МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:	Согласовано:
на заседании кафедры протокол №	Председатель УМК физико-
4_ от_12.01.2022	технического института
Зав. кафедрой/ Салихов Р.Б	/ Балапанов М.Х.
Рабочая програм	ма дисциплины (модуля)
	ИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ менование дисциплины)
(7.00)	
<u> Часть, формируемая уч</u>	настниками образовательных отношений
(Цикл дисциплины и его част	nь (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))
програм	іма бакалавриата
Направление по	дготовки (специальность)
11.03.04 электро	оника и наноэлектроника,
(указывается код и наименование	г направления подготовки (специальности))
Направленност	ть (профиль) подготовки
Электронные при	иборы и автоматизированные системы
(указывается наименование н	направленности (профиля) подготовки)
Кв	залификация
	Бакалавр
(указывае	ется квалификация)
Разработчик (составитель)	B
профессор, д.фм.н., профессор	
(должность, ученая степень, ученое звание)	/ <u>Салихов Р.Б.</u> / <u>Салихов Р.Б.</u>

Для приема:2022г. Уфа 2022г. Составитель / составители: д.ф.-м.н., профессор Салихов Р.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры<u>инфокоммуникационных</u> технологий и наноэлектроники протокол от_№ 4 от 12.01.2022

Заведующий кафедрой

/ Салихов Р.Б./

Список документов и материалов

- 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
- 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
- 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
- 4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)
- 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
- 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) ком-	Формируемая ком- петенция (с указани-	Код и наименование индикатора достижениякомпетенции	Результаты обучени по дисциплине
· • · /		достижениякомпетенции	Д
петенций	ем кода)		
	ПК-5. Способен выполнять	ПК-5.1.	Знать: общие
	работы по технологиче-	Знать: общие принципы построения	принципы
	ской подготовке производства материалов и изделий	технологических про-цессов,	построения
	электронной техники	технологических маршрутов и схем;	технологических про-цессов,
	электронной техники	физико- технологические основы процессов	технологических
		производства изделий электронной	маршрутов и
		компонентной базы, особенности	схем; физико-
		проведения отдельных технологических	технологические
		операций и обеспечения техно-логических	основы процессов
		режимов; технологические методы очистки	производства
		по- лупроводников, основные способы	изделий
		получения монокристал-лических	электронной
		материалов	компонентной
		ПК-5.2.	базы, особенности
		Уметь: оформлять технологическую	проведения отдельных
		документацию; разраба- тывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофи-	технологических
		зическими и конструктивными	операций и
		параметрами; грамотно орга- низовать	обеспечения техно-
		технологические процессы и маршруты	логических
		производства активных и пассивных	режимов;
		элементов электронной компонентной базы;	технологические
		производить расчет тонкопленочных	методы очистки
		элементов гибрид-ных интегральных схем	ПО-
		ПК-5.3.	лупроводников,
		Владеть: навыками анализа процессов,	основные способы
		лежащих в основе работы технологического	получения
		оборудования; методами конст- руктивного расчета элементов толстопленочных и	монокристал- лических
		расчета элементов толстопленочных и тонкопле- ночных гибридных интегральных	материалов
		схем ; навыками практиче- ского	Уметь: оформлят
		использования измерительных приборов и	
		комплексов для контроля за	
		технологическими режимами и основными	разраба- тыват
		параметрами конечных изделий; навыками	элементы
		оценки соответ- ствия разработанных	интегральных схем
		технологических систем требованиям	
		стандартов, технических условий и другим	
		нормативным	конструктивными
		документам	параметрами;
			грамотно орга
			низовать
			технологические
			процессы
			маршруты
			производства
			активных
			пассивных
			элементов

электронной

компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем Владеть: навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопле- ночных гибридных интегральных схем; навыками практичеиспользования измерительных приборов И комплексов для контроля за технологическими режимами И основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным цокументам

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы» относится части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 $\kappa ypce(ax)$ в 5-6 семестpe(ax).

Цели изучения дисциплины: является повышение уровня знаний в области полупроводниковых приборов и интегральной микроэлектронной и наноэлектронной техники

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Курс «Физика конденсированного состояния» позволяет на основе изучения свойств твердых тел, в особенности, полупроводниковых материалов разрабатывать новые электронные приборы и устройства.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими предметами как «Материалы электронной техники», «Физические основы электроники» и способствует формированию у будущих специалистов комплекс знаний, умений

и навыков в области микро- и нанотехнологических процессов (процессов планарноэпитаксиальной технологии) создания в объеме или на поверхности твердого тела - подложки элементов и компонентов современной интегральной компонентной базы..

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, а так же изучению таких дисциплин как «Аналоговая и цифровая интегральная электроника», «Основы пленочной электроники».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ПК-5. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники

Код и	Результаты	Критерии оценивания результатов				
наименовани	обучения по	обучения				
е индикатора достижения компетенции	дисциплине	2 («Не удовлетв ори- тельно»)	3 («Удовлетвори- тельно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)	

