



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

Давыденко А.В.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора Департамента общей и экспериментальной
физики

Короченцев В.В.
(И.О. Фамилия)

«28» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы технологии электронной компонентной базы
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Профиль: нанотехнологии в электронике
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.04 **Электроника и нанoeлектроника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 5 от «28» февраля 2023 г.

И.о. директора Департамента общей и экспериментальной физики: канд. хим. наук, доцент Короченцев В.В.

Составители: канд. физ.-мат. наук, Козлов А.Г.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «28» февраля 2023 г. № 5.

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Основы технологии электронной компонентной базы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, лабораторных 44. часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 70 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский

Цель: формирование знаний о физико-химических основах базовых технологических процессов, применяемых при производстве микроэлектронных приборов с микронными и субмикронными размерами активных областей и рабочих слоев, а также знаний об основах проектирования технологических циклов производства простейших микроэлектронных структур.

Задачи:

- рассмотреть основные понятия материаловедения, методы формирования элементов с необходимыми электрическими параметрами, физико-химические основы технологических процессов микроэлектроники и наноэлектроники.;
- обучиться применять технологические операции для создания элементов необходимой топологии, использовать физические законы для анализа производственных операций, оперировать физическими и технологическими терминами и величинами, решать задачи по расчету параметров основных технологических процессов;
- овладеть практическими приемами при работе с материалами и изделиями микро - и наноэлектроники, измерения их основных параметров, исследования свойств новых материалов, самостоятельной работы на установках контроля технологических процессов;

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, полученные в результате изучения дисциплин «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Материалы электронной техники».

Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Строение и свойства материалов», «Современные методы формирования тонких пленок», формирующих компетенции: ОПК-2.1 – находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; ОПК-2.2 – рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, определяет ожидаемые результаты решения; ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 Применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники Владеет навыками измерения параметров технологических процессов производства

			материалов и изделий электронной техники
		ПК-4.2 Осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	<p>Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации</p>
		ПК-4.3 Обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	<p>Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов</p>
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	ПК-6.1 Производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем	<p>Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов</p> <p>Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем</p> <p>Владеет навыками расчета срока службы расходных материалов и технологических систем</p>
		ПК-6.2 Формирует заявки на приобретение расходных материалов	<p>Знает правила и нормы использования расходных материалов</p> <p>Умеет подготавливать документацию на приобретение расходных материалов</p> <p>Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов</p>

		<p>ПК-6.3 Осуществляет настройку объектов инфраструктуры чистых производственных помещений</p>	<p>Знает принципы проектирования чистых производственных помещений</p> <p>Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений</p> <p>Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений</p>
--	--	---	--

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: формирование знаний о физико-химических основах базовых технологических процессов, применяемых при производстве микроэлектронных приборов с микронными и субмикронными размерами активных областей и рабочих слоев, а также знаний об основах проектирования технологических циклов производства простейших микроэлектронных структур.

Задачи:

- рассмотреть основные понятия материаловедения, методы формирования элементов с необходимыми электрическими параметрами, физико-химические основы технологических процессов микроэлектроники и наноэлектроники.;
- обучиться применять технологические операции для создания элементов необходимой топологии, использовать физические законы для анализа производственных операций, оперировать физическими и технологическими терминами и величинами, решать задачи по расчету параметров основных технологических процессов;
- овладеть практическими приемами при работе с материалами и изделиями микро - и наноэлектроники, измерения их основных параметров, исследования свойств новых материалов, самостоятельной работы на установках контроля технологических процессов;

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, полученные в результате изучения дисциплин «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Материалы электронной техники».

Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Строение и свойства материалов», «Современные методы формирования тонких пленок», формирующих компетенции: ОПК-2.1 – находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; ОПК-2.2 – рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, определяет ожидаемые результаты решения; ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений.

Общепрофессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональная компетенция	ПК-4 Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 Применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники Владеет навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
		ПК-4.2 Осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку

			<p>электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации</p>
		<p>ПК-4.3 Обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов</p>
Профессиональная компетенция	<p>ПК-6 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт</p>	<p>ПК-6.1 Производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем</p>	<p>Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов</p> <p>Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем</p> <p>Владеет навыками расчета срока службы расходных материалов и технологических систем</p>
		<p>ПК-6.2 Формирует заявки на приобретение расходных материалов</p>	<p>Знает правила и нормы использования расходных материалов</p> <p>Умеет подготавливать</p>

			документацию на приобретение расходных материалов Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов
		ПК-6.3 Осуществляет настройку объектов инфраструктуры чистых производственных помещений	Знает принципы проектирования чистых производственных помещений Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Конт роль* *	Формы промежуточной аттестации***
			Лек	Лаб	Пр	ОК*	СР		
1	Раздел I физические процессы и методы, лежащие в основе планарной технологии	7	16	22			43	27	Экзамен
2	Раздел II полупроводниковые элементы электронной компонентной базы	7	14	22					
Итого:							**	***	

*онлайн курс

** указать часы из УП

***зачет/экзамен

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Физические процессы и методы, лежащие в основе планарной технологии

Тема 1. Процессы травления кремния

Основные виды взаимодействия плазмы с поверхностью материала в процессе травления. Диссоциация молекул газа в электрическом разряде. Анизотропия и селективность травления.

Тема 2. Окисление кремния. Ионное легирование

Процессы окисления кремния. Низкотемпературное и высокотемпературное окисление. Кинетику роста оксида кремния в модели Дила-Гроува. Ионное легирование. Распределение пробегов при ионном легировании. Эффект каналирования.

Тема 3. Литография

Типы резистов для литографии. Фотолитография. Основные операции технологического цикла прямой и обратной фотолитографии. Особенности литографии в глубоком ультрафиолете. Проекционная и сканирующая ЭЛЛ

Тема 4. Эпитаксия и металлизация

Эпитаксиальное осаждение металлических и полупроводниковых слоев. Методы легирования при эпитаксии. Материалы и вакуумные методы, используемые для металлизации. Материалы, используемые для создания омических и неинжектирующих контактов. Многослойная разводка.

Раздел II. Полупроводниковые элементы электронной компонентной базы

Тема 1. Основные функциональные части полупроводниковых компонентов.

Схемы и сигналов электронных устройств. Системы условных обозначений серийных микросхем. Типы изоляция активных элементов ИМС. Изоляция обратносмещенным р-n-переходом. Изоляция элементов диэлектриком. Комбинированный метод изоляции элементов микросхем. Технология КНИ.

Тема 2 Активные элементы микросхем.

Особенности интегральных биполярных транзисторов. Комплементарные МОП-транзисторы. Полевые транзисторы с вертикальным токопереносом. Интегральные транзисторные диоды. Диоды и транзисторы с барьером Шоттки. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы. Реализация различных типов затворов.

Тема 3. Пассивные элементы микросхем.

Типы интегральных резисторов. Диффузионные и комбинированные интегральные конденсаторы. Пленочные индуктивные элементы. Типы коммутационных соединений используемых в технологии ИМС.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Занятие 1. Подготовка к началу эксперимента.

Формирование подложек кристаллического кремния с заданными геометрическими размерами. Методы очистки кристаллических подложек, подготовка к загрузке в сверхвысоковакуумную камеру.

Занятие 2. Ионно-плазменное травление.

Ионно-плазменное травление. Травление кремния. Травление металлических покрытий из цветных и тяжелых металлов. Оценка скоростей травления различных материалов.

Занятие 3. Фотолитография.

Подготовка образцов для фотолитографии. Нанесение резиста. Экспонирование, проявление. Прямая и обратная литография. Совмещение слоев при фотолитографии.

Занятие 4. Методы контроля роста наноструктур.

Электронно-лучевая литография. Подготовка поверхности и нанесение электронорезиста. Создание шаблона для литографии. Создание слоев, особенности совмещения. Подбор параметров экспонирования. Проявление рисунка. Lift-off процедура.

Занятие 5. Создание электрических контактов.

Термическое напыление проводящих металлических контактов. Создание контактных площадок с микровыводам. Создание микровыводов. Ультразвуковая сварка.

Занятие 6. Эпитаксиальное осаждение многослойных пленок.

