

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

20 апреля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.12 ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ**

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.12 «Технологии производства электронной компонентной базы» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Направленность «Нанотехнологии в электронике» (академический бакалавриат)

Программу составил:

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



подпись

Рабочая программа дисциплины «Технологии производства электронной компонентной базы» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий  
протокол № 7 «14» апреля 2021г.  
Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий  
протокол № 7 «14» апреля 2021г.  
Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета  
протокол № 13 «16» апреля 2021г.  
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

1.Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

2.Гаврилов А.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ)

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью дисциплины «Технологии производства 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 «Технологии производства электронной компонентной базы» в цикл дисциплин по выбору (Б1.В.12) 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 компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-8	студент обладает способностью использовать нормативные документы в своей деятельности	особенности использования нормативной документации по технологии производства изделий электроники, микро- и нанoeлектроник и	работать с нормативной документацией по технологии производства изделий электроники, микро- и нанoeлектрони ки	информацион ными технологиями по поиску нормативной документации по технологии производства изделий электроники, микро- и нанoeлектрони ки

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
					ки
2.	ПК-8	студент обладает способностью 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.	ПК-15	студент обладает способностью 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		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>64,3</b>	<b>64,3</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		
Занятия лекционного типа	20	20		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–	–		
Лабораторные занятия	40	40		
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3		

<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>35,8</b>	<b>35,8</b>		
Курсовая работа		–	–		
Самостоятельное изучение разделов		8	8		
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)		10	10		
Домашняя работа		9,8	9,8		
Подготовка к текущему контролю		8	8		
<b>Контроль:</b>		<b>26,7</b>	<b>26,7</b>		
подготовка к зачету и экзамену		26,7	26,7		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>64,3</b>	<b>64,3</b>		
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		

## 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	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы	20	2		8	10
2	Операции планарно-эпитаксиальной технологии	24	4		8	12
3	Эпитаксиальные процессы	21	4		6	11
4	Литографические процессы	22	4		8	10
5	Методы формирования легированных областей в полупроводниковых подложках	26	6		10	10
	<b>Итого по дисциплине:</b>	<b>103</b>	<b>20</b>		<b>40</b>	<b>43</b>

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	Проверка конспекта

		<p>на скорость, направления процесса и выход готовой продукции.</p> <p>Понятие основных и вспомогательных технологических операций, понятие технологического маршрута.</p>	
2.	<p>Введение.</p> <p>Технологические процессы создания электронной компонентной базы.</p>	<p>Технологический процесс производства электронных средств как термодинамическая система. Химическая термодинамика технологических процессов.</p>	<p>Вопросы по конспекту</p>
3.	<p>Операции планарно-эпитаксиальной технологии.</p>	<p>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.</p>	<p>Групповой опрос по изучаемой теме</p>
4.	<p>Операции планарно-эпитаксиальной технологии.</p>	<p>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.</p>	<p>Индивидуальный опрос по изучаемой теме</p>
5.	<p>Операции планарно-эпитаксиальной технологии.</p>	<p>Легирование растущих эпитаксиальных слоев. Основные методы контроля толщины эпитаксиальных слоев. Назначение и место слоев диоксида, нитрида, карбида и оксинитрида кремния, в также примесно-силикатных стекол и технологии микро- и нанoeлектроники.</p>	<p>Проверка конспекта</p>
6.	<p>Эпитаксиальные процессы.</p>	<p>Возможности различных типов диэлектрических пленок выполнять функции маскирующих, изолирующих и пассивирующих слоев в</p>	<p>Вопросы по конспекту</p>

		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).	
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 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.	Проверка конспекта
10.	Методы	Процессы формирования легированных областей в	Устный опрос

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



ЛР – защита лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются в НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-8, ПК-8, ПК-15.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану по данной дисциплине не предусмотрены курсовые работы (проекты).

## 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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241055">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241055</a>
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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89796">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89796</a>
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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443325">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443325</a> .