ПК-5.1.	Знать: общие	Не знает	Имеет фрагментар-	Достаточно увере-	Уверенно знает
Знать: общие	прин-ципы	общие	ные знания о общих	но знает общие	общие принципы
прин-ципы	построения	принципы	принципах построе-	принципы построе-	построения техно-
построения	технологических	построе-ния	ния технологических	ния технологиче-	логических процес
технологически	процессов, техно-	технологиче-	процессов, техноло-	ских процессов,	сов, технологиче-
х процессов,	логических мар-	ских	гических маршрутов	технологических	ских маршрутов и
техно-	шрутов и схем;	процессов,	и схем; физико-	маршрутов и схем;	схем; физико-
логических мар-	фи-зико-	технологичес	технологические	физико-	технологические
шрутов и схем;	технологические	ких	основы процессов	технологические	основы процессов
	основы процессов	маршрутов и	производства изде-	основы процессов	производства изде
	производства	схем;	лий электронной	производства изде-	лий электронной
	изде-лий	физико-	компонентной базы,	лий электронной	компонентной ба-
	электронной	технологиче	особенности прове-	компонентной ба-	зы, особенности
	компонентной ба-	ские основы	дения отдельных	зы, особенности	проведения от-
	зы, особенности	процессов	технологических	проведения от-	дельных техноло-
	проведения	производства	операций и обеспе-	дельных техноло-	гических операций
	отдель-ных	изде- лий	чения технологиче-	гических операций	и обеспечения тех-
	технологиче-	электронной	ских режимов; тех-	и обеспечения тех-	нологических ре-
	ских операций и	компонентной	нологические мето-	нологических ре-	жимов; технологи-
	обеспечения	базы,	ды очистки полупро-	жимов; технологи-	ческие методы очи
	техно-логических	особенности	водников, основные	ческие методы очи-	стки полупровод-
	режи- мов;	прове-	способы получения	стки полупровод-	ников, основные
	технологиче- ские	дения	монокристалличе-	ников, основные	способы получени
	методы очист-ки	отдельных	ских материалов	способы получения	монокристалличе-
	полупроводни-	технологичес		монокристалличе-	ских материалов
	ков, основные	ких операций		ских материалов,	может ответить н
	спо-собы	и обеспе-		но допускает не-	дополнительные
	получения	чения			
		технологиче-			
		ских			
		режимов; тех-			
		нологические			
		мето-ды			
		очистки полу-			
		проводников,			
		oc-			
		новные			
		способы			
		получения			
		моно-			
		кристаллич			
		еских			
		материалов			

	монокристалличе- ских материалов			большие ошибки.	вопросы.
ПК-5.2.	Уметь: оформлять	Не умеет оформ-	Частично умеет	Умеет оформлять	Умеет оформлять
ик-э.2. Уметь:	1 1	лять технологиче-	оформлять техноло-	технологическую	технологическую
J MC1B.	технологическую		гическую докумен-	•	_
офо	документацию; раз-	скую документа-		документацию;	документацию;
рмлять	рабатывать элемен-	цию; разрабатывать элементы инте-	тацию; разрабаты- вать элементы инте-	разрабатывать эле- менты интеграль-	разрабатывать эле
технологич	ты интегральных			ных схем с требуе-	менты интеграль
ескую	схем с требуемыми	гральных схем с	гральных схем с тре- буемыми электрофи-	1 ,	ных схем с требую мыми электрофи
документац	электрофизически-	требуемыми элек-	зическими и конст-	мыми электрофи-	1 1
ию; раз-	ми и конструктив-	трофизическими и		зическими и конст-	зическими и конс
рабатывать	ными параметрами;	конструктивными	руктивными пара-	руктивными пара-	руктивными пара
элемен-ты	грамотно организо-	параметрами; гра-	метрами; грамотно организовать техно-	метрами; грамот-	метрами; грамот но организовать
инте	вать технологиче-	мотно организовать технологические	логические процессы	но организовать технологические	технологические
гральных	ские процессы и		и маршруты произ-		
схем с	маршруты произ-	процессы и мар-	водства активных и	процессы и мар- шруты производст-	процессы и мар- шруты производс
требуемым	водства активных и	шруты производст- ва активных и пас-	пассивных элементов	ва активных и пас-	ва активных и пас
И	пассивных элемен-		электронной компо-		
электрофиз	тов электронной	сивных элементов электронной компо-	нентной базы; произ-	сивных элементов электронной ком-	сивных элементо электронной ком
ически-ми	компонентной ба-	нентной базы; про-	водить расчет тонко-	понентной базы;	понентной базы;
и конструкти	зы; производить расчет тонкопле-	изводить расчет	пленочных элемен-	производить расчет	производить расче
в-ными	ночных элементов	тонкопленочных	тов гибридных инте-	тонкопленочных	тонкопленочных
параметрам	_	элементов гибрид-	гральных схем	элементов гибрид-	элементов гибрид
и;	гибридных инте- гральных схем	ных интегральных	тральных схем	ных интегральных	ных интегральны
,	тральных схем	схем		схем, но иногда	схем
		CACM		ошибается	CACIN
ПК-5.3.	Владеть: навыками	Не владеет навыка-	Частично владеет	Владеет навыками	Уверенно владее:
Владеть:	анализа процессов,	ми анализа процес-	навыками анализа	анализа процессов,	навыками анализ
навыками	лежащих в основе	сов, лежащих в ос-	процессов, лежащих	лежащих в основе	процессов, лежа-
анализа	работы технологи-	нове работы техно-	в основе работы тех-	работы технологи-	щих в основе рабо
процессов	ческого оборудова-	логического обору-	нологического обо-	ческого оборудова-	ты технологическ
, лежащих	ния; методами кон-	дования; методами	рудования; методами	ния; методами кон-	го оборудования
в основе	структивного рас-	конструктивного	конструктивного	структивного рас-	методами конст-
работы	чета элементов тол-	расчета элементов	расчета элементов	чета элементов	руктивного расче
технологи	стопленочных и	толстопленочных и	толстопленочных и	толстопленочных и	элементов толсто
- ческого	тонкопленочных	тонкопленочных	тонкопленочных	тонкопленочных	пленочных и тон
оборудова	гибридных инте-	гибридных инте-	гибридных инте-	гибридных инте-	копленочных гиб
-ния;	гральных схем;	гральных схем;	гральных схем; на-	гральных схем;	ридных интеграли
ŕ	навыками практи-	навыками практиче-	выками практическо-	навыками практи-	ных схем; навыка
	ческого использо-	ского использова-	го использования	ческого использо-	ми практического
	вания измеритель-	ния измерительных	измерительных при-	вания измеритель-	использования из
	ных приборов и	приборов и ком-	боров и комплексов	ных приборов и	мерительных при
	комплексов для	плексов для контро-	для контроля за тех-	комплексов для	боров и комплекс
	контроля за техно-	ля за технологиче-	нологическими ре-	контроля за техно-	для контроля за
	логическими режи-	скими режимами и	жимами и основны-	логическими ре-	технологическим
	мами и основными	основными пара-	ми параметрами ко-	жимами и основ-	режимами и осно
	параметрами ко-	метрами конечных	нечных изделий; на-	ными параметрами	ными параметрам
	нечных изделий;	изделий; навыками	выками оценки соот-	конечных изделий;	конечных издели
	навыками оценки	оценки соответст-	ветствия разработан-	навыками оценки	навыками оценки
	соответствия разра-	вия разработанных	ных технологических	соответствия раз-	соответствия раз
	ботанных техноло-	технологических	систем требованиям	работанных техно-	работанных техн
	гических систем	систем требованиям	стандартов, техниче-	логических систем	логических систе
	требованиям стан-	стандартов, техни-	ских условий и дру-	требованиям стан-	требованиям стан
	дартов, техниче-	ческих условий и	гим нормативным	дартов, техниче-	дартов, техниче
	ских условий и дру-	другим норматив-	документам	ских условий и	ских условий и
	гим нормативным	ным документам		другим норматив-	другим норматив
	документам			ным документам,	ным документам
				но не всегда уве-	
				ренно	1

