

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.10.02 НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Направление подготовки/специальность
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) / специализация
Нанотехнологии в электронике

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Нанoeлектроника составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника направленности/профиля "Нанотехнологии в электронике"

Программу составил:

В.Ю. Бузько,

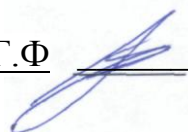
доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий, к.х.н.



Рабочая программа дисциплины Нанoeлектроника утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 9 «2» мая 2017 г.

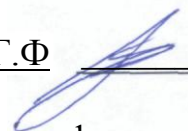
Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий Копытов Г.Ф.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 9 «2» мая 2017 г.

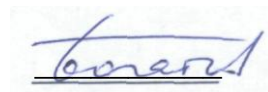
Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий Копытов Г.Ф.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «16» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



Рецензенты:

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

Романов А.А., научный сотрудник АО «Научно-производственная компания «Мера», кандидат физико-математических наук.

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Наноэлектроника – интегративная научная дисциплина о применении наносистем и свойств наноструктур для создания новых малоразмерных электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения. Она раскрывает для различных типов наносистем возможности их применения в современной электронике. Эта дисциплина связана с исследованием, разработкой и созданием новых электронных устройств на основе наноразмерных структур.

Целью изучения дисциплины «Наноэлектроника» является формирование у студентов знаний о принципах создания новых полупроводниковых и оптоэлектронных устройств и изделий наноэлектроники для микро- и наносистемной техники и микропроцессоров, приемников и излучателей на основе квантово-размерных структур, электронных наносенсоров и биомикросхем.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами освоения дисциплины «Наноэлектроника» являются:

- формирование знаний по основным тенденциям развития наноэлектроники в России и за рубежом;
- формирование знаний по физическим основам наноэлектроники, связанным с физическими свойствами мезо- и наноскопических систем, квантово-размерными эффектами в квантовых наноструктурах, процессами переноса носителей заряда в наноразмерных структурах;
- формирование знаний по технологическим основам наноэлектроники, связанным с применением современных технологических методов создания наноструктур и приборов наноэлектроники;
- формирование знаний по принципам работы и особенностям реализации элементов и приборов наноэлектроники;
- формирование умения анализировать исходные данные для расчета и проектирования наноэлектронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.

В результате изучения дисциплины «Наноэлектроника» студенты должны получить базовые теоретические знания о принципах создания новых полупроводниковых и оптоэлектронных устройств и изделий наноэлектроники на основе квантово-размерных структур, электронных наносенсоров и биомикросхем. Также изучение настоящей дисциплины позволит студентам приобрести умения и навыки поиска и анализа научной информации по разработкам электронных устройств разных типов на основе различных наносистем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Наноэлектроника» для бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Нанотехнология в электронике" является составной частью блока Б1.В.ДВ «Дисциплины по выбору» учебного плана и относится к вариативной части дисциплин профессионального цикла (Б1.В.ДВ.10.02).

Дисциплина «Наноэлектроника» частично базируется на знании предметов знания университетского курса: материалов и методов нанотехнологий, физики наноразмерных систем, физики полупроводников, физических основ электроники, магнитных наноматериалов. Освоение дисциплины «Наноэлектроника» позволит студентам применять полученные знания при подготовке выпускных квалификационных работ.

Изучение дисциплины «Нанoeлектроника» включает аудиторные занятия со студентами (лекции, лабораторные занятия), групповые и индивидуальные консультации, написание рефератов, устные доклады, самостоятельную работу студентов с учебной литературой, научными источниками.

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 следующих профессиональных компетенций: ОПК-1, ПК-2, ПК-3.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	основные проблемы развития современной нанoeлектроники за рубежом и в РФ	выявлять естественнонаучную сущность проблем в разработках в области нанoeлектроники	навыками анализа взаимосвязей между физико-химическими характеристиками наноструктур и их применимостью для приборов электроники
2	ПК-1	способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	основные схемы электронных устройств на основе наноструктур, особенности производства наноструктур и наноматериалов для электронных устройств	разрабатывать схемы электронных устройств на основе наноструктур, разрабатывать схемы производства наноструктур и наноматериалов для электронных устройств	навыками лабораторного получения наноструктур и наноматериалов для электронных устройств в рамках разработанных моделей
3	ПК-3	готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	основные направления развития и современной нанoeлектроники за рубежом и в РФ.	анализировать информацию по ведущимся разработкам в области нанoeлектроники и выделять из них наиболее перспективные к реализации.	приемами анализа научно-технической информации по ведущимся разработкам в области нанoeлектроники.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		5	
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего)	82	54	
Занятия лекционного типа	34	34	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–	–	
Лабораторные занятия	44	44	
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:	81,8	81,8	
Курсовая работа	–	–	
Проработка учебного (теоретического) материала	30	30	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	20	20	
Реферат	6	6	
Подготовка к текущему контролю	10	10	
Контроль:			
подготовка к экзамену	26,7	26,7	
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	82,3	82,3
	зач. ед.	4	4