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 дисциплины 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 процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- домашние задания;
- проблемные задания;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные опросы;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках лабораторных 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 физико-химических свойств наноструктур различных типов, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- лекция-пресс-конференция;
- лекция-беседа;
- организационно-личностная игра.

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

#### **Интерактивные образовательные технологии**

<b>Семе стр</b>	<b>Вид занятия</b>	<b>Используемые интерактивные образовательные технологии</b>	<b>Количес тво часов</b>

Лекция № 1. Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы.	<b>Лекция-пресс-конференция.</b> Технологический процесс.	2
Лекция №2-3. Операции планарно-эпитаксиальной технологии.	<b>Лекция-пресс-конференция.</b> 1. Процессы микро- и нанотехнологий наноэлектроники. 2. Методы контроля толщины эпитаксиальных слоев.	4
Лекция №4-5. Эпитаксиальные процессы.	<b>Лекция-пресс-конференция.</b> 1. Диэлектрические пленки в ИС. Методы их получения. Технологии изготовления гибридных ИС. 2. Факторы, влияющие на удельное сопротивление пленки.	4
Лекция № 6-7. Литографические процессы.	<b>Лекция-беседа.</b> 1. Технология литографических процессов. 2. Фотолитография. Изготовление фотошаблонов, методы уменьшения технологической нормы. Совмещение шаблонов с подложкой.	4
Занятие лабораторного типа № 1-3. Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы.	<b>Организационно-деятельностная игра на тему:</b> 1. «Создание технологической карты производства микроэлектронного компонента» 2. «Процессы комплексной очистки подложек и пластин». «Процессы планарно-эпитаксиального наращивания слоев полупроводниковых материалов».	6
<i>Итого:</i>		20

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

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: лекция-пресс-конференция, лекция-беседа, организационно-деятельностная игра, проверка конспекта, вопросы по конспекту, групповой опрос по изучаемой теме, индивидуальный опрос по изучаемой теме, устный опрос, защита лабораторной работы.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

##### 4.1.1 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.

*Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:*

ОПК-8: знать особенности использования нормативной документации по технологии производства изделий электроники, микро- и нанoeлектроники.

ПК-8: знать технологии производства материалов и изделий электронной техники; уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения.

ПК-15: знать характеристики и принципы работы измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства электронной компонентной базы; владеть новыми технологиями, обеспечивающими эффективное сервисное обслуживание измерительного, диагностического, технологического оборудования.

*Критерии оценки:*

- оценка **«отлично»**: студент свободно отвечает на вопросы, активно участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки;

- оценка **«хорошо»**: студент отвечает на данные выше вопросы, участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; но присутствуют непродолжительные остановки и негрубые ошибки;

- оценка **«удовлетворительно»**: студент не дает полноценного связного ответа на вопрос, но коммуникативный замысел просматривается и в целом содержание можно считать верным, у студента присутствуют некоторые трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий; студент не владеет в достаточной степени навыком филологического анализа текстов романтизма и реализма;

- оценка **«неудовлетворительно»**: студент не дает связного ответа на вопрос или высказывания поверхностны и неясны, у студента трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий.

#### **4.1.2 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?

*Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:*

ОПК-8: уметь работать с нормативной документацией по технологии производства изделий электроники, микро- и нанoeлектроники.

ПК-8: знать технологии производства материалов и изделий электронной техники; уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения.

ПК-15: владеть новыми технологиями, обеспечивающими эффективное сервисное обслуживание измерительного, диагностического, технологического оборудования.

*Критерии оценки:*

Оценка **«зачтено»** ставится, если продемонстрирован достаточный уровень эрудированности студента, выводы и наблюдения самостоятельны, соблюдена культура устного и письменного изложения материала и в целом продемонстрированы знания и умения необходимых компетенций.

Оценка **«не зачтено»** ставится, если студент не может дать правильные ответы на 80% вопросов или не соблюдены хотя бы 2 из оставшихся требований.

