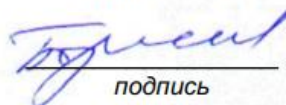


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
физики полупроводников и микроэлектроники



(Бормонтов Е.Н.)  
расшифровка подписи

31.08.2024

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники

Код и наименование направления подготовки/специальности: 11.04.04

Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) подготовки/специализация: \_\_\_\_\_

Интегральная электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: \_\_\_\_\_

физики полупроводников и микроэлектроники

Составители рабочей программы дисциплины, в том числе фонда оценочных средств по учебной дисциплине: Машкина Екатерина Сергеевна, кандидат физико-математических наук, доцент

Учебный год  
освоения дисциплины: 2024-2025

Семестр(ы): 2

Освоение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций

Компетенции		Индикаторы		Планируемые результаты обучения
Код	Наименование компетенции	Код(ы)	Наименование индикатора(ов)	
ПК-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1	Анализирует размещение элементов на кристаллах в изделиях «система в корпусе» и осуществляет оптимизацию конструкции изделий «система в корпусе» с применением современных средств и методов	<p><i>знать:</i> методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств</p> <p><i>уметь:</i> использовать алгоритмы решения исследовательских задач с применением современных языков программирования</p> <p><i>владеть:</i> навыками разработки архитектуры изделий микроэлектроники</p>
		ПК-1.2	Проводит анализ критически важных узлов, тепловыделяющих элементов, источников мощных помех и определяет пути повышения надежности, а также процента выхода годных изделий «система в корпусе»	<p><i>знать:</i> основные понятия, используемые при моделировании и проектировании информационных систем, а также теоретические основы разработки информационных систем различных классов</p> <p><i>уметь:</i> осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы</p> <p><i>владеть:</i> основными методами вычисления электронных и электрофизических характеристик приборов электроники</p>
		ПК-1.3	Применяет современные методы и средства для оценки и снижения влияния внешних факторов на работу компонентов конструкции изделий «система в корпусе»	<p><i>знать:</i> физические основы работы электронной компонентной базы; технологию создания приборов микроэлектроники; конструкцию и топологию электронной компонентной базы</p> <p><i>уметь:</i> разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики</p> <p><i>владеть:</i></p>

				навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники
ПК-4	Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ПК-4.1	Выполняет описание СнК и разрабатывает комплект технических документов	<i>знать:</i> схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения <i>уметь:</i> делать выбор на основе существующих методологических подходов к моделированию и проектированию информационных систем
		ПК-4.2	Разрабатывает функциональные тесты, необходимые для верификации СнК	<i>знать:</i> принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента <i>уметь:</i> верифицировать СнК и проводить функциональные тесты различного назначения
ПК-5	Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-5.1	Определяет необходимое количество встроенных средств контроля и тестовых элементов на кристаллах изделий «система в корпусе»	<i>знать:</i> принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента; <i>уметь:</i> разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики; <i>владеть:</i> навыками разработки средств контроля изделий «система в корпусе»
		ПК-5.2	Создаёт необходимые условия для проведения испытаний изделий «система в корпусе» и проводить испытания согласно программе измерений и испытаний	<i>знать:</i> методы проведения испытаний изделий «система в корпусе» <i>уметь:</i> разрабатывать специальные программы испытаний и проводить испытания, согласно разработанным программам <i>владеть:</i> навыками тестирования и диагностики изделий микроэлектроники

### Перечень заданий для оценки уровня освоения дисциплины:

#### 2) задания с коротким ответом:

ЗАДАНИЕ 1. Перечислить основные принципы функционирования МСТ

(Ответ: электростатический, электромагнитный, электрострикционный и магнитострикционный, пьезоэлектрический, тепловое расширение)

ЗАДАНИЕ 2. Основные материалы МСТ

(Ответ: материалы несущих конструкций (Si, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, полимеры, W, Ni, Ag, Au, алмазоподобные углеродные пленки); функциональные материалы (кварц, пьезокерамика, пермаллой, материалы группы A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>)

ЗАДАНИЕ 3. Перечислить основные технологии МСТ

(Ответ: глубинное объемное травление, анизотропное жидкостное травление, сухое травление, LIGA-технология)