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре:

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение в предмет. Основные тенденции развития нанoeлектро-ники.	4	2	–	–	2
2.	Эволюция полупроводниковой электроники в направлении к наноэлектронике. Одноэлектронные устройства.	6	2	–	–	4
3.	Физические принципы наноэлектроники.	14	2	–	8	4
4.	Технология создания твёрдотельных наноструктур.	20	4	–	12	4

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Электронные устройства на наноструктурах.	20	8	–	8	4
6	Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники.	22	8	–	8	6
7	Спинтронные устройства.	4	2	–	–	2
8	Применение наноструктур в датчиках и электронных детекторах.	16	4	–	8	4
9	Элементы нанобиоэлектроники.	7	2	–	–	5
	Итого по дисциплине:	113	34	–	44	35

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

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Введение в предмет. Основные тенденции развития нанoeлектроники и оптоэлектроники.	Предмет нанoeлектроники. Основные понятия и терминология. Роль фундаментальных закономерностей, определяющих свойства наноразмерных структур, используемые в нанoeлектронике. Экономические и технологические основы перехода от элементов микроэлектроники к нанoeлектронике.	
2	Эволюция полупроводниковой электроники в направлении к нанoeлектронике. Одноэлектронные устройства.	Эволюция полупроводниковой электроники. Приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области. Области применения квантоворазмерных структур. Основные преимущества приборов на основе наноструктур по сравнению с классическими полупроводниковыми приборами. Реализация одноэлектронного транзистора в полупроводниковой, углеродной, молекулярной электронике.	КВ / Д / Р
3	Физические принципы нанoeлектроники.	Особенности физики полупроводников в мезо- и наноскопических системах. Характеристические длины в мезоскопических системах. Модели потенциальных ям. Плотность состояний и размерность системы. Наноструктуры с двумерным электронным газом (квантовые ямы), структуры с одномерным электронным газом (квантовые нити), структуры с нульмерным электронным газом (квантовые точки). Транспорт носителей заряда вдоль потенциальных барьеров:	ПЗ / Д / Р

		фазовая интерференция электронных волн, квантовый эффект Холла, приборы на интерференционных эффектах (интерференционные транзисторы, полевые транзисторы на отражённых электронах). Туннелирование носителей заряда. Одноэлектронное туннелирование. Приборы на одноэлектронном туннелировании (одноэлектронный транзистор, логические элементы на одноэлектронных транзисторах). Резонансное туннелирование. Приборы на резонансном туннелировании (диоды на резонансном туннелировании, транзисторы на резонансном туннелировании, логические элементы на резонансно-туннельных приборах).	
4	Технологии создания твёрдотельных наноструктур.	Традиционные методы осаждения наноплёнок. Методы выращивания упорядоченных нанонитей и нанотрубок. Нанолитография. Сравнение нанолитографических методов. Манипулирование наноструктурами и их модифицирование с помощью спектроскопии СТМ и АСМ. Физические процессы, используемые для атомных манипуляций. Примеры наноструктур, сформированных с помощью методов СТМ и АСМ.	КВ/ Д / Р
5	Технологии создания твёрдотельных наноструктур.	Улучшение характеристик Si-основанных приборов с помощью наноструктур. Использование „напряженного кремния” (<i>strained silicon</i>). Транзисторы с двойным и тройным затвором. Использование новых подзатворных наноматериалов с лучшими по сравнению с SiO ₂ диэлектрическими характеристиками. Использование нанопроводов для решения проблемы межсоединений.	КВ/ Д / Р
6	Электронные устройства на наноструктурах.	Квантовый интерференционный транзистор, одноэлектронный транзистор, транзистор на горячих электронах, туннельно-резонансный диод и транзистор. Углеродные нанотрубки (УНТ) в нанoeлектронике.	КВ / Д / Р
7	Электронные устройства на наноструктурах.	Диоды на УНТ. Полевой транзистор на УНТ. Канальный транзистор на УНТ. Одноэлектронный транзистор на УНТ. Транзистор на УНТ с электрохимическим затвором.	КВ / Д/ Р
8	Электронные устройства на наноструктурах.	Электронные логические элементы на УНТ. Элементы памяти на УНТ. Перспективы графеновой электроники. Транзисторные структуры на основе графена.	КВ / Д/ Р
9	Электронные устройства на наноструктурах.	Перспективы графеновой электроники. Транзисторные структуры на основе графена.	КВ / Д/ Р