Зачет

Код и наименовани	Результаты обучения по	Критерии оценивания результатов обучения			
е индикатора	дисциплине		T		
достижения		«Не зачтено»	«Зачтено»		
компетенции		«пс зачтено»	«Зачтено»		
ПК-5.1.					
Знать: общие принципы					
построения		Отсутствие знаний или	Сформированные (возможно непол-		
технологи-		фрагментарные представления об основных понятиях и	ные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в		
ческих процессов, тех-	Знать: общие принципы	утверждениях, входящих в содержание дисциплины	содержание дисциплины		
нологических	построения технологи-	содержиние диециналина			
маршру- тов и схем;	ческих процессов, тех-				
физико- технологически	нологических маршру-				
е осно-	тов и схем; физико-				
произ- водства изделий элек-	технологические осно-				
тронной компонентной	вы процессов произ-				
базы, особенности	водства изделий элек-				
про- ведения отдельных	тронной компонентной				
технологически х опе-	базы, особенности про-				
раций и обеспечения	ведения отдельных				
технологически x pe-	технологических опе-				
жимов; технологиче-	раций и обеспечения				
ские методы очистки	технологических ре-				
полупроводнико в, ос-	жимов; технологиче-				
новные способы полу-	ские методы очистки				
чения монокристалли-	полупроводников, ос-				
ческих материалов	новные способы полу-				
	чения монокристаллических материалов				
ПК-5.2.	Vicemi of annual	Отсутствие умений или	В целом успешное (возможно не систементор)		
Уметь: оформлять тех-	Уметь: оформлять тех-	фрагментарные умения упот-	тематическое) умение употреблять		
вать элементы гральных схем	нологическую доку- ментацию; разрабаты-	реблять правильную терминологию, определения, обо-	правильную терминологию, определения, обозначения и единицы изме-		
с тре- буемыми электрофизи-	вать элементы инте-	значения и единицы измере-	рения величин для описания характе-		
электрофизи- ческими и конструк-	гральных схем с тре-	ния величин для описания	ристик электроника и наноэлектрони-		
тивными параметрами;	буемыми электрофизи-	характеристик электроника и	ка и областей их применения, рассчи-		
грамотно	ческими и конструк-	наноэлектроника и областей	тывать проводимость, подвижность		
организовать	I	I	l Q		

технологически	тивными параметрами;	их применения, рассчиты-	носителей заряда, концентрацию но-
е цессы и	грамотно организовать	вать проводимость, подвиж-	сителей в электронных материалах
маршруты про- изводства активных и	технологические про-	ность носителей заряда, кон-	
пассивных	цессы и маршруты про-	центрацию носителей в элек-	
ементов электронной	изводства активных и	тронных материалах	
нентной базы;	пассивных элементов	тронных материалах	
	электронной компо- нентной базы; произво-		
	дить расчет тонкопле-		
	ночных элементов гибридных интегральных		
	схем		
ПК-5.3.	ПК-5.3.	Отсутствие владения или	В целом успешное (возможно не сис-
Владеть: навыками	Владеть: навыками	фрагментарное владение экс-	тематическое) владение эксперимен-
технологическог о обо-	анализа процессов, ле-	периментальными навыками	тальными навыками по изучению
рудования; методами	жащих в основе работы	по изучению основных	основных свойств материалов, в том
конструктивног о рас-	технологического обо-	свойств материалов, в том	числе методами электрофизических и
чета элементов	рудования; методами	числе методами электрофи-	металлографических измерений.
	конструктивного рас-	зических и металлографиче-	
	чета элементов толсто-	ских измерений.	
	пленочных и тонкопле- ночных гибридных ин-	-	

