

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Порохня Андрей Алексеевич
Должность: И.о. директора института перспективной инженерии
Дата подписания: 18.06.2026 11:06:35
Уникальный программный ключ:
990bea3aecc48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора института
перспективной инженерии
канд. техн. наук, доцент
Порохня А.А.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование и оптимизация технологических процессов
производства электронной техники

Направление подготовки	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность (профиль)	Интеллектуальные программируемые системы и устройства
Год начала обучения	2026
Форма обучения	<u>очная</u>
Реализуется в семестре	<u>3</u>

Предисловие

1. Назначение: проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Проектирование и оптимизация технологических процессов производства электронной техники».
2. ФОС является приложением к программе дисциплины (модуля) «Проектирование и оптимизация технологических процессов производства электронной техники».
3. Разработчик_Марьина У.А., доцент департамента ЦРСиЭ

4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Председатель Линец Г.И., профессор департамента ЦРСиЭ

Члены комиссии:

Дюдюн Д.Е., доцент департамента ЦРСиЭ

Гривенная Н.В., доцент департамента ЦРСиЭ

Представитель организации-работодателя

Шаяхметов О.Х., зав. информационно-аналитическим сектором ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора».

Экспертное заключение: ФОС по дисциплине позволяет оценить уровень сформированности компетенций. Приступить к апробации.

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

1. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенци(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
ПК-4 Способен проектировать технологические процессы производства изделий электронной техники				
ИД-1 _{ПК-4} Проводит анализ перспектив внедрения современных технологических процессов и оборудования для производства устройств, приборов и систем электронной техники	Выбирает перспективные технологические процессы производства материалов, элементов и компонентов электроники и нанoeлектроники на низком уровне	Выбирает перспективные технологические процессы производства материалов для электроники и нанoeлектроники	Выбирает перспективные технологические процессы производства элементов и компонентов электроники и нанoeлектроники	Выбирает перспективные технологические процессы производства материалов, элементов и компонентов электроники и нанoeлектроники
ИД-2 _{ПК-4} Использует основные методы разработки и внедрения новых технологических процессов и оборудования для производства устройств, приборов и систем электронной техники	Подготавливает технические задания на выполнение проектных работ на низком уровне	Подготавливает технические задания на выполнение проектных работ по разработке материалов электроники и нанoeлектроники	Подготавливает технические задания на выполнение проектных работ по разработке компонентов электроники и нанoeлектроники	Подготавливает технические задания на выполнение проектных работ по разработке интегральных компонентов электроники и нанoeлектроники
ИД-3 _{ПК-4} Подбирает оптимальное оборудование для реализации технологического процесса производства устройств, приборов и систем электронной техники	Применяет навыки разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и нанoeлектроники на низком уровне	Применяет навыки разработки стратегии и методологии исследования материалов микро- и нанoeлектроники	Применяет навыки разработки стратегии и методологии исследования элементов и компонентов микро- и нанoeлектроники	Применяет навыки разработки стратегии и методологии комплексного исследования изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-5 Способен обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления				
ИД-1 _{ПК-5}	Анализирует	Анализирует	Анализирует	Анализирует

Анализирует характеристики изделий электронной техники и процессы их изготовления	причины брака выпускаемых изделий микроэлектроник и на низком уровне	причины входного брака при выпуске изделий микроэлектроники	причины производственного брака при выпуске изделий микроэлектроники	причины брака выпускаемых изделий микроэлектроники при контроле и испытаниях
ИД-2 _{ПК-5} Применяет основные методики оценки технологичности изделий электронной техники и формирует рекомендации по оптимизации технологических процессов производства изделий электронной техники	Руководствуется рекомендациями, публикациями и опытом ведущих научных групп по установлению параметров технологических процессов при создании низкоразмерных структур на низком уровне	Руководствуется рекомендациями, публикациями и опытом ведущих научных групп по установлению параметров технологических процессов формирования материалов для низкоразмерных структур	Руководствуется рекомендациями, публикациями и опытом ведущих научных групп по установлению параметров технологических процессов при создании элементов низкоразмерных структур	Руководствуется рекомендациями, публикациями и опытом ведущих научных групп по установлению параметров технологических процессов при создании приборов, в составе которых имеются низкоразмерные структуры
ИД-3 _{ПК-5} Применяет навыки оценки экономической эффективности технологических процессов	Формулирует принципы масштабируемости и причины на нее влияющие на низком уровне	Формулирует принципы масштабируемости, связанной с размерами активных слоев и причины на нее влияющие	Формулирует принципы масштабируемости, связанной с элементами структур и причины на нее влияющие	Формулирует принципы масштабируемости приборов электроники и причины на нее влияющие в комплексе с параметрами приборов