ЗАДАНИЕ 4. Основные датчики МСТ

(Ответ: давления, ускорения, деформации, перемещения и вибрации, температуры)

ЗАДАНИЕ 5. Классификация пьезодатчиков

(Ответ: по применяемому материалу, по виду колебаний, по виду физических эффектов, по количеству пьезоэлементов, по назначению)

ЗАДАНИЕ 6. Виды пьезоэлементов

(Ответ: емкостные, пьезоэлектрические, резонансно-чувствительные)

ЗАДАНИЕ 7. Какие характеристики пьезопреобразователей необходимо учитывать при проектировании?

(Ответ: диапазон измерений, чувствительность, порог реагирования, погрешность, время установления показаний, надежность)

ЗАДАНИЕ 8. Основные физические эффекты, применяемые в работе сенсоров температур

(Ответ: эффект Зеебека, эффект Пельтье)

ЗАДАНИЕ 9. Принципы измерения ускорений, применяемые в акселерометрах

(Ответ: механический, интерферометрический)

ЗАДАНИЕ 10. Основные виды акселерометров

(Ответ: L-типа или осевые, R-типа или маятниковые)

ЗАДАНИЕ 11. Какие характеристики необходимо учитывать при разработке акселерометров?

(Ответ: чувствительность, диапазон измерений, полоса пропускания частот, масштабный коэффициент, точность, быстродействие)

ЗАДАНИЕ 12. Принцип действия сенсоров угловых скоростей (гироскопов)

(Ответ: оптический и пьезоэлектрический, эффект изменения электрической емкости, эффект изменения частоты колебаний)

ЗАДАНИЕ 13. Классификация микромеханических гироскопов по признакам

(Ответ: число осей чувствительности, число инерционных масс, тип упругого подвеса, вид перемещения инерционных масс, вид актюаторного элемента, тип преобразователя перемещений инерционной массы, технология изготовления)

ЗАДАНИЕ 14. Классификация микромеханических гироскопов по принципам работы

(Ответ: вибрационные микромеханические гироскопы, микромеханические гироскопы волнового типа)

ЗАДАНИЕ 15. Перечислить виды актюаторов

(Ответ: термические, термопневматические, пьезоэлектрические, электростатические, магнитные)

ЗАДАНИЕ 16. На чем основан принцип работы термоактюатора?

(Ответ: тепловое расширения структурных элементов)

ЗАДАНИЕ 17. На чем основан принцип работы пьезоэлектрического актюатора?

(Ответ: обратный пьезоэлектрический эффект)

ЗАДАНИЕ 18. На чем основан принцип работы электростатического актюатора?

(Ответ: возникновение электростатической силы между подвижным и неподвижным электродами)

ЗАДАНИЕ 19. На чем основан принцип работы магнитного актюатора?

(Ответ: деформация балок и мембран с нанесенным слоем пермаллоя под действием магнитного поля)

ЗАДАНИЕ 20. Принцип действия микромеханических ключей

(Ответ: электростатический, магнитный, электромагнитный)

ЗАДАНИЕ 21. Какие параметры необходимо учитывать при разработке микромеханических ключей?

(Ответ: длительность переходных процессов, время переключения, коммутируемая мощность сигнала, ширина полосы пропускания, потери, последовательное сопротивление, резонансная частота, срок службы)

ЗАДАНИЕ 22. Основные технологии, применяемые для изготовления микрзеркал

(Ответ: технологии объемной микрообработки, MUMPs-технологии, самосборка с использованием электростатических двигателей)

ЗАДАНИЕ 23. Какие структуры используются в электростатических актюаторах для уменьшения энергопотребления?

(Ответ: гребенчатые структуры)

ЗАДАНИЕ 24. Перечислить основные типы интегральных микродвигателей

(Ответ: электростатические воздушные планарные, электростатические диэлектрические планарные, пьезоэлектрические)

ЗАДАНИЕ 25. Способы передачи энергии от статора к ротору

(Ответ: контактный, бесконтактный)

### **Критерии и шкалы оценивания:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

#### 2) задания с коротким ответом:

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.