Реферат

	еферат		
Код и	Результаты	Критерии оценивани:	я результатов обучения
наименовани	обучения по		
е индикатора	дисциплине		
достижения		«Не зачтено»	«Зачтено»
компетенции		Wife 3d Hello//	«Sa Treno»
ПИ 5 1	Эноти община	Отаутатриа эмений 4	Vnanauus avaam madaaasa
ПК-5.1.	Знать: общие принципы по-	Отсутствие знаний или фраг-	Уверенно знает профессио-
Знать:	строения технологических	ментарные представления о	нальную лексику, быть гото-
общие	процессов, технологических	профессиональной лексики,	вым к участию в дискуссии на профессиональные темы; пра-
принцип	маршрутов и схем; физико-	не правильное оформление,	
ы по-	технологические основы	полностью не соответствует требованиям, предъявляемым	вильность оформления, полностью соответствует тре-
строения технолог	процессов производства из- делий электронной компо-	к содержанию и оформлению	
	нентной базы, особенности	реферата	бованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению
ических	проведения отдельных тех-	реферата	реферата
процессо	нологических операций и		реферата
в, технолог	обеспечения технологиче-		
ических	ских режимов; технологиче-		
маршрут	ских режимов, технологиче-		
ов и	проводников, основные спо-		
схем;	собы получения монокри-		
физико-	сталлических материалов		
технолог	стани теских материалов		
ические			
основы			
процессо			
В			
производ			
ства из-			
делий			
электрон			
ной			
компо-			
нентной			
базы,			
особенно			
сти			
проведен			
ия			
отдельны			
х тех-			
нологиче			
ских			
операций			
И			
обеспече			
РИН			
технолог			
иче-			
ских			
режимов;			

THC 7.2	T 1	-	1 7
ПК-5.2. Уметь: оформлять технологи - ческую документа цию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемы ми электрофи зическими и конструктивны ми параметра ми; грамотно организов ать технологически е процессы и маршруты производс тва активных и пассивных элементов электронн ой компонен тнойбазы;	Уметь: оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем	Не уверенно проводит сбор и систематизацию теоретического материала, не правильное и не уверенное изложение собственных умозаключений и выводов	Уверенно проводит сбор и систематизацию теоретического материала, уверено излагает собственные умозаключения и выводы, уверено использует справочную и энциклопедическую литературу
ПК-5.3. Владеть: навыками анализа процессов	Владеть: навыками анализапроцессов, лежащих в основеработы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам	Не владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания реферата	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания реферата

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль — максимум 40 баллов; рубежный контроль — максимум 30 баллов, поощрительные баллы — максимум 10; для зачета: текущий контроль — максимум 50 баллов; рубежный контроль — максимум 50 баллов, поощрительные баллы — максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 5.1. Знать: общие принципы построениятехнологических процессов, техно-логических маршрутов и схем; фи- зико-	Знать: общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; физико-технологические основы процессов производства изделий элек-	Отчет к лабораторной работе; тесты; зачет, экзамен
технологические основы про- цессов производства изделий элек- тронной компонентной базы, осо-	тронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов;	
бенности проведения отдельных технологических операций и обес-печения технологических	технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов	
режимов;технологические методы очистки полупроводников, основные спосо-	Уметь: оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуе-	
бы получения монокристаллических материалов ПК 5.2.	мыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства	
Уметь: оформлять технологическую документацию; разрабатывать эле-менты интегральных схем с требуе- мыми	активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем	
электрофизическими и конструктивными параметрами; грамот- но организовать технологические процессы и маршруты производства	Владеть: навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкоп-	
активных и пассивных	леночных гибридных интегральных	

элементов электронной схем; навыками практического искомпонентной базы; пользования измерительных приборасчет ров и комплексов для контроля за производить тонкопленочных технологическими режимами и осэлементов гибридных новными параметрами конечных интегральныхсхем изделий; навыками оценки соответ-ПК 5.3. ствия разработанных технологиче-Владеть: навыками анализа ских систем требованиям стандарпроцес-сов, лежащих в основе тов, технических условий и другим работы тех- нологического нормативным документам оборудования; мето-дами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкоп-леночных гибридных интегральных схем; навыками практического ис- пользования измерительных прибо-ров и комплексов для контроля за технологическими режимами и ос- новными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответ-ствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и нормативным другим документам

4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг-план дисциплины

Основы технологии электронной компонентной базы (название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность	Электроника и наноэлектрони-
ка	
курс3_	

Виды учебной деятельно-	Балл за кон-	Число за-	Баллы	
сти студентов	кретное за-	даний за	Минимальный	Максимальный
	дание	семестр	IVIIIIIIIIVIQSIDIIDIII	TVTCKCHWCSTBITBIT
Модуль 1: Основные мат	Модуль 1: Основные материалы изделий инте-		0	65
гральной эле	ектроники.			
Текущий контроль				
1. Тест	2	15	0	30
2. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам	10	1	0	10
Рубежный контроль				
1. Коллоквиум	5	5	0	25