10	Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники.	Лазеры с квантовыми ямами и точками. Фотоприёмники на квантовых ямах.	КВ / Д / Р
11	Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники.	Приборы на интерференционных эффектах. Квантово-точечные логические устройства. Нанокomпьютеры.	КВ / Д / Р
12	Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники.	Квантово-размерные структуры Si-Ge в нанoeлектронных устройствах. Получение Si-Ge наноструктур. Оптические и фотоэлектрические свойства Si-Ge наноструктур.	КВ / Д / Р
13	Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники.	Оптические и фотоэлектрические свойства Si-Ge наноструктур.	КВ / Д / Р
14	Спинтронные устройства.	Спиновые эффекты. Гигантское магнитосопротивление. Спин-зависимое туннелирование. Спинтронные устройства. Считывающая магнитная головка на гигантском магнитосопротивлении. Элементы энергонезависимой памяти на основе эффекта гигантского магнитосопротивления и спин-зависимом туннелировании. Спин-вентильный транзистор.	КВ / Д / Р
15	Применение наноструктур в датчиках и электронных детекторах.	Электронные сенсоры на основе углеродных нанотрубок. Электронные сенсоры на основе наноструктурированных пленок оксидных полупроводников.	КВ / Д / Р
16	Применение наноструктур в нанодатчиках и электронных детекторах.	Электронные сенсоры на основе полупроводниковых нанонитей. Электронные сенсоры на основе полевого нанотранзистора.	КВ / Д / Р
17	Элементы нанобиoeлектроники.	Физические основы нанобиoeлектроники. Жидкостные транзисторы. Ячейки памяти и логические элементы.	КВ / Д / Р

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий, Р – реферат, Д – доклад.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану семинарские занятия по учебной дисциплине «Нанoeлектроника» не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

В основе построения лабораторных занятий по учебной дисциплине «Нанoeлектроника» лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке, проведению исследований свойств электронных на основе наноструктур

№	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	Форма текущего контроля
---	---------------------------------	--------------	-------------------------

1	Исследование свойств наноразмерных пленок меди.	4	ЛР
2	Исследование микроструктуры поверхности неорганических подложек.	4	ЛР
3	Создание наноразмерной пленки SnO ₂ и исследование ее свойств.	4	ЛР
4	Создание диода Шоттки на основе нанопленки SnO ₂ .	4	ЛР
5	Исследование диода Шоттки на основе нанопленки SnO ₂ .	4	ЛР
6	Создание и исследование свойств наноразмерного оксидного терморезистора.	8	ЛР
7	Создание сенсорного электронного устройства на основе нанопленок SnO ₂ .	8	ЛР
8	Исследование свойств сенсорного электронного устройства на основе нанопленок SnO ₂ .	8	ЛР
<i>Итого:</i>		44	

ЛР - защита лабораторной работы.

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 нанoeлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" компетенции – ОПК-2; ПК-1; ПК-3.

Лабораторная работа № 1.

Исследование свойств наноразмерных пленок меди.

Цель работы:

- изучить методику магнетронного нанесения наноразмерных пленок меди на подложки;
- произвести нанесение наноразмерных пленок меди различной толщины;
- произвести измерение электрической проводимости наноразмерных пленок меди различной толщины;
- исследовать микроструктуру методом сканирующей электронной спектроскопии наноразмерных пленок меди различной толщины.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- осуществляет нанесение наноразмерных пленок меди различной толщины;
- проводит измерение электрической проводимости наноразмерных пленок меди различной толщины;
- изучить микроструктуру наноразмерных пленок меди различной толщины по данным метода сканирующей электронной спектроскопии;
- подготавливает краткий отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 2.

Исследование микроструктуры поверхности неорганических подложек.

Цель работы:

- изучить принципы химического травления поверхности неорганических подложек;
- исследовать микроструктуру поверхности неорганических подложек до и после травления.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями

к выполнению данной работы:

- осваивает химические методы изучения травления неорганических подложек;
 - определяет основные расчетные соотношения реагентов;
 - проводит хронометрируемый эксперимент по травлению;
 - анализирует данные электронной микроскопии по микроструктуре поверхности неорганических подложек до и после травления..
- подготавливает краткий отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 3.

Создание наноразмерной пленки SnO_2 и исследование ее свойств.