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Технологии производства электронной компонентной базы» для направления подготовки для направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике».**

### 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), гетероэпитаксии, 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  $\text{SiO}_2$  в технологии микроэлектроники.
15. Назначение и примеры использования тонких пленок  $\text{Si}_3\text{N}_4$  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  $\text{SiO}_2$ . Промышленная реализация процесса получения пленок  $\text{SiO}_2$ .
18. Физико-химическая сущность пиролитического и плазмохимического осаждения пленок  $\text{SiO}_2$
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 нанoeлектроники, 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.

*Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:*

ОПК-8: знать особенности использования нормативной документации по технологии производства изделий электроники, микро- и наноэлектроники; уметь работать с нормативной документацией по технологии производства изделий электроники, микро- и наноэлектроники; владеть информационными технологиями по поиску нормативной документации по технологии производства изделий электроники, микро- и наноэлектроники.

ПК-8: знать технологии производства материалов и изделий электронной техники; уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения; владеть навыками выполнения технологических операций по подготовке и проведению технологических процессов при производстве и использовании материалов и изделий электронной техники.

ПК-15: знать характеристики и принципы работы измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства электронной компонентной базы; уметь производить операции по сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства электронной компонентной базы; владеть новыми технологиями, обеспечивающими эффективное сервисное обслуживание измерительного, диагностического, технологического оборудования.

### **Образец экзаменационного билета**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Кубанский государственный университет»**  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра радиофизики и нанотехнологий  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
2020–2021 уч.год

**Дисциплина «Технологии производства 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 лекционном или практическом 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.

### **Типовые задания для самостоятельной работы студентов**

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения
--------	---------------------------------	--------------	---------------------------------	------------------

				(недели)
1.	Введение. Технологические процессы создания электронной компонентной базы	10	Проверка конспекта. Вопросы по конспекту. Защита ЛР.	3
2.	Операции планарно-эпитаксиальной технологии	12	Групповой опрос по изучаемой теме. Индивидуальный опрос по изучаемой теме. Проверка конспекта. Защита ЛР.	4
3.	Эпитаксиальные процессы	11	Вопросы по конспекту. Групповой опрос по изучаемой теме. Защита ЛР.	4
4.	Литографические процессы	10	Индивидуальный опрос по изучаемой теме. Проверка конспекта. Защита ЛР.	3
5.	Методы формирования легированных областей в полупроводниковых подложках	10	Устный опрос. Проверка конспекта. Защита ЛР.	3
Итого:		53		17

**Занятия лекционного типа** являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

**Самостоятельная работа** содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память»,

«мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

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

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой, а также знать основные критерии для написания реферата или подготовки доклада, если семинар проходит в данной форме. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется

внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

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).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;
- создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в онлайн или оффлайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и

профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты лично-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;

- возрастает интенсивность учебного процесса;

- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;

- доступность учебных материалов в любое время;

- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

## **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).

2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).

3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

## **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](http://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](http://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. 227С)
2.	Лабораторные занятия	Научно-образовательный центр «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» КубГУ, оснащенный соответствующим исследовательским оборудованием.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской (ауд. 317С)
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. 208С)

<b>НОЦ «ДССН» КубГУ</b>		
<b>Лабораторные занятия по дисциплине:</b> «Технологии производства электронной компонентной базы»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебно-научной лаборатории:	Кол-во
	Персональные электронно-вычислительные машины:	3
	CPU с частотой более 2,4 ГГц, LCD	
	Microsoft Office 2003, 2010	3
	Операционная система Windows XP	3
	Вытяжные шкафы химические	2
	Электроплитки химические	2
	Электронные весы	1
	Сушильный шкаф	1
	Растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F	1
	Спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300	
Установка магнетронного	1	

	напыления Q150T ES	
	Установка для осаждения тонких пленок CCR Sopra Cube ISSA	1
	Микроинтерферометр МИИ-4М	1
	Рабочий стол	4
	Стулья	8