Модуль2: Эпитаксиальные ст		0	35	
Текущий контроль				
1. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам	10	1	0	10
Рубежный контроль				
2. Коллоквиум	5	5	0	25
Поощрительные баллы				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычит	аются из об	щей суммы на	бранных баллог	3)
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практиче-			0	-10
ских (семинарских занятий)				
Итоговый контроль				
 Зачет (дифференци- рованный зачет) Реферат 				

Основы технологии электронной компонентной базы (название дисциплины согласно рабочему учебному плану) специальность ______ Электроника и наноэлектрони-ка_____ курс_____ 3____, семестр___6_____

Виды учебной деятельно-	Балл за кон-	Число за-	Баллы		
сти студентов	кретное за- дание	даний за семестр	Минимальный	Максимальный	
Модуль 1: Процессы полу	0	45			
ног	к.				
Текущий контроль					
1. Тест	2	10	0	20	
2. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам	10	1	0	10	
Рубежный контроль					
3. Коллоквиум	5	3	0	15	
Модуль 2: Сборка полупроводниковых		риборов.	0	25	
Текущий контроль					
2 Выполнение и защита отчета по лабораторным	10	1	0	10	

работам							
Рубежный контроль							
4. Коллоквиум	5	3	0	15			
Поощрительные баллы							
1. Участие в конференци- ях, публикация статей	10	1	0	10			
Посещаемость (баллы выч	Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)						
3. Посещение лекционных занятий			0	-6			
4. Посещение практиче- ских (семинарских заня- тий)			0	-10			
Итоговый контроль							
1. Экзамен				30			

Экзаменационные билеты

Примерные вопросы для экзамена:

- 1. Физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы. Современное состояние.
- 2. Материалы электронной компонентной базы.
- 3. Классификация материалов. Классификация полупроводниковых материалов.
- 4. Основные процессы технологии электронной компонентной базы.
- 5. Химическая обработка и травление кремниевых пластин.

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно менее 45 баллов.

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

Критерии оценки (в баллах):

- <u>25-30</u> баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- <u>17-24</u> баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе

на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- <u>- 10-16</u> баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- <u>- 1-10</u> баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Комплект тестов (тестовых заданий)

по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы»

- 1. Основной метод получения монокристаллических слитков кремния
- 1) Метод Гаусса
- 2) Метод Чохральского
- 3) Метод Крамера
- 4) Метод Хитча
 - 2. Способ получения пленок отличающихся от подложки по составу называют
- 1) Гетероэпитаксия
- 2) Гомоэпитаксия
- 3) Биэпитаксия
- 4) Панэпитаксия
- 3. Добавление в состав материалов примесей для изменения (улучшения) физических и/или химических свойств основного материала.
 - 1) Металлизация
 - 2) Укрепление
 - 3) Уплотнение
 - 4) Легирование

Критерии оценки (в баллах)

За каждый правильный ответ- 2 балл

Коллоквиум

Список вопросов:

- 1. Физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы. Современное состояние.
- 2. Материалы электронной компонентной базы.
- 3. Классификация материалов. Классификация полупроводниковых материалов.
- 4. Основные процессы технологии электронной компонентной базы.

Критерии оценки (в баллах)

Приведен полностью правильный ответ на вопрос, включающий исчер-

пывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов

Дан правильный ответ на вопрос, но в рассуждении имеются один или несколько недостатков Нет правильного ответа 3 балл

0 баллов

Перечень лабораторных работ

- 1. Силовая литография
- 2. Зондовая литография

Пример лабораторной работы. Силовая литография

<u>Цель работы</u>: ознакомление с видами литографии и освоение силовой литографии. <u>Приборы и оборудование</u>: сканирующий зондовый микроском(СЗМ), компьютер.

Краткая теория.

Силовая литография.

C3M позволяет осуществлять непосредственное силовое воздействие зондом на поверхность образца. Это может производиться двумя путями – статическим воздействием (наногравировка) и динамическим воздействием (наночеканка).

Процесс гравировки хорошо известен как средство формирования рисунка на поверхности предмета. Реализация такого процесса с использованием методов сканирующей зондовой микроскопии позволяет осуществлять наногравировку (нанолитографию) с нанометровым разрешением. При осуществлении наногравировки с использованием методики обычной контактной силовой микроскопии зонд микроскопа перемещается по поверхности подложки с достаточно большой силой прижима, так что на подложке (или на лежащем на ней слое резиста) формируется рисунок в виде углублений (царапин). Такая методика использует принцип вспашки: материал извлекается из подложки вполне определенным образом, оставляя канавки с характерным сечением, определяемым формой кончика зонда.

Такая технология нанолитографии достаточно проста и дешева, однако у нее есть определенные недостатки. При формировании наноканавки статическим воздействием зонда случайные торсионные изгибы кантилевера приводят к краевым неоднородностям рисунка. Кроме того, предварительное и последующее после нанолитографической операции сканирования приводят к сдвиговым искажениями рисунка.

С использованием динамической силовой литографии (наночеканки) модификация поверхности происходит за счет формирования углублений на поверхности образца колеблю- щимся зондом, при этом используется преры- висто-контактный метод сканирования. Такой метод нанолитографии свободен от торсион- ных искажений и позволяет производить ви- зуализацию сформированного рисунка без се- рьезного воздействия на поверхность подлож- ки или нанесенного слоя. Кратковременное «укалывание» поверхности также защищает зонд от быстрого разрушения.

Динамическая литография может производиться векторным или растровым способом.

