

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет физико-технический



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.5.1 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Нанотехнологии в электронике

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника.

Программу составил:

И.С. Петриев доцент кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. техн. наук

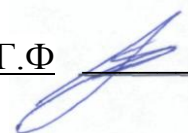


подпись

Рабочая программа дисциплины

«Основы технологии электронной компонентной базы» утверждена
на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 9 « 02 » мая 2017 г.

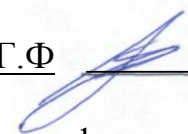
Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий Копытов Г.Ф.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и
нанотехнологий

протокол № 9 «2» мая 2017 г.

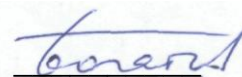
Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий Копытов Г.Ф.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-
технического факультета

протокол № 6 «16» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



Рецензенты:

А.А. Басов, доктор медицинских наук, профессор кафедры фундаментальной
и клинической биохимии КубГМУ

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных
технологий КубГУ, д-р физ.-мат. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» является обеспечение профессиональной подготовки будущих специалистов, способных квалифицированно осуществлять эксплуатацию и проектирование электронных приборов.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи:

- получение базовых знаний в области микро- и нанотехнологических процессов создания в объеме или на поверхности твердого тела – подложки элементов и компонентов современной интегральной компонентной базы;
- приобретение навыков контроля и управления технологическими режимами изготовления электронных компонентов;
- овладение умением проектирования технологических процессов производства электронных компонентов;
- применение полученных знаний, навыков и умений в последующей профессиональной деятельности;
- развивать у обучающихся интегративный стиль мышления, эмоционально-волевые качества, познавательный интерес к новым разработкам в различных областях электроники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы» в цикл дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.04.01) и изучается студентами 4 курса бакалавриат во 2–м учебном семестре.

Для изучения дисциплины необходимо знание дисциплин университетского курса «Физика», «Химия», «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Физика полупроводников», «Физика наноразмерных систем», «Электроника». На основе этого предмета изучаются частные вопросы дисциплины «Нанoeлектроника» и возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных, профессиональных компетенций (ОПК, ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности	особенности использования нормативной документации по технологии производства изделий электроники,	работать с нормативной документацией по технологии производства изделий электроники, микро- и	информационными технологиями по поиску нормативной документации по технологии производства

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			микро- и наноэлектроники.	наноэлектроник и.	изделий электроники, микро- и наноэлектроник и.
2.	ПК8	способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	технологии производства материалов и изделий электронной техники.	составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов сборки изделий.	навыками выполнения технологических операций по подготовке и проведению технологических процессов при производстве и использовании материалов и изделий электронной техники
3.	ПК15	способность к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования	характеристики и принципы работы измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства электронной компонентной базы.	производить операции по сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства электронной компонентной базы.	новыми технологиями, обеспечивающими эффективное сервисное обслуживание измерительного, диагностического, технологического оборудования.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		8			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	66	66			
Занятия лекционного типа	22	22	-	-	-
Лабораторные занятия	44	44	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			

Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		47	47			
Самостоятельное изучение разделов		11	11,75	-	-	-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)		14	11,75	-	-	-
Домашняя работа		12	11,75	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		10	11,75	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144	-	-	-
	в том числе контактная работа	70,3	70,3			
	зач. ед	4	4			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы.	22	4	-	9	9
2.	Операции планарно-эпитаксиальной технологии.	22	4	-	8	10
3.	Эпитаксиальные процессы.	22	4	-	9	9
4.	Литографические процессы.	21	4	-	8	9
5.	Методы формирования легированных областей в полупроводниковых подложках.	26	6	-	10	10
	Итого по дисциплине: + КСР 4 + ИКР 0,3+ Контроль 26,7= 144 часа	113	22	-	44	47

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы.	Понятие технологического процесса, как последовательности стадий обработки материалов. Понятие лимитирующей стадии технологического процесса. Основные технологические параметры, влияющие на скорость, направления процесса и	Проверка конспекта

