

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Порохня Андрей Алексеевич
Должность: И.о. директора института перспективной инженерии
Дата подписания: 17.06.2026 08:46:10
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

Технология производства материалов электронной техники и приборов на их основе

Направление подготовки	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность (профиль)	Интеллектуальные программируемые системы и устройства
Год начала обучения	2026
Форма обучения	очная
Реализуется в семестре	5

Введение

1. Назначение: проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Технология производства материалов электронной техники и приборов на их основе».
2. ФОС является приложением к программе дисциплины (модуля) «Технология производства материалов электронной техники и приборов на их основе».
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., зав. кафедрой МБКЭРиТМ .

Гривенная Н.В., доцент департамента ЦРСиЭ

Представитель организации-работодателя

Миронов В.А., генеральный директор ООО «ОРИНТЕКС».

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 компетенций, индикаторов	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
Компетенция: ПК-1				
ИД-1 _{ПК-1} Анализирует и рассчитывает физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Не способен анализировать и рассчитывать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	На традиционном уровне анализирует и рассчитывает физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Способен в стандартных ситуациях анализировать и рассчитывать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	В полном объеме может анализировать и рассчитывать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
ИД-2 _{ПК-1} Создает компьютерные модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники	Не способен создавать компьютерные модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники	На традиционном уровне способен создавать компьютерные модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники	При стандартных ситуациях способен создавать компьютерные модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники	В полном объеме способен создавать компьютерные модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники
ИД-3 _{ПК-1} Применяет на практике физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а	Не способен применять на практике физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также стандартные программы,	Способен на традиционном уровне применять на практике физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Способен при стандартных ситуациях применять на практике физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также	Способен в полном объеме применять на практике физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также

также стандартные программы, средства компьютерного моделирования	средства компьютерного моделирования	ния, а также стандартные программы, средства компьютерного моделирования	стандартные программы, средства компьютерного моделирования	стандартные программы, средства компьютерного моделирования
ИД-4 ПК-1 Применяет современные программные среды разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения	Не способен на практике применять современные программные среды разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения	Способен на традиционном уровне применять современные программные среды разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения	Способен при стандартных ситуациях применять современные программные среды разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения	Способен в полном объеме применять современные программные среды разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения
Компетенция: ПК-2				
ИД-1 ПК-2 Выполняет расчет электронных приборов, схем и устройств в области электроники и нанoeлектроники	Не способен выполнять расчет электронных приборов, схем и устройств в области электроники и нанoeлектроники	Выполняет на репродуктивном уровне расчет электронных приборов, схем и устройств в области электроники и нанoeлектроники	Выполняет в стандартных ситуациях расчет электронных приборов, схем и устройств в области электроники и нанoeлектроники	Выполняет в полном объеме расчет электронных приборов, схем и устройств в области электроники и нанoeлектроники
ИД-2 ПК-2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения	Не способен использовать средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения	На традиционном уровне может использовать средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения	Способен в стандартных ситуациях использовать средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения	В полном объеме может использовать средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения
ИД-3 ПК-2 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	Не способен формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	На традиционном уровне формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	В стандартных ситуациях формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	В полном объеме способен формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.
ИД-4 ПК-2 Определяет ожидаемые	Не способен определять ожидаемые	Не в полной мере определяет ожи-	В стандартных ситуациях способен определять	В полном способен определять ожидаемые ре-

результаты решения выделенных задач.	результаты решения выделенных задач.	даемые результаты решения выделенных задач.	ожидаемые результаты решения выделенных задач.	зультаты решения выделенных задач.
ИД-5ПК-2 Демонстрирует знание методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	Не способен продемонстрировать знание методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	На традиционном уровне демонстрирует знание методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	В стандартных ситуациях способен продемонстрировать знание методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	В полном способен продемонстрировать знание методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
		Форма обучения __очная__ Семестр_4__	
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-1
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-1
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-1
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-1
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 равен атомный радиус r_a меди?	ПК-1

		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-1
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-1
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-1
9	b	Какова электронов 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) $2,52 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$ 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-1

10	с	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 электронов, если их подвижность равна $0,14 \text{ м}^2 / (\text{В с})$? а) 8 м/с б) 19 м/с в) 14 м/с г) 21 м/с	ПК-1
11		Технологический процесс, основные понятия.	ПК-1
12		Опишите основные процессы гетерогенных химико-технологических систем.	ПК-1
13		Какие процессы массо- и теплопередачи вы знаете?	ПК-1
14		Активное состояние твердофазных реагентов и продуктов.	ПК-1
15		Какие требования предъявляются к полупроводниковым материалам?	ПК-1
16		Как осуществляется выбор полупроводникового материала для производства полупроводникового прибора?	ПК-1
17		Физико-химические свойства полупроводникового материала: германий. Область применения.	ПК-1
19		Физико-химические свойства полупроводникового материала: кремния. Область применения.	ПК-1
20		Процессы измельчения и рассеивания твердых тел.	ПК-1
21		Основы процессов разделения и очистки	ПК-1
22		Общая характеристика чистоты вещества	ПК-1
23		Какие абразивные материалы Вам известны?	ПК-1
24		Для чего проводятся операции шлифовки и полировки? Оборудование.	ПК-1
25		Виды химической обработки подложек.	ПК-1
26	с	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? а) $1,1 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ б) $1,2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ в) $1,3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ г) $1,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$	ПК-2

