


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Х.М. БЕРБЕКОВА

ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ

Кафедра электроники и цифровых информационных технологий


СОГЛАСОВАНО

Руководитель программы

 Мустафаев Г.А.  
«30» 05 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭиР

 Р.Ш. Тешев  
«30» 05 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03.ДВ.01. «ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК В ЭЛЕКТРОНИКЕ И  
НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (программа)

Современные информационные технологии в электронной технике

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины **«Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике»** /сост. проф. Г.В.Дедков – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГУ, 2023. 19 с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для преподавания вариативной части обязательных дисциплин профессионального цикла студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль: Современные информационные технологии в электронной технике, обучающимся в 7 семестре 4-го курса.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерство образования и науки РФ «12» марта 2015 г. №218 и Профессионального стандарта 40.058 инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники.



## Содержание

1	Цели и задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2	Место дисциплины в структуре ООП ВО.....	4
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля).....	4
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	9
5.1	Оценочные материалы для текущего контроля.....	9
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	13
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) .....	14
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	17
8.1	Требования к материально-техническому обеспечению.....	17
8.2	Особенности реализации дисциплины (модуля) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	17

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Цели** освоения дисциплины (модуля) «Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике»:

- изучение физических явлений, происходящих на различных этапах процесса напыления и роста пленок;
- рассмотрение существующих теорий роста тонких пленок, современных методов роста и контроля качества пленок, их возможностях и ограничениях;
- изучение взаимосвязи физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами.

### **Задачи:**

- изучить фундаментальные физические и химические закономерности современных технологических процессов нанесения тонкопленочных покрытий, а также выработать у студентов навыки практического применения полученных знаний;
- ознакомить с физическими основами и практическими навыками измерения электрофизических параметров различных тонких пленок; с основами наиболее перспективных и эффективных спектрофотометрических методов контроля параметров пленочных покрытий, а также с вакуумно-плазменными технологическими процессами.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать задачи, возникающие при производстве и эксплуатации изделий электроники и нанoeлектроники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

- 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», который утвержден приказом Минтруда России от 03.07.2019 №480н и зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 №55439;
- 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», который утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2015 №593н (В редакции, введенной в действие с 20.01.2019 г. приказом Минтруда России от 14.12.2018 №807н) и зарегистрирован Минюстом России 23.09.2015 г. №38983.

## **2 Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части модуля профессиональной подготовки, базируется на результатах изучения дисциплин естественно-научного цикла и, в том числе математики, физики, химических дисциплин, информатики, а также дисциплин профиля: «Физика твердого тела».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению браков в производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации 6).
- Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и производственных участков на производстве изделий микроэлектроники

(профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код С, уровень квалификации 6).

### **3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля)**

Для успешного освоения дисциплины студент должен знать:

- классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории;
- основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока;
- основы физики вакуума, плазмы и твердого тела;
- принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле в приборах и устройствах вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники;
- их конструкции, параметры и характеристики и методы их моделирования.

Профессиональные компетенции:

ПК-3 – способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

ПКС-Б.3.1 Способен проводить учет видов и объемов производственных работ

ПКС-Б.3.2. Способен осуществлять регламентное обслуживание оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать и понимать:**

- физические основы технологий напыления тонких плёнок и методы измерения их толщины;
- специфику структуры тонких пленок, основные типы дефектов структуры тонких пленок, взаимосвязь физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами;
- область применения технологий напыления тонких плёнок.

**Уметь:**

- переносить полученных знания о технологии напыления тонких плёнок на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок;
- определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.

**Владеть:**

- информацией о значении тонких пленок в современной науке, технике и технологиях, областях применения и перспективах развития материалов твердотельной электроники и приборов на их основе;
- методами планирования и проведения исследований и экспериментов с использованием технологии напыления тонких плёнок;
- методиками работы на напылительных установках;
- методами контроля параметров тонких плёнок и выбора технологических режимов.

#### 4 Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины «Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций.