		выход готовой продукции. Понятие основных и вспомогательных технологических операций, понятие технологического маршрута.	
2.	Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы.	Технологический процесс производства электронных средств как термодинамическая система. Химическая термодинамика технологических процессов.	Вопросы по конспекту
3.	Операции планарно-эпитаксиальной технологии.	Классификация операций планарно-эпитаксиальной технологии в зависимости от характера воздействия на используемые материалы. Роль и место процессов очистки в технологии микро- и нанoeлектроники. Типы загрязнений подложек в технологии микро- и нанoeлектроники. Специфика комплексной очистки на различных стадиях технологического процесса. Адсорбционные процессы на поверхности твердых тел. Адгезия пленок. Особенности протекания химических реакций на поверхности раздела двух фаз. Рекомендации по оптимальному использованию жидкостных и сухих методов очистки. Типовые рецептуры жидкостных отмывочных сред и газовых смесей, используемых на производстве. Методы контроля чистоты поверхности.	Групповой опрос по изучаемой теме
4.	Операции планарно-эпитаксиальной технологии.	Понятие эпитаксиального процесса как основной технологической операции планарной технологии. Классификация эпитаксиальных процессов по типу растущего эпитаксиального слоя: гомоэпитаксия (автоэпитаксия), гетероэпитаксия, хемоэпитаксия, по способу его получения: газофазная, жидкостная, молекулярно-пучковая эпитаксии, эпитаксия их металл-органических соединений. Особенности, области применения и физико-химическая сущность каждого из классификационных типов эпитаксиальных процессов.	Индивидуальный опрос по изучаемой теме
5.	Операции планарно-эпитаксиальной технологии.	Легирование растущих эпитаксиальных слоев. Основные методы контроля толщины эпитаксиальных слоев. Назначение и место слоев диоксида, нитрида, карбида и оксинитрида кремния, в также	Проверка конспекта

		примесно-силикатных стекол и технологии микро- и наноэлектроники.	
6.	Эпитаксиальные процессы.	Возможности различных типов диэлектрических пленок выполнять функции маскирующих, изолирующих и пассивирующих слоев в зависимости от их толщины, химического строения и технологии получения. Сравнительный анализ и физико-химическая сущность процессов формирования диэлектрических слоев за счет материала кремниевой подложки (термическое и плазменное окисление кремния), а также за счет осаждения материала слоя, поступающего из газовой фазы (пиролитическое и плазмохимическое осаждение).	Вопросы по конспекту
7.	Эпитаксиальные процессы.	Факторы, влияющие на скорость роста пленки и ее физико-электрические параметры (плотность, диэлектрическую постоянную, удельное сопротивление, электрическую прочность, упругие напряжения в слое, количество дефектов и проколов). Рекомендации по оптимальному проведению процессов формирования диэлектрических слоев на различных этапах технологического процесса. Методы контроля толщины и электрических параметров диэлектрических слоев.	Групповой опрос по изучаемой теме
8.	Литографические процессы.	Назначение и место литографических процессов в технологии полупроводниковых приборов, ИМС и печатных (коммутационных) плат. Фотолитография как непрерывный цикл последовательных операций нанесения, сушки, экспонирования, проявления и задубливания фоторезиста с последующим формированием маски в технологическом слое. Понятие технологического слоя. Физико-химическая сущность и технологические параметры проведения процессов литографического цикла. Основные законы фотохимии, физико-химические свойства и типы фоторезистов, способы совмещения фотошаблона с подложкой, особенности экспонирования и основные источники возникновения брака при фотолитографии.	Индивидуальный опрос
9.	Литографические процессы.	Фотошаблоны, требования к ним, методы изготовления фотошаблонов, удаление	Проверка конспекта

		фоторезиста. Усовершенствования традиционного способа фотолитографии, литография в жестком ультрафиолете, многослойные пленки резистов, обратная фотолитография. Электролитография, рентгенолитография, ионолитография, их области применения, преимущества (недостатки) по сравнению с фотолитографией, особенности резистов и шаблонов, стереолитография, нанолитография.	
10.	Методы формирования легированных областей в полупроводниковых подложках.	Процессы формирования легированных областей в полупроводниковых подложках методом термической диффузии, классификация процессов высокотемпературной диффузии, области применения высокотемпературной диффузии, преимущества и недостатки. Физические основы процесса диффузии, факторы, влияющие на эффективность внедрения примеси в объем полупроводниковых материалов, механизмы высокотемпературной диффузии, модели диффузионных процессов, критерии выбора диффузентов.	Устный опрос
11.	Методы формирования легированных областей в полупроводниковых подложках.	Ионное внедрение примеси в объем полупроводниковых подложек, источники ионов, системы формирования и сепарации ионных пучков, профиль распределения внедренных ионов, применения ионного легирования в технологии микро- и нанoeлектроники; термический и корпускулярно-лучевой отжиг; сравнительный анализ процессов ионного легирования и высокотемпературной диффузии. Методы контроля глубины залегания легированных областей и профиля распределения внедренной примеси.	Проверка конспекта

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	«Создание технологической карты производства микроэлектронного компонента».	
2.	«Процессы комплексной очистки подложек и пластин».	