При векторной литографии зонд движется по линиям заранее заданного векторного шаблона, ее преимущество заключается в относительно большой скорости. При движении зонда по объектам шаблона величина воздействия может быть постоянной или линейно изменяться в заданных пределах. Кроме того, при векторной литографии возможно импульсное воздействие с заданным шагом между импульсами.

Растровая литография осуществляется более медленно, поскольку при ее проведении зонд движется вдоль строк шаблона литографии, как при обычном сканировании. Степень

воздействия зонда на поверхность зависит от яркости точки шаблона. В качестве шаблона для растровой литографии используют графический файл в растровом формате.

В получении хороших результатов в растровой литографии с использованием наночеканки большую роль играет предварительная подготовка графического изображенияшаблона. Белому цвету на изображении соответствует отсутствие воздействия на образец,
черному цвету — воздействие с максимальной силой. При подготовке изображения наиболее
важные детали необходимо окрашивать в черный цвет таким образом, чтобы области черного цвета были достаточно большими и не чередовались с малыми белыми участками, а фон и
ненужные детали, как правило, заливаются белым цветом. Также иногда бывает полезно повысить контрастность изображения.

В СЗМ НАНОЭДЬЮКАТОР II реализованы следующие виды литографии: простая векторная литография – когда сила воздействия при движении по линиям шаблона не изменяется; импульсная векторная литография; растровая литография с двумя возможными градациями цвета шаблона (черно-белоеизображение).

В качестве шаблона растровой литографии может быть использован либо рисунок, прилагаемый в комплекте поставки прибора, либо подготовленный самостоятельно.

При самостоятельной подготовке шаблона, для получения хорошего изображения желательно, чтобы рисунок был черно-белым(две градации цвета), без тонких линий и мелких деталей. Рисунок должен быть сделан в растровом формате, число точек не рекомендуется делать слишком большим (не более 1024×1024).

Задание

- 1. Просканируйте поверхность образца и выберите участок для литографии. Подберите параметры литографии.
- 2. Выполните векторную литографию на выбранном ранее участке поверхности образца.
- 3. Выполите растровую силовую литографию на выбранном ранее участке поверхности образца.

Порядок выполнения лабораторной работы

В качестве шаблона растровой литографии может быть использован либо рисунок, прилагаемый в комплекте поставки прибора, либо подготовленный самостоятельно.

При самостоятельной подготовке шаблона, для получения хорошего изображения желательно, чтобы рисунок был черно-белым (две градации цвета), без тонких линий и мелких деталей. Рисунок должен быть сделан в растровом формате, число точек не рекомендуется делать слишком большим (не более 1024×1024).

Подготовка к работе

Предполагается, что студенты знакомы с порядком подготовки СЗМ НАНОЭДЮКАТОР к работе (см. ЛР №1). Здесь приводится только основная последовательность операций.

- 1. Включите виброизолирующую платформу (при наличии).
- 2. Включите компьютер.
- 3. Установите образец. Установите измерительную головку с зондовым датчиком на базовый блок.
- 4. Включите СЗМ контроллер. Запустите программу NanoEducator 2.
- 5. Переключите СЗМ НАНОЭДЮКАТОР II для работы по полуконтактным методам АСМ (кнопка АСМ на дополнительной панели Главного окна программы). Проверьте, что обратная связь по X,Y датчикам перемещения включена (УХУ ВКЛ.).



Рис. 1. Прибор переключен для работы по полуконтактным методам атомно-силовой микроскопии

6. Откройте окно Резонанс кнопкой . Запустите процедуру автоматического поиска резонанса кнопкой Пуск. В результате амплитуда выходного сигнала генератора и коэффициент усиления цепи обратной связи будут подстроены таким образом, чтобы амплитуда колебаний зондового датчика на резонансной частоте была не менее 10 нА; частота выходного сигнала генератора будет установлена равной резонансной частоте зонда.

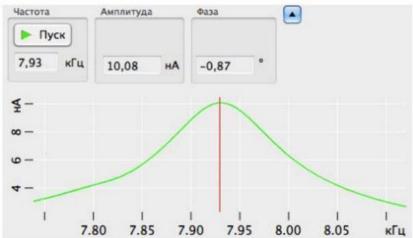


Рис. 2. Частота генератора установлена равной резонансной частоте зондового датчика; амплитуда колебаний зонда установлена равной 10 нА

- 7. Подведите образец к зонду:
- а. Откройте окно видеокамеры кнопкой.
- b. Откройте окно подвода кнопкой . Подведите образец к зонду до расстояния, при котором на изображении появится отражение зонда. Для этого, наблюдая за зондом по изображению с видеокамеры, нажмите кнопку . Остановите подвод повторным нажатием кнопки .
 - с. Замкните цепь обратной связи ().
 - d. Задайте начальные значения параметров: Раб. Точка 8; Усиление 1.
- е. Откройте окно осциллографа. Выберите сигнал Мад из списка Сигналы. Запустите осциллограф кнопкой .
 - f. Запустите процедуру подвода кнопкой.
- g. Если после окончания подвода возникла генерация (амплитуда колебаний Маg больше, чем ~5 % от начального сигнала Маg), уменьшите Усиление до 0.5÷0.7

от значения при котором генерация исчезает.