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
		Семестр 3__	
1	b	Пара противоположно заряженных двухвалентных ионов находится в связи на равновесном расстоянии $a = 0,24$ нм. Показатель степени в выражении для энергии отталкивания $n = 9$. Чему равно энергия разделения ионов? a) $5 \cdot 10^{-29}$ Дж b) $38 \cdot 10^{-29}$ Дж c) $12 \cdot 10^{-29}$ Дж d) $18 \cdot 10^{-27}$ Дж	ПК-4
2	a	Каждая С-С-связь в кристалле алмаза имеет энергию $W_{\text{св}} = 3,7$ эВ. Сколько энергии необходимо затратить для испарения $m = 0,1$ г алмаза? a) 5920 Дж b) 3524 Дж c) 856 Дж d) 1259 Дж	ПК-4
3	c	Удельная поверхностная энергия стекла при температуре 650 °С равна $e_s = 0,3$ Дж·м⁻². Какая энергия ΔE выделится при сфероидизации нити длиной $l = 0,1$ м и диаметром $d = 2 \cdot 10^{-5}$ м? a) $1,8 \cdot 10^{-5}$ Дж b) $2,6 \cdot 10^{-6}$ Дж c) $1,7 \cdot 10^{-6}$ Дж d) $3,6 \cdot 10^{-3}$ Дж	ПК-4
4	a	Какова концентрация свободных электронов в алюминии, имеющем ГЦК-решетку с периодом $a = 0.4041$ нм, если на каждый атом приходится три электрона? a) $18,18 \cdot 10^{28}$ м⁻³ b) $5,18 \cdot 10^{28}$ м⁻³ c) $3,18 \cdot 10^{28}$ м⁻³ d) $21,18 \cdot 10^{28}$ м⁻³	ПК-4
5	b	Рефлекс от плоскости (111) на рентгенограмме меди, снятой при длине волны рентгеновского излучения $\lambda = 0,5405$ нм, наблюдается под углом $2\theta = 43^\circ$. Чему	ПК-4

		равен атомный радиус r_a меди? a) 0,15 нм b) 0,128 нм c) 0,86 нм d) 0,244 нм	
6	c	Удельное сопротивление меди, содержащей 0,3 ат. % олова при температуре 300 К, составляет 0,0258 мкОм·м. Каково отношение β удельных сопротивлений меди при температурах 300 и 4,2 К: $\beta = \rho_{300} / \rho_{4,2}$? a) 0,15 b) 3,5 c) 2,87 d) 1,62	ПК-4
7	a	Во сколько раз сопротивление R медного провода круглого сечения диаметром $d = 1$ мм на частоте $f = 10$ МГц больше сопротивления R_0 этого провода постоянному электрическому току? a) 12 b) 3 c) 2 d) 10	ПК-4
8	a	Какова дырок в германии p-типа с удельным сопротивлением 0,05 Ом·м при температуре 300 К, если собственная концентрация носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2,1 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0,39 \text{ м}^2 / (\text{В} \cdot \text{с})$, подвижность дырок $\mu_p = 0,19 \text{ м}^2 / (\text{В} \cdot \text{с})$? a) $6,565 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3}$ b) $2,35 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3}$ c) $5,1 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3}$ d) $2,4 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3}$	ПК-4
9		Технологический процесс, основные понятия.	ПК-4
10		Опишите основные процессы гетерогенных химико-технологических систем.	ПК-4
11		Какие процессы массо- и теплопередачи вы знаете?	ПК-4
12		Активное состояние твердофазных реагентов и продуктов.	ПК-4
13		Какие требования предъявляются к полупроводниковым материалам?	ПК-4
14		Как осуществляется выбор полупроводникового материала для производства полупроводникового прибора?	ПК-4