	«Процессы планарно-эпитаксиального наращивания слоев полупроводниковых материалов».	
3.	«Получение и анализ микроструктуры тонких пленок нитрида и оксида кремния методом плазменного напыления».	
4.	«Технологические процессы и методы и изготовления фотошаблонов». «Технологические процессы фотолитографического цикла».	
5.	«Легирование слоя поликристаллического кремния алюминием».	
6.	«Получение защитных пленок диоксида кремния термическим окислением кремния».	
7.	«Изготовление фотошаблонов-оригиналов мультипликацией единичного рисунка».	
8.	«Получение рисунка на пластине кремния с помощью фотолитографии».	
9.	«Получение р-п переходов диффузионным легированием».	
10.	«Получение омических контактов термическим испарением металлов в вакууме».	
11.	«Изучение конструктивных элементов корпусов полупроводниковых приборов и ИМС».	

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Все разделы	1. Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241055
2		2. Кузовкин, В.А. Электроника. Электрофизические основы, микросхемотехника, приборы и устройства : учебник / В.А. Кузовкин. - Москва : Логос, 2011. - 328 с. - (Новая Университетская Библиотека). - ISBN 5-98704-025-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89796
3		3. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325 .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций. В рамках практических занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения свойств наносистем, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.2 Примеры заданий для домашней работы

1. Предложите и обоснуйте схему технологической карты создания кремниевого диода на основе структуры Шоттки.
2. Предложите и обоснуйте схему технологической карты создания германиевого туннельного диода.
3. Предложите и обоснуйте схему технологической карты создания детекторного фотодиода для ближнего ИК-диапазона.

4. Предложите и обоснуйте схему технологической карты создания детекторного фотодиода для ближнего УФ-диапазона.
5. Предложите и обоснуйте схему технологической карты создания тонкопленочного емкостного устройства.

4.1.3 Примеры вариантов контрольных работ, тестов

Контрольная работа по разделу «Литографические процессы».

1. Каково назначение и место литографических процессов в технологии производства современных полупроводниковых приборов?
2. Каковы основные операции фотолитографии?
3. Каковы основные операции электронной литографии?
4. Каковы основные операции рентгеновской литографии и ионной литографии?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Техпроцессы в микроэлектронике.
2. Классификация операций планарно-эпитаксиальной технологии в зависимости от характера воздействия на используемые материалы, цели операции и конечного результата.
3. Назначение операций очистки в технологии микроэлектроники, типы загрязнений и их источники.
4. Общая классификация методов очистки подложек, их назначение и возможности. Преимущества и недостатки различных методов очистки подложек.
5. Жидкостная очистка подложек в технологии микроэлектроники: их назначение, возможности, преимущества и недостатки.
6. Понятие полирующих, селективных и анизотропных травителей.
7. Классификация, возможности, преимущества и недостатки сухих методов обработки подложек при их очистке.
8. Эпитаксиальное наращивание полупроводниковых слоев. Определение эпитаксиального наращивания слоев.
9. Понятие гомоэпитаксии (автоэпитаксии), хемоэпитаксии, гетероэпитаксии.
10. Физико-химическая сущность газофазной эпитаксии. Факторы, от которых зависит скорость роста эпитаксиального слоя и его качество. Обобщенная структурная схема установки газофазной эпитаксии.
11. Физико-химическая сущность процессов автолегирования при реализации газофазного наращивания эпитаксиальной пленки. Преимущества и недостатки автолегирования.
12. Жидкофазная эпитаксия: определение, назначение, область применения, преимущества и недостатки.
13. Общая классификация, номенклатура и назначение маскирующих, изолирующих и пассивирующих слоев, используемых в технологии микроэлектроники.
14. Назначение и примеры использования тонких пленок SiO_2 в технологии микроэлектроники.