27	d	В образце кремния п-типа при температуре $T = 300 \text{ K}$ время жизни неосновных носителей заряда $\tau_p = 5 \text{ мкс}$, их подвижность $\mu_p = 0,04 \text{ м}^2 / (\text{В} \cdot \text{с})$. Какова диффузионная длина неосновных носителей заряда? a) 55 мкм b) 84 мкм c) 36 мкм d) 72 мкм	ПК-2
28	d	Определить температурный коэффициент линейного расширения α_l и удлинение нихромовой проволоки, если известно, что при повышении температуры от 20 до 1000 °С электрическое сопротивление проволоки изменяется от 50 до 56,6 Ом. Длина проволоки в холодном состоянии $l = 50 \text{ м}$. Температурный коэффициент удельного сопротивления нихрома принять равным $15 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. a) 1,84 м b) 3,7 м c) 0,5 м d) 0,735 м	ПК-2
29	a	Имеется два проводника, прошедших одинаковую технологическую обработку. Химическим анализом установлено, что состав первого проводника – (Cu + 0,5 ат.% Zn), а второго – (Cu + 0,5 ат.% As). Определить, какой материал имеет более высокую удельную проводимость. a) первый материал b) второй материал c) имеют одинаковую удельную проводимость	ПК-2
30	b	Определить, при какой концентрации примесей удельная проводимость германия при температуре 300 К имеет наименьшее значение. Найти отношение собственной удельной проводимости к минимальной при той же температуре. Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2,1 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0,39 \text{ м}^2 \cdot (\text{В} \cdot \text{с})^{-1}$, подвижность дырок $\mu_p = 0,19 \text{ м}^2 \cdot (\text{В} \cdot \text{с})^{-1}$. a) 1,25 b) 1,065 c) 1,8 d) 2,1	ПК-2

31	c	Вычислите изменение объема железа при его полиморфном превращении, если радиусы атомов Fe в плотной объемно центрированной упаковке $r_{\text{оцк}} = 0,1241$ нм, а в гранецентрированной $r_{\text{гцк}} = 0,127$ нм. a) 0,8 об.% b) 1,3 об.% c) 1,6 об.% d) 1,5 об.%	ПК-2
32	d	Удельная поверхностная энергия стекла при температуре 650°C 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) $4,2 \cdot 10^{-6}$ Дж b) $3,4 \cdot 10^{-6}$ Дж c) $2,3 \cdot 10^{-6}$ Дж d) $1,7 \cdot 10^{-6}$ Дж	ПК-2
33	c	Стержень из графита соединен последовательно с медным стержнем того же сечения. Определить, при каком соотношении их длин сопротивление этой композиции не зависит от температуры. Удельные сопротивления меди и графита равны соответственно 0,017 и 8,0 мОм·м, а значения α_r составляют $4,3 \cdot 10^{-3}$ и -10^{-3} K^{-1}. a) 90,5 b) 100,2 c) 109,4 d) 111,5	ПК-2
34	b	В образце кремния n-типа при температуре $T = 300 \text{ K}$ время жизни неосновных носителей заряда $\tau_p = 5$ мкс, их подвижность $\mu_p = 0,04 \text{ м}^2/(\text{В с})$. Определить диффузионную длину неосновных носителей заряда. a) 60 мкм b) 72 мкм c) 35 мкм d) 65 мкм	ПК-2
35	d	Вычислите концентрацию свободных электронов в алюминии, имеющем ГЦК-решетку с периодом $a = 0,4041$ нм, если на каждый атом приходится три электрона? a) $15,3 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ b) $12,8 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$	ПК-2

		с) $10,1 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ d) $18,18 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$	
36		Планарно-эпитаксиальная технология.	ПК-2
37		Эпитаксиальные гетероструктуры – свойства и применение.	ПК-2
38		Технология важнейших некристаллических материалов	ПК-2
39		Основы технологии керамических материалов	ПК-2
40		Методы получения пленочных керамических материалов.	ПК-2
41		Что используется в качестве исходных материалов для получения диэлектрических плёнок?	ПК-2
42		Легирование кристаллов в твердой фазе	ПК-2
43		Легирование кристаллов в процессе выращивания из жидкой фазы	ПК-2
44		Легирование кристаллов в процессе выращивания из газовой фазы	ПК-2
45		Как осуществляется управление технологическими процессами выращивания монокристаллов?	ПК-2
46		Для чего проводится диффузия легирующих примесей в полупроводниковые кристаллы?	ПК-2
47		Какие отличительные особенности диффузии в планарной технологии?	ПК-2
48		Какие технологии важнейших некристаллических материалов вы знаете?	ПК-2
49		Основы технологии стеклоизделий	ПК-2
50		Методы получения пленок стекла	ПК-2

2. Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации. Рейтинговая система оценки знаний студентов основана на использовании совокупности контрольных мероприятий по проверке пройденного материала (контрольных точек), оптимально расположенных на всем временном интервале изучения дисциплины. Принципы рейтинговой системы оценки знаний студентов основываются на требованиях, описанных в Положении об организации образовательного процесса на основе рейтинговой системы оценки знаний студентов в ФГАОУ ВО «СКФУ».

3. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами не только базового, но и повышенного уровня, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы базового уровня, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов базового уровня, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала базового уровня, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, не знающему значительной части программного материала, допускающему грубые ошибки.