и наноэлектроники	4.Каковы преимущества и недостатки различных типов датчиков давления? 5.Каковы преимущества и недостатки полупроводниковых датчиков температуры?
---	---

**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. Обработка сигналов сенсоров**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	1.Назовите принципы работы полупроводниковых сенсоров механических перемещений 2.Назовите принципы работы химических сенсоров на оксидных полупроводниках 3.Назовите преимущества и недостатки различных типов датчиков ядерных излучений 4.Назовите преимущества и недостатки полупроводниковых газовых сенсоров 5.Для измерения каких параметров можно использовать сенсоры на МДП структурах?
---	--

**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. Интеллектуальные сенсорные устройства

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Как обеспечить селективность полупроводниковых газовых сенсоров?</li><li>2.Для измерения каких параметров можно использовать оптические сенсоры?</li><li>3.Какие требования предъявляются к сенсорным устройствам?</li><li>4.Как работают полупроводниковые координатно-чувствительные приборы для регистрации треков частиц?</li><li>5.Как работает система «электронный нос»?</li></ol>
---	---

**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



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Классификация сенсоров.
2. Применение сенсоров в мониторинге окружающей среды.
3. Приведите пример конструкции кремниевого мембранного датчика давления.

### Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам

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

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

### Вопросы, задания

1. Применение сенсоров в медицине
2. Применение сенсоров в домашнем быту
3. Какие сенсорные устройства используются в системе «умный дом»?
4. Конструкции полупроводниковых газовых сенсоров
5. Конструкции полупроводниковых детекторов ядерных излучений

### Материалы для проверки остаточных знаний

**1. Как называется явление возникновения поперечной разности потенциалов при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле?**

Ответы:

- Эффект Холла
- Эффект Томсона
- Эффект Пельтье

Верный ответ: Эффект Холла

**2. Как называется явление, заключающееся в том, что в однородном неравномерно нагретом проводнике с постоянным током, дополнительно к теплоте, выделяемой в соответствии с законом Джоуля — Ленца, будет выделяться или поглощаться дополнительная теплота в зависимости от направления тока?**

Ответы:

- Пьезоэлектрический эффект
- Эффект Холла
- Эффект Томсона

Верный ответ: Эффект Томсона

**3. Как называется явление переноса энергии при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников, от одного проводника к другому?**

Ответы:

- Пьезоэлектрический эффект

Эффект Холла

Эффект Пельтье

Верный ответ: Эффект Пельтье

**4. Как называется явление возникновения ЭДС на концах последовательно соединённых разнородных проводников, контакты между которыми находятся при различных температурах?**

Ответы:

Пьезоэлектрический эффект

Эффект Холла

Эффект Зеебека

Верный ответ: Эффект Зеебека

**5. Как называется явление возникновения электрического поля в кристаллах при изменении их температуры?**

Ответы:

Пьезоэлектрический эффект

Пироэлектричество

Эффект Холла

Верный ответ: Пироэлектричество

**6. Как называется явление возникновения поляризации диэлектрика под действием механических напряжений?**

Ответы:

Пьезоэлектрический эффект

Эффект Пельтье

Эффект Зеебека

Верный ответ: Пьезоэлектрический эффект

**7. Как называются кристаллические диэлектрики, обладающие в определенном диапазоне температур и в отсутствие внешних электрических полей спонтанной электрической поляризацией, т.е. электрическим дипольным моментом?**

Ответы:

Сегнетоэлектрики

Пьезоэлектрики

Пироэлектрики

Верный ответ: Сегнетоэлектрики

**8. Как называется диэлектрик, длительное время сохраняющий поляризованное состояние после снятия внешнего воздействия, которое привело к поляризации (или зарядению) этого диэлектрика, и создающий в окружающем пространстве квазипостоянное электрическое поле?**

Ответы:

Пироэлектрик

Пьезоэлектрик

Электрет

Верный ответ: Электрет

**9. Как называется резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от его деформации?**

Ответы:

Тензорезистор

Магниторезистор

Терморезистор

Верный ответ: Тензорезистор

**10. На каком эффекте основано действие термоэлектрического холодильника?**

Ответы:

На эффекте Пельтье

На эффекте Холла

На пьезоэлектрическом эффекте

Верный ответ: На эффекте Пельтье

**11. На каком явлении основано действие металлооксидного газового датчика?**

Ответы:

На эффекте Пельтье

На эффекте Зеебека

На явлении адсорбции

Верный ответ: На явлении адсорбции

**12. Каким явлением объясняется изменение сопротивление диска Корбино?**

Ответы:

Эффектом Холла

Эффектом Пельтье

Эффектом Томсона

Верный ответ: Эффектом Холла

**13. В качестве какого датчика используют р-і-n-структуру на основе германия, работающую при низких температурах?**

Ответы:

В качестве датчика высокоэнергетических частиц

В качестве датчика влажности

В качестве газового датчика

Верный ответ: В качестве датчика высокоэнергетических частиц

**14. В качестве какого датчика используют тонкую пленку SnO<sub>2</sub> с платиновыми контактами и нагревателем?**

Ответы:

В качестве газового датчика

В качестве датчика температуры

В качестве датчика высокоэнергетических частиц

Верный ответ: В качестве газового датчика

**15. В качестве какого датчика используют германиевые диоды с длинной базой, на одной стороне которой специальной обработкой поверхности скорость поверхностной рекомбинации значительно увеличена?**

Ответы:

В качестве датчика магнитного поля

В качестве датчика влажности

В качестве газового датчика

Верный ответ: В качестве датчика магнитного поля

## **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***