15. Назначение и примеры использования тонких пленок Si_3N_4 в технологии микроэлектроники.
16. Назначение и примеры использования пленок и слоев поликристаллического кремния и карбида кремния в технологии микроэлектроники.
17. Физико-химическая сущность термического окисления кремния для целей создания тонких пленок SiO_2 . Промышленная реализация процесса получения пленок SiO_2 .
18. Физико-химическая сущность пиролитического и плазмохимического осаждения пленок SiO_2 .
19. Свойства и назначение пленок «нитрида кремния», применяемых в технологии микроэлектроники. Методы получения пленок нитрида кремния: прямое азотирование, пиролитическое осаждение, нитрирование галогенидов кремния.
20. Методы получения, структура и свойства поликристаллических пленок кремния, применяемых в технологии микроэлектроники. Преимущества и недостатки гидридного и хлоридного методов.
21. Понятие литографического процесса в технологии микроэлектроники. Определение, возможности литографии, достоинства и недостатки, стадии литографической обработки как последовательности основных и вспомогательных технологических операций.
22. Классификация литографических процессов: в зависимости от способа переноса изображения на подложку, в зависимости от типа используемого резиста, в зависимости от длины волны используемого излучения.
23. Назначение фоторезистов и их типы, применяемых в технологии изготовления различных типов микросхем и печатных плат.
24. Физико-химическая сущность экспонирования и проявления различных типов фоторезистов.
25. Основные методы нанесения и сушки фоторезиста.
26. Операции совмещения и экспонирования при реализации литографического процесса в технологии микроэлектроники.
27. Назначение и реализация операций сушки при проведении литографической обработки полупроводниковых пластин в технологии микроэлектроники.
28. Назначение и место операций травления в планарно-эпитаксиальной технологии формирования микроэлектронных структур.
29. Физико-химическая сущность химического травления технологических слоев в технологии микроэлектроники. Примеры технологических слоев и способы их жидкостного травления.
30. Классификация методов безжидкостного травления технологических слоев в технологии микро- и нанoeлектроники.
31. Назначение и место операций плазмохимического травления различных материалов в технологии микроэлектроники.
32. Назначение и место лучевых технологий при обработке подложек в технологии микро- и нанoeлектроники.
33. Назначение и место лучевых технологий при обработке подложек в технологии микро- и нанoeлектроники. Конструкции, назначение и принцип действия источника ионов с ВЧ индуктором и ионного источника Пеннинга.

34. Назначение и место лучевых технологий при обработке подложек в технологии микро- и нанoeлектроники. Конструкции, назначение и принципы действия ионных источников Нильсена и Морозова.
35. Способы удаления слоя фоторезиста с подложки: сравнительная характеристика различных способов с указанием последовательности операций, используемого оборудования и материалов (сырья).
36. Понятие проекционной и контактной фотолитографии. Оптические эффекты при фотолитографии.
37. Электронолитография: определение, особенности реализации, преимущества и недостатки по сравнению с фотолитографией.
38. Электронорезисты: их характеристики (чувствительность, контраст, разрешающая способность, плазмостойкость, температура стеклования, кроющая способность) и методы их контроля.
39. Механизмы и закономерности реализации электронно-лучевой литографии. Зависимости формы клина проявления на различных по толщине слоях электронорезиста.
40. Рентгенолитография: определение, особенности реализации, преимущества и недостатки по сравнению с фотолитографией и электронолитографией
41. Технология изготовления рентгеношаблонов. Требования, предъявляемые к рентгеношаблонам.
42. Обобщенная характеристика оборудования для рентгенолитографии: блок схема установки, требования, предъявляемые оборудованию, основные конструкционные узлы.
43. Характеристика методов, используемых в технологии микро- и нано- электроники, для создания в объеме полупроводниковой пластины участков с заданной величиной удельного сопротивления.
44. Высокотемпературная диффузия. Назначение и характеристика метода. Механизмы диффузии примеси в полупроводник.
45. Высокотемпературная диффузия. Виды и источники легирующих примесей, используемые в современной технологии микроэлектроники. Модели распределения примеси при диффузии.
46. Способы проведения двухстадийной высокотемпературной диффузии примеси в полупроводник.
47. Характеристика технологического оборудования для проведения диффузии в «открытой трубе» и в замкнутом объеме (ампульный и бокс методы).
48. Общая классификация и виды дефектов, возникающих при реализации высокотемпературной диффузии примеси в объем полупроводника и пути их устранения.
49. Ионное внедрение примеси в объем полупроводника. Назначение, возможности и области применения данной технологической операции.
50. Классификация оборудования для ионного внедрения примеси в объем полупроводника. Конструкционное оформление установок ионного внедрения (имплантации, легирования) и назначение отдельных блоков.

(ФГБОУ ВО «КубГУ»)
Кафедра радиофизики и нанотехнологий
11.03.04 Электроника и микроэлектроника
2017–2018 уч.год

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Техпроцессы в микроэлектронике.
2. Основные методы нанесения и сушки фоторезиста.