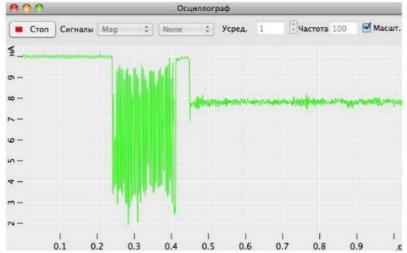


Рис. 3. Окончание процесса подвода. Генерация отсутствует

Предварительное сканирование

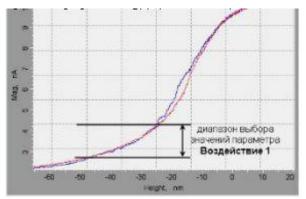
- 1. Откройте окно операций. Перейдите на вкладку сканирования. В списке метод выберите метод Тородгарhy.
 - 2. Задайте параметры сканирования.
- 3. Выберите область сканирования (кнопка .). Проверьте, что в пределах выбранной области сканирования зонд всюду достает до поверхности и нигде не «врезается» в нее.
 - 4. Запустите сканирование. Дождитесь окончания сканирования.

Подбор параметров литографии

- 1. Перейдите на вкладку спектроскопии.
- 2. Из списка Mode выберите метод Mag(Z).
- 3.Задайте диапазон изменения удлинения Z-трубки сканера.
- 4.Выбрали точку проведения измерений рядом с участком, на котором предполагается проводить литографию.



Образец до литографии



Выбор значения параметра Воздействие

5.Запустите измерения.

6.По полученной кривой определили значение силы воздействия зонда в точках, соответствующих черным точкам шаблона — параметр Воздействие. Значение силы воздействия следует выбирать в пределах нижнего перегиба графика Mag(z).

Векторная силовая литография

- 1. Выберите векторный способ литографии, нажав кнопку Вектор.
- **2.** На выбранном участке изображения поверхности задайте положение и размер объектов шаблона литографии с помощью инструментов Панели инструментов шаблона литографии.
 - 3. На дополнительной панели задайте параметры литографии.
- **4.** В поле Воздействие на панели управления задайте силу, с которой зонд будет воздействовать на поверхность образца при движении по линиям шаблона. Значение силы воздействия выбирается по результатам спектроскопии Mag(z).
 - 5. Запустили процесс литографии.
- **6.** После окончания литографии просканировали участок поверхности образца, на котором была выполнена литография.



Образец после литографии

Контрольные вопросы

- 1. Что такое сканирующая зондовая литография? Расскажите об основных ее видах.
- 2. Назовите критерии выбора образцов для проведения динамической силовой лито-

графии.

Критерии оценки (в баллах)

Приведен полностью правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, правильно решенные задания и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов
Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков
Нет правильно оформленного отчета

10 баллов

0 баллов

Участие в конференциях, публикация статей

1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0
	Работа носит исследовательский характер	1
Использование известных	Не использует никаких данных	0
данных и научных фактов	Использованы научные данные	1
Полнота цитируемой литера-	Использован учебный материал	0
туры, ссылка на ученых	Использованы специализированные изда-	1
	ния или интернет ресурсы	
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуаль-	0
	ным	
	Представленная работа привлекает инте-	1
	рес своей актуальностью	
Степень новизны полученных	Работа не содержит ничего нового	0
результатов	В работе доказан уже установленный	1
	факт или получены новые данные	

2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	=	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые момен	ты, представленные	
на слайдах -		1 балл
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с а	удиторией, речь от-	
личается богатством интонаций -		1 балл

Вопросы к зачету:

- 1. Что такое металлизация?
- 2. Как происходит газовое травление?
- 3. Какие есть методы плазменного травления?
- 4. Какой средний пробег ионов?
- 5. Модульный принцип

Примерные темы для рефератов:

- 1. Требования к монокристаллам в электронике.
- 2. Требуемые размеры, структурные и электрические свойства.
- 3. Характеристика основных методов выращивания монокристаллов.
- 4. Метод Бриджмена.

- 5. Метод Чохральского.
- 6. Метод бестигельной зонной плавки.
- 7. Сравнение свойств кристаллов кремния, выращенных по методу Чохральского и бестигельной зонной плавки
- 8. Рост монокристаллов кремния

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

- 1. Салихов, Р.Б. Основы технологии электронной компонентной базы [Электронный ресурс] : практикум / Р.Б. Салихов .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2018 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ.— . <URL: https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Salihov_Osnovy tehnologii elektr komponent bazy_pr_2018.pdf>.
- 2. Астахов, В.П. Основы технологии электронной компонентной базы : практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Астахов, С.А. Леготин, К.А. Кузьмина. Электрон. дан. Москва : МИСИС, 2016. 53 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93644.

Дополнительная литература:

3. Рабинович, О.И. Основы технологии электронной компонентной базы. Методы контроля характеристик материалов в технологических процессах получения тонкопленочных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Рабинович, Д.Г. Крутогин. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2013. — 42 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/47468.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

Ресурсы Интернет

- 1. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/
- 1. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru/
- 2. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
- 3. Российский портал «Открытого образования» http://www.openet.edu.ru
- 4. www.affp.mics.msu.su

6	Электронно- биб- лиотечная систе- ма «ЭБ БашГУ»	ка учеоных и науч- ных электронных изданий, которая включает издания	Авторизованный доступ по паро- лю из любой точки сети Ин- тернет	ке баші У,	
---	---	---	--	------------	--

7	оиолиотечная система «Универ-	ульбину и паулину	Авторизованный доступ по паро- лю из любой точки сети Ин- тернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	http://www.biblioclub.ru/
8	библиотечная	учебных и научных	,		http://e.lanbook.com/
	ства «Лань»	ний	точки сети Ин- тернет	дальнейший доступ из любой точ- ки сети Ин- тернет	