№ раздела	Наименование раздела/темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1.	Особенности роста тонких пленок.	<p>1. Понятия «пленка» и «тонкая пленка». Примеры свойств и возможностей применения тонких пленок.</p> <p>2. Этапы процесса осаждения пленок и их физико-химические особенности. Конденсация и образование зародышей, рост тонких пленок. Капиллярная модель зародышеобразования.</p> <p>3. Четыре стадии роста пленки. Влияние характера зарождения пленок на их структуру.</p> <p>4. Вакуум-термическая и химико-термическая подготовка поверхности. Методы нагрева и охлаждение подложек, измерения температуры.</p>	ПК-3	<b>К, Т, Р, ЛР, ДЗ</b>
2.	Технология тонких пленок.	<p>1. Физические свойства тонких пленок. Область применения тонких пленок. Требования к поверхности подложек. Микроструктура и микрорельеф.</p> <p>2. Методы получения тонких пленок. Методы исследования свойств тонкопленочных покрытий.</p> <p>3. Вакуумно-термическое испарение. Способы нагрева загрузки и конструкции испарителей. Испарение сплавов и соединений. Загрязнения в</p>	ПК-3	<b>К, Т, Р, ЛР, ДЗ</b>

		пленках и требования к вакууму. 4. Лазерное испарение. Взаимодействие лазерных пучков с поверхностью материалов. Импульсное лазерное испарение. Влияние мощности и длительности импульса. 5. Катодное вакуумное распыление. Физическое и реактивное катодное распыление. Влияние рабочих характеристик на параметры технологических процессов. Область применения катодного распыления. 6. Ионное распыление: коэффициент и скорость распыления, оценка степени загрязнения при ионном распылении, диодная система распыления на постоянном токе. Контроль процесса осаждения тонких пленок.		
3.	Методы нанесения композиционных покрытий.	1. Механические методы нанесения покрытий: окувание, полив, протяжка, центрифугирование, трафаретная печать, пульверизация. Электрофизические методы: электростатическое распыление, электрофорез. 2. Физические свойства тонких пленок: толщина, внутренние напряжения, адгезионная прочность, электрическое сопротивление. Методы контроля: интерферометрия, эллипсометрия, микрогравиметрия, в том числе с использованием пьезокварцевых резонаторов.	ПК-3	<b>К, Т, Р, ЛР, ДЗ</b>

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.



На изучение дисциплины отводится 108 часов (3 з.е.), из них контактная работа 34 час, в том числе лекционных часов – 16 час., лабораторных работ – 18 час.; самостоятельная работа студента – 74 час. Завершается зачетом и экзаменом.

**Структура дисциплины «Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике».**

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	№ семестра	7 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>		<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>		34	34
<i>Лекции (Л)</i>		17	17
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>		17	17
<b>Самостоятельная работа:</b>		<b>65</b>	<b>65</b>
Самостоятельное изучение разделов		65	65
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен)</b>	Зачет		

Таблица 3. Лекционные занятия.

№	Тема
1.	Понятия «пленка» и «тонкая пленка». Примеры свойств и возможностей применения тонких пленок.
2.	Этапы процесса осаждения пленок и их физико-химические особенности. Конденсация и образование зародышей, рост тонких пленок. Капиллярная модель зародышеобразования.
3.	Стадии роста пленки. Влияние характера зарождения пленок на их структуру. Механизмы формирования пленок.
4.	Измерение толщины тонких пленок. Механические и структурные параметры пленок.
5.	Электрофизические свойства тонких пленок проводников.
6.	Получение тонких пленок термическим способом. Особенности вакуумных установок и испарителей.
7.	Осаждение тонких пленок с помощью ионного распыления.
8.	Получение тонких пленок с помощью лазерного испарения.
9.	Механические методы получения тонких пленок.
10.	Обработка тонких пленок и устройства на их основе. Сверхпроводниковые приемники и датчики излучения.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия) не предусмотрены учебным планом

Таблица 5. Лабораторные работы.

№ занятия	Наименование лабораторных работ
1	
1.	Расчет параметров поверхности с помощью пакета Mathcad.
2.	Получение поверхности пленок в трехмерном изображении.
3.	Получение полупроводниковых пленок вакуумно-термическим испарением.
4.	Измерение толщины тонкой пленки интерференционным методом.
5.	Исследование светопропускания тонких пленок на спектрофотометре.

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	2
1.	Требования, предъявляемые к подложке для получения пленок.
2.	Лазерное испарение. Импульсное лазерное испарение. Влияние мощности и длительности импульса.
3.	Катодное вакуумное распыление. Влияние рабочих характеристик на параметры технологических процессов.
4.	Методы контроля тонких пленок: интерферометрия, эллипсометрия, микрогравиметрия, в том числе с использованием пьезокварцевых резонаторов.

### 5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

#### 5.1 Оценочные материалы для текущего контроля

**Цель** текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике» и

включает: ответы на теоретические вопросы на лабораторном занятии, выполнение заданий на лабораторном занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов и т.д. Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

**Коллоквиум** проводится в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова (<https://www.kbsu.ru/>). Образцы вариантов заданий:

БИЛЕТ № 1.

1. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике.
2. Основные характеристики технологии осаждения тонких пленок.

БИЛЕТ № 2.

1. Лазерная жидкофазная кристаллизация полупроводников.
2. Зарождение и рост тонких пленок.

В результате проведения коллоквиума обучающийся оценивается по следующей шкале (контролируемые компетенции ПК-3):

**8 баллов** ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**6 баллов** ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**3 балла** ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов** ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

**Тесты** проводятся в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://www.kbsu.ru/>). По дисциплине создан фонд тестовых заданий для контроля в

компьютерной форме, текущей успеваемости студентов. Полный перечень тестов приводится в банке тестовых заданий КБГУ. Доступ к тестам реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://www.open.kbsu.ru/>). Образцы вариантов тестовых заданий:

Вопросы по тестовым заданиям:

1. Тонкопленочная технология наибольшую роль играет в производстве:

- : солнечных элементов
- : сверхпроводников
- : волоконной оптике
- : интегральных микросхем

2. На величину адгезии пленки к подложке влияет:

- : материал подложки
- : температура подложки
- : толщина полученной пленки
- : скорость напыления

В результате проведения компьютерного тестирования выставляются баллы за правильные ответы (контролируемые компетенции ПК-3, ПК-4):

- 14-15 тестов – 5 баллов;
- 11-13 тестов – 4 балла;
- 8-10 тестов – 3 балла;
- 5-7 тестов – 2 балла;
- 2-4 теста – 1 балл.

**Оценка лабораторных работ** проводится в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова (<https://www.kbsu.ru/>). Задания для лабораторных занятий приведены в описаниях лабораторных работ, доступных на сайте информационной системы КБГУ (<http://www.open.kbsu.ru/>).

В результате выполнения лабораторной работы обучающийся оценивается по следующей шкале (контролируемые компетенции ПК-3, ПК-4):

**7 баллов** ставится, если обучающийся:

- 1) в полной мере выполнил все запланированные на данный период лабораторные работы, знает изученный материал, даёт правильное определение понятий, предоставляет отчет по выполненной работе;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**5 баллов** ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в результатах или в анализе полученных результатов.

**3 балла** ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов** ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

**Экзамен** проводится в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://www.kbsu.ru/>).

Перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине «**Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике**» (контролируемые компетенции ПК-3, ПК-4):

1. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике.
2. Омические контакты и контактные системы.
3. Лазерная жидкофазная кристаллизация полупроводников.
4. Зарождение и рост тонких пленок.
5. Основные характеристики технологии осаждения тонких пленок.
6. Лазерная твердофазная кристаллизация полупроводников.
7. Получение тонких пленок методом термического испарения в высоком вакууме.
8. Технология формирования аморфных пленок кремния.
9. Термодинамическая теория зародышеобразования.
10. Свойства структуры металл-полупроводник.
11. Методы получения полупроводниковых слоёв и переходов.
12. Нанесение плёнок магнетронным распылением мишеней.
13. Тонкие пленки. Основные параметры и их измерение.
14. Формирование металлических плёнок методом катодного распыления. Механизм катодного распыления.
15. Конструкции магнетронных распылительных систем.
16. Зарождение и рост тонких пленок.
17. Силицидные резисторы. Формирование и свойства резисторов.
18. Основные характеристики  $\alpha$ -SiH солнечных элементов.
19. Диффузия примесей в кремнии.
20. Резистивные плёнки. Получение и параметры пленок.
21. Плазмохимическое травление диэлектрических плёнок.
22. Свойства окисных плёнок.
23. Эпитаксия (общие сведения). Эпитаксиальное наращивание полупроводниковых слоёв.
24. Диффузия примесей в Si.
25. Механизм испарения сплавов (закон Рауля).

26. Тонкоплёночные солнечные элементы.
27. Тонкопленочные конденсаторы.
28. Гетеропереход. Формирование и основные параметры.
29. Рост зародышей и формирование сплошных плёнок.
30. Формирование металлических плёнок методом катодного распыления. Механизм катодного распыления.
31. Химическое осаждение из газовой фазы.
32. Теория испарения. Скорость испарения. Уравнение Герца-Кнудсена.
33. Молекулярно-лучевая (пучковая) эпитаксия.
34. Зависимость коэффициента распыления от параметров процесса катодного распыления.
35. Термическое окисление металлических пленок.
36. Статистическая теория зародышеобразования.
37. Свободное испарение в вакууме и эффузия.
38. Методы измерения вакуума.
39. Методы и средства получения вакуума..
40. Методы измерения толщины плёнок.
41. Вакуум. Связь степени вакуума и средней длины свободного пробега атомов и молекул остаточного газа.
42. Свойства структуры металл-полупроводник.
43. Теория испарения. Свободное испарение в вакууме и эффузия.
44. Термодинамическая теория зародышеобразования.
45. Свойства окисных плёнок металлов.
46. Вакуум. Средства откачки и измерения вакуума.