Зав. кафедрой
теоретической физики и компьютерных технологий
д.ф.-м. н., проф.

Копытов Г.Ф.

Оценка знаний на экзамене производится по следующим критериям:

- оценка «отлично» выставляется, если студент глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241055>

2. Кузовкин, В.А. Электроника. Электрофизические основы, микросхемотехника, приборы и устройства : учебник / В.А. Кузовкин. - Москва : Логос, 2011. - 328 с. - (Новая Университетская Библиотека). - ISBN 5-98704-025-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89796>

3. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах

5.2 Дополнительная литература:

1. Нанотехнологии в электронике / . - Москва : Издательство Техносфера, 2013. - Вып. 2. - 686 с. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468347>

2. Трубникова, В. Электротехника и электроника / В. Трубникова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра теоретической и общей электротехники. - Оренбург : ОГУ, 2014. - Ч. 1. Электрические цепи. - 137 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330599>

3. Чернышова, Т.И. Общая электротехника и электроника : учебное пособие / Т.И. Чернышова, Н.Г. Чернышов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 2. - 84 с. : табл., схем., ил. - Библиогр.: с. 64-65. - ISBN 978-5-8265-1083-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437080>.

4. Подготовка к интернет-тестированию по дисциплине «Электротехника и электроника» : учебно-методическое пособие / А.Ш. Мухтаров, Ю.Г. Соколов, А.В. Толмачева, И.Р. Хайруллин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 168 с. : табл., граф., схем. - Библиогр.: с. 159. - ISBN 978-5-7882-1593-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428040>.

5. Нейман, В.Ю. Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие / В.Ю. Нейман, Н.А. Юрьева, Т.В. Морозова ; под ред. Л.В.

Неймана. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - Ч. 4. Трехфазные цепи и методы их анализа. - 100 с. - ISBN 978-5-7782-2244-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228978>

6. Земляков, В.Л. Электротехника и электроника : учебник / В.Л. Земляков ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет", Факультет высоких технологий. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2008. - 304 с. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9275-0454-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241108>.

7. Смирнов, С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем : учебное пособие / С.В. Смирнов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 115 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208659>.

8. Орликов, Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие / Л.Н. Орликов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра электронных приборов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 2. - 101 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209016>.

9. Камлюк, В.С. Технологическое оборудование для микроэлектроники : учебное пособие / В.С. Камлюк, Д.В. Камлюк. - Минск : РИПО, 2014. - 391 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-369-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463615>.

10. Белоус, А.И. Космическая электроника : научное издание : в 2 кн. / А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. - Москва : Техносфера, 2015. - Кн. 2. - 1184 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-402-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443317>

5.3. Периодические издания:

1. Научно-теоретический журнал «Физика твердого тела».
2. Научно-теоретический журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики».
3. Научно-теоретический журнал «Письма в ЖЭТФ».
4. Научный обзорный журнал «Успехи физических наук».
5. Научно-производственный журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство».
6. Научно-технический обзорный журнал «Российские нанотехнологии».
7. Междисциплинарный научно-технический журнал «Нано- и микросистемная техника».

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
2. Электронный журнал "Квантовая электроника": <http://www.quantum-electron.ru>
3. Электронный журнал «Современная электроника»: <http://www.soel.ru/>
4. Электронный журнал "Электроника: НТБ": <http://www.electronics.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Рекомендуется сразу же после окончания лекций, практических занятий просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса.

В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекционной или практической занятии с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

(Не предусмотрено)

8.1 Перечень информационных технологий.

(Не предусмотрено)

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

(Не предусмотрено)

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
3. Электронный каталог (212.192.128.113/marcweb/index.asp)
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (<http://e.lanbook.com>)
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция (www.biblioclub.ru)
6. Электронная библиотечная система «ibooks.ru» – коллекция для высшего профессионального образования (<http://ibooks.ru>)
7. Электронная библиотечная система «Znaniium.com» – по заявкам преподавателей КубГУ доступны полные тексты коллекции (<http://znaniium.com>)
8. Полнотекстовые образовательные и научные базы данных: перечень, описание и условия доступа (www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран) (ауд.320С)
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран)(ауд.320С). Компьютерный класс, оборудованный техническими средствами обучения (16 рабочих станций, лаборантская машина и два сервера. Все компьютеры подключены к локальной сети)(ауд.320С)
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория ауд.320С
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.320С)