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Типы аудиторий	Наименование учебных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудования	Лицензионное программное обеспечение
1	2	3	4
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Аудитория №415	Оборудование: доска, учебная мебель, проектор	Лицензионноепрограммноеобеспечение:1. Windows 8 Russian;
	Аудитория №408 Лаборатория материалов электронной техники	Оборудование: учебная мебель, доска аудиторная, генератор сигналов ГЗ-102, генератор GFG-8215A, измеритель добротности Е4-11, монитор 17 «Samsung 783 DF», монитор 17 «Samsung 783 DF», монитор 15 «LG 1530S Flatron», монитор 17 «Samsung 793 MB», монитор 15 «LG 575e, TCO»99, мост точный ВМ-401E, нановольтамперметр Р 341, насос ротационный РВ-5/2A, осциллограф С1-68, осциллограф С1-83, осциллограф С1-83, осциллограф GOS-620, потенциометр КСП-4, потенциометр КСП-4, потенциометр Р 363-3, принтер SAMSUNG ML-1615 лазерный, системный блок компьютера Intel Celeron, системный блок компьютера Celeron-D 326, станок	Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная. Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование: 1. Moodle «Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle - http://www.gnu.org/licenses/gpl.html > Перевод лицензии для системы Moodle http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf>>

Поможение или	Humony week and	сверлильный 2М 112, сушилка лабораторная вакуумная СПТ-200, шкаф сушильный SPT-200	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационнообразовательной среде Организации	Читальный зал № 2	Оборудование: учебный и научный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; ПК (моноблок) - 8 шт.; количество посадочных мест - 80	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Основы технологии электронной компонентной базы на 5-6 семестрах (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

	Объе	м дисципл	ины	
Вид работы	5 ce-	5 се- 6 се- обще		
	местр	местр	оощее	
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)		6/216		
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,7	33,2	69,9	
лекций	18	16	34	
практических/ семинарских		-		
лабораторных	36	32	68	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учеб-	0,7	1,2	1,9	
ной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с пре-				
подавателем) (ФКР)				
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	17,3	<u>58,8</u>	<u>76,1</u>	
Учебных часов на подготовку к экзаме-	<u>0</u>	36	36	
ну/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)				

Форма(ы) контроля: экзамен_6 семестр зачет 5 семестр

Реферат 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по само- стоятельной ра- боте студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)	
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1: Основы технологии инте- гральных схем	9	-	9	3,3			
1.	Выращивание кристаллов для интегральной электроники. Формирование кремниевых пластин для электроники	3	-	3	2	[1] §1.1 -§1.3	подготовка к лаб. работе	проверка отчѐтов лаб.работ,
2.	Основные сведения о молекулярно-лучевой эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия кремния.	3	-	3	2	[1] §3.1 – 3.3	подготовка к лаб. работе	проверка отчетов лаб.работ, тест
3.	Литографические процессы. Травление. Техника масок.	3	-	3	2	[1] § 1.5 - 1.6	подготовка к лаб. работе	Отчет к лаб.раб
	Модуль2: Эпитакси- альные планарные структуры	9	-	9	2			
4.	Метод диффузии в производстве полупроводниковых при-	3	-	3	2	[1] §1.4	составление от- чета	проверка отчѐтов лаб.работ,

	боров. Метод ионной имплантации примеси в полупроводниковую пластину							
5.	Изобретение планарной технологии. Структура и топология ИС в КМОП технологии. Технологическая схема кремниевой планарной технологии	3	-	3	2	[1] § 2.1 - 2 .3	составление отчета	проверка отчѐтов лаб.работ,
6.	Основные технологические циклы при формировании слоев. Химико— механическая планаризация (СМР). Завершающие операции при производстве ИС	3	-	3	2	[1] § 2.4 - 2.5	подготовка к тес- ту	Отчет к лаб.раб, тест, коллоквиум
	Всего часов:	18	-	36	17,3			

6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по са- мостоятельной работе студентов Всего	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
					1 JIK 29

		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	1	2	3	4
	Модуль 1: Методы анализа поверхно- сти	8	-	4	8,8			
1	Чистота поверхности и способы ее достижения. Методы анализа поверхности при зондировании электронами. Дифракция электронов.	4	-	4	10	[1] § 5.1 - 5.3	подготовка к лаб. работе	проверка отчѐтов лаб.работ, тест
2	Электронная микроскопия. Принцип работы. Режимы работы. Разновидности РЭМ.	4	-	4	10	[1] §9.1-9.4	составление от- чета	Отчет к лаб.раб ; коллоквиум
	Модуль 2: Химиче- ский анализ по- верхности	8	-	4	10			
5	Электронная Ожеспектроскопия. Эффект Оже. Регистрация ожеэлектронов. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.	4	-	8	10	[1] §6.1- 6.3, §7.1- 7.4	подготовка к лаб. работе и со- ставление отчета	проверка отчѐтов лаб.работ,
6	Масс-спектрометрия вторичных ионов. Вторично-ионные	4	-	8	10	[1] §8.1- 8.4	подготовка к коллоквиум	Отчет к лаб.раб, коллоквиум

масс спектрометры.						
Проведение количе-						
ственного анализа.						
Всего часов:	16	-	32	58,8		

Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Основы технологии электронной компонентной базы Направление 11.03.04 электроника и наноэлектроника Профиль Электронные приборы и автоматизированные системы

- 1. Эпитаксия. Термическое окисление.
- 2. Электронная оже-спектроскопия. Эффект Оже.

Заведующий кафедрой

Салихов Р.Б./