15		Физико-химические свойства полупроводникового материала: германий. Область применения.	ПК-4
16		Физико-химические свойства полупроводникового материала: кремния. Область применения.	ПК-4
17		Процессы измельчения и рассеивания твердых тел.	ПК-4
18		Основы процессов разделения и очистки	ПК-4
19		Общая характеристика чистоты вещества	ПК-4
20		Какие абразивные материалы Вам известны?	ПК-4
21		Для чего проводятся операции шлифовки и полировки? Оборудование.	ПК-4
22		Виды химической обработки подложек.	ПК-4
23		Роль защитных диэлектрических пленок в планарной технологии?	ПК-4
24		Требования, предъявляемые к диэлектрическим плёнкам.	ПК-4
25		Что используется в качестве исходных материалов для получения диэлектрических плёнок?	ПК-4
26		Легирование кристаллов в твердой фазе	ПК-4
27		Легирование кристаллов в процессе выращивания из жидкой фазы	ПК-4
28		Легирование кристаллов в процессе выращивания из газовой фазы	ПК-4
29		Как осуществляется управление технологическими процессами выращивания монокристаллов?	ПК-4
30		Для чего проводится диффузия легирующих примесей в полупроводниковые кристаллы?	ПК-4
31		Какие отличительные особенности диффузии в планарной технологии?	ПК-4
32		Какие технологии важнейших некристаллических материалов вы знаете?	ПК-4
33	b	Какова электропроводность в германии p-типа с удельным сопротивлением $0,05 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ при температуре 300 К , если собственная концентрация носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2,1 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0,39 \text{ м}^2 / (\text{В}\cdot\text{с})$, подвижность дырок $\mu_p = 0,19 \text{ м}^2 / (\text{В}\cdot\text{с})$? a) $2,52 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$ b) $6,72 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$ c) $3,18 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$ d) $1,67 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$	ПК-5
34	c	Через пластину кремния с удельным объемным сопротивлением $0,01 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ проходит электрический ток плотностью 10 мА/мм^2 . Какова средняя скорость	ПК-5

		дрейфа электронов, если их подвижность равна $0,14 \text{ м}^2 / (\text{В с})$? a) 8 м/с b) 19 м/с c) 14 м/с d) 21 м/с	
35	a	Через пластину кремния с удельным объемным сопротивлением $0,01 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ проходит электрический ток плотностью 10 мА/мм^2 . Какова средняя скорость дрейфа дырок, если их подвижность равна $0,05 \text{ м}^2 / (\text{В с})$? a) 5 м/с b) 10 м/с c) 14 м/с d) 21 м/с	ПК-5
36	c	В арсениде галлия эффективная масса электронов $m_n = 0,07m_0$, а диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 13$. При какой минимальной концентрации доноров станут заметны эффекты, связанные с перекрытием электронных оболочек соседних примесных атомов? a) $1,1 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ b) $1,2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ c) $1,3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ d) $1,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$	ПК-5
37	d	В образце кремния n-типа при температуре $T = 300 \text{ К}$ время жизни неосновных носителей заряда $\tau_p = 5 \text{ мкс}$, их подвижность $\mu_p = 0,04 \text{ м}^2 / (\text{В с})$. Какова диффузионная длина неосновных носителей заряда? a) 55 мкм b) 84 мкм c) 36 мкм d) 72 мкм	ПК-5
38		Основы технологии стеклоизделий	ПК-5
39		Методы получения пленок стекла	ПК-5
40		Особенности получения стекол в условиях микрогравитации	ПК-5
41		Технология важнейших некристаллических материалов	ПК-5
42		Основы технологии керамических материалов	ПК-5
43		Методы получения пленочных керамических материалов.	ПК-5
44		Установочная и конденсаторная керамика	ПК-5

45		Какие пьезокерамические материалы вы знаете?	ПК-5
46		Планарно-эпитаксиальная технология.	ПК-5
47		Эпитаксиальные гетероструктуры – свойства и применение.	ПК-5
48		Принципы и методы эпитаксиального роста.	ПК-5
49		Классификация веществ по магнитным свойствам	ПК-5
50		Доменная структура и намагничивание ферромагнетиков	ПК-5
51		Петли гистерезиса и магнитные характеристики материала	ПК-5
52		Какие материалы для постоянных магнитов вы знаете?	ПК-5

2. Критерии оценивания компетенций

Оценка "Отлично" выставляется студентам, успешно сдавшим собеседование и показавшим глубокое знание теоретической части курса, умение проиллюстрировать изложение практическими приемами и расчетами, полно и подробно ответившим на вопросы.

Оценка "Хорошо" выставляется студентам, сдавшим собеседование с незначительными замечаниями, показавшим глубокое знание теоретических вопросов, умение проиллюстрировать изложение практическими приемами и расчетами, полностью ответившим на дополнительные вопросы, но допустившим при ответах незначительные ошибки, указывающие на наличие несистематичности и пробелов в знаниях.

Оценка "Удовлетворительно" выставляется студентам, прошедшим собеседование со значительными замечаниями, показавшим знание основных положений теории при наличии существенных пробелов в деталях, испытывающим затруднения при практическом применении теории, допустившим существенные ошибки при ответе на вопросы.

Оценка "Неудовлетворительно" выставляется, если студент показал существенные пробелы в знаниях основных положений теории, не умеет применять теоретические знания на практике, не ответил на ряд вопросов членов аттестационной комиссии.