#### **6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

- *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ;
- *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 – баллов).

Таблица 7. Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена

№		Общая сумма	1-я контрольная точка	2-я контрольная точка	3-я контрольная точка
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла

	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	<b>Итого</b>	<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>
<b>3.</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30 баллов</b>	<b>min – 15, max – 30 баллов</b>		

Таблица 8. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного контроля
<b>ПК-3</b> – способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.	<p><b>Знает:</b> Физические основы технологий напыления тонких плёнок и методы измерения их толщины.</p> <p><b>Умеет:</b> Переносить полученных знания о технологии напыления тонких плёнок на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок.</p> <p><b>Владеет:</b> Информацией о значении тонких пленок в современной науке, технике и технологиях, областях применения и перспективах развития материалов твердотельной электроники и приборов на их основе.</p>	<p>Коллоквиум (раздел 5.1)</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ (раздел 5.1)</p> <p>Компьютерное тестирование (раздел 5.1)</p>

## 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература

1. Антоненко С.В. Технология тонких пленок: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008. - 104 с.
2. Берлин Е.В., Двинин С.А., Сейдман Л.А. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок. – М.: Техносфера, 2007.
3. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. М.: Техносфера, 2010. – 528 с.

4. Белокрылов И.В. Основы вакуумной техники Конспект лекции. Омск, 2007 г.
5. Никифорова Н.Н. Физика тонких пленок и малых частиц .Конспект лекции. БГУ, Минск, 2010 г.
6. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: Учеб. для вузов по спец. электрон. техники / В.В. Пасынков; В.В.Пасынков, В.С.Сорокин. - 3-е изд. - СПб.: Лань, 2001. 367с.

#### **Дополнительная литература**

1. Антоненко С.В. Методические и лабораторные работы по курсам «Технология наноструктур и технология тонких пленок»: Уч.-мет. пособие. М.: МИФИ, 2011 г. 72 с.
2. Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г. Ионно-лучевые методы получения тонких пленок. Уч.-мет. пособие по практикуму «Физике поверхности и тонких пленок», Казан.гос.ун. 2010 г.
3. Тешев Р.Ш., Кузнецов Г.Д., Гонов С.Ж., Гаев Д.С. Тонкие пленки в микро- и наноэлектронике. Лабораторный практикум. 2010 г.

#### **Периодические издания**

Журналы:

1. Известия вузов. Физика.
2. Известия вузов. Электроника.
3. Прикладная физика.
4. Микроэлектроника.
5. Физика и техника полупроводников.
6. Физика твердого тела.

#### **Интернет-ресурсы**

1. <http://www.nanoindustries.com>
2. <http://www.nanometer.ru>
3. <http://www.nanotechweb.org>
4. <http://www.elibrary.ru>
5. <http://www.sciam.ru>

#### **Методические указания к лабораторным занятиям**

Методические указания приводятся в описании всех лабораторных работ, предусмотренных настоящим курсом.

#### **Методические рекомендации по работе с литературой**

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.



При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

## **Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку и визуализацию экспериментальных данных с применением программных сред Microsoft Excel, MathCad, Origin, P-Cad. Компьютерное моделирование, предусмотренное при выполнении отдельных лабораторных работ, основано на использовании программного пакета LabView.

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, выполнения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. Имеются презентации по всем темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

– Продукты Microsoft (Excel, Word, Access, PowerPoint);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition.

#### **свободно распространяемые программы:**

– Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;

– WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

– Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;

– Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows;

– Математический пакет «MathCad 2015»;

– Математический пакет «Maple».

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований безопасности и разграничением доступа к информации.

Электронная информационно-образовательная среда организации позволяет осуществить работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне ВУЗа.

### **8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего

образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые):

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме.

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению браков в производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации 6).

- Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и производственных участков на производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код С, уровень квалификации 6).

- Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (профессиональный стандарт 40.104 «Специалист

по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», код С, уровень квалификации 6).

**Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины «Физика и технология тонких пленок в электронике и нанoeлектронике»**

<b>№ п/п</b>	<b>Элемент (пункт) РПД</b>	<b>Перечень вносимых изменений</b>	<b>Примечание</b>

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры физических основ микро- и нанoeлектроники.

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_\_\_\_ г.

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_ Р.Ш.Тешев