Термическое осаждение магнитных пленок Si(111)/Cu/Pd/Co и суперрешеток Si(111)/Cu/[Pd/Co]_n методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Послойный контроль роста наноструктур.

Занятие 7. Зондовая микроскопия в сверхвысоком вакууме.

Знакомство с методами зондовой микроскопии, сканирующая туннельная микроскопия. Сканирование поверхностей полупроводниковой подложки. Сканирование электронных плотностей с атомным разрешением, исследование поверхностной реконструкции. Сканирование поверхности металлических пленок. Анализ шероховатостей.

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация

1	Тема 1 физические процессы и методы, лежащие в основе планарной технологии	ПК-4.1 Применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	<p>Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Владеет навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p>	ПР-4, ПР-7	-
ПК-4.2 Осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры		<p>Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Владеет навыками настройки высокотехнологического оборудования в соответствии с правилами</p>	ПР-7	-	

			настройки и эксплуатации		
		ПК-4.3 Обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов	ПР-7, УО-2	
2	Тема 2 полупроводниковые элементы электронной компонентной базы	ПК-6.1 Производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем	Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем Владеет навыками расчета срока службы расходных материалов и технологических систем	ПР-7	
		ПК-6.2 Формирует заявки на приобретение	Знает правила и нормы использования	ПР-7	

		расходных материалов	расходных материалов Умеет подготавливать документацию на приобретение расходных материалов Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов		
		ПК-6.3 Осуществляет настройку объектов инфраструктуры чистых производственных помещений	Знает принципы проектирования чистых производственных помещений Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений	ПР-7, УО-2	
3	Экзамен			УО-1	ПР-7

* Рекомендуемые формы оценочных средств:
1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2);
2) рефераты (ПР-4), лабораторная работа (ПР-7);

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого

подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Рафиков, Р. А. Электронные цепи и сигналы. Аналоговые сигналы и устройства: учебное пособие / Р. А. Рафиков. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-2695-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209978>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Зеленин, В. А. Высокостабильные элементы и структуры для изделий нанoeлектроники: монография / В. А. Зеленин. — Минск: Белорусская наука, 2022. — 290 с. — ISBN 978-985-08-2875-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/302105> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бодров, Е. Э. Основы технологии электронной компонентной базы: учебное пособие / Е. Э. Бодров. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-9729-0846-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282134>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств: учебник / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1552-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211457>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции nanoиндустрии: учебное пособие / под редакцией В. Н. Крутикова. — Москва: Логос, 2020. — 592 с. — ISBN 978-5-98704-613-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162957> (дата обращения: 13.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Ланских, Ю. В. Основы элементарной цифровой микросхемотехники : учебное пособие / Ю. В. Ланских. — Киров: ВятГУ, 2020. — 212 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

- <https://e.lanbook.com/book/201929>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Легостаев, Н. С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника: учебное пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов. — Москва: ТУСУР, 2014. — 238 с. — ISBN 978-5-86889-677-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110345>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 3. Основы нанотехнологии: учебник/ Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрeв, В. И. Марголин; художник И. Е. Марев. — 3-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Возможности нанотехнологий - <http://kbogdanov1.narod.ru>
2. Новости о нанотехнологиях - <http://www.nanonewsnet.ru/>
3. Российские нанотехнологии - <http://nanoru.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине, а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office).

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям на лабораторном оборудовании.

Освоение дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине « Основы технологии электронной компонентной базы» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специализированная лаборатория департамента общей и экспериментальной физики: Лаборатория плёночных технологий корпус L, ауд L320	Оборудование: 1. Система электронной литографии Raith E-LINE (10140000026344) 2. Сверхвысоковакуумная установка MBE system (10140000026343) 3. Сверхвысоковакуумная установка PVD module (10140000025715) 4. Сверхвысоковакуумная установка	

	<p>Multiprobe (10140000025714)</p> <p>5. Система измерения магнитных свойств со сверхпроводящим магнитом MPMSXL5 EVERCOOL (10140000026043, 10140000025932)</p> <p>6. Установка для комплексного исследования поверхностей и наноструктур в комплекте (10140000025712)</p>	
--	---	--