Цель работы:

- изучить методику магнетронного нанесения наноразмерных пленок олова на подложки;
- произвести нанесение наноразмерных пленок олова;
- произвести окислительный отжиг наноразмерных пленок олова;
- произвести измерение электрической проводимости наноразмерных пленок SnO_2 ;
- исследовать микроструктуру наноразмерных пленок SnO_2 методом сканирующей электронной спектроскопии.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- осуществляет нанесение наноразмерных пленок олова;
 - проводит окислительный отжиг наноразмерных пленок олова;
 - проводит измерение электрической проводимости наноразмерных пленок SnO_2 ;
 - исследует микроструктуру наноразмерных пленок SnO_2 методом сканирующей электронной спектроскопии.
- подготавливает краткий отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 4.

Создание диода Шоттки на основе нанопленки SnO_2 .

Цель работы:

- изучить методику магнетронного нанесения наноразмерных пленок олова на подложки;
- произвести нанесение наноразмерных пленок олова;
- произвести окислительный отжиг наноразмерных пленок олова;
- произвести измерение электрической проводимости наноразмерных пленок SnO_2 ;
- изготовить диод Шоттки на основе нанопленки SnO_2 .

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- осуществляет нанесение наноразмерных пленок олова;
 - проводит окислительный отжиг наноразмерных пленок олова;
 - проводит измерение электрической проводимости наноразмерных пленок SnO_2 ;
 - исследует микроструктуру наноразмерных пленок SnO_2 методом сканирующей электронной спектроскопии.
- изготавливает диод Шоттки на основе нанопленки SnO_2 .
- подготавливает краткий отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 5.

Исследование диода Шоттки на основе нанопленки SnO_2 .

Цель работы:

- исследовать свойства диода Шоттки на основе наноразмерной пленки SnO_2 ;
- произвести измерение электрической проводимости и ВАХ диода Шоттки;
- исследовать микроструктуру диода Шоттки на основе нанопленки SnO_2 методом сканирующей электронной спектроскопии.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- проводит измерение электрической проводимости и ВАХ диода Шоттки на основе наноразмерной пленки SnO_2 ;
- исследует микроструктуру диода Шоттки на основе нанопленки SnO_2 методом сканирующей электронной спектроскопии.
- подготавливает отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 6.

Создание и исследование свойств наноразмерного оксидного терморезистора.

Цель работы:

- изготовить оксидный терморезистор на основе наноразмерной пленки NiMn_2O_4 ;
- исследовать электрические свойства наноразмерного оксидного терморезистора на основе наноразмерной пленки NiMn_2O_4 ;
- исследовать микроструктуру оксидного терморезистора на основе наноразмерной пленки NiMn_2O_4 методом сканирующей электронной спектроскопии.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- изготавливает оксидный терморезистор на основе наноразмерной пленки NiMn_2O_4 ;
- исследует электрические свойства наноразмерного оксидного терморезистора на основе наноразмерной пленки NiMn_2O_4 ;
- исследует микроструктуру оксидного терморезистора на основе наноразмерной пленки NiMn_2O_4 методом сканирующей электронной спектроскопии.
- подготавливает отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 7.

Создание сенсорного электронного устройства на основе нанопленок SnO_2 .

Цель работы:

- изготовить химический газовый сенсор на основе наноразмерных пленок SnO_2 ;

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- осуществляет нанесение наноразмерных пленок олова;
- проводит окислительный отжиг наноразмерных пленок олова;
- изготавливает химический резистивный сенсор на основе наноразмерных пленок SnO_2 ;
- проводит измерения электрической проводимости полученного сенсора на наноразмерных пленках SnO_2 при различной температуре
- подготавливает краткий отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

Лабораторная работа № 8.

Исследование свойств сенсорного электронного устройства на основе нанопленок SnO₂.

Цель работы:

– исследовать сенсорные химические свойства наноразмерных пленок SnO₂;

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

– проводит измерения электрической проводимости химический резистивный сенсор на основе наноразмерных пленок SnO₂ в парах различных химических агентов.

– подготавливает краткий отчет по выполненной работе с предоставлением результатов измерений в числовом и графическом виде и отвечает на вопросы преподавателя по выполненной работе.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

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

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Проработка учебного теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
3.	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

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.

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.

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:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем (проективные техники, дебаты, обмен мнениями);
- творческие задания;

– работа в малых группах.

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

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Примерные темы рефератов и докладов

В процессе подготовки докладов и рефератов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" компетенции – ОПК-2; ПК-1; ПК-3.

Ниже приводятся примеры докладов и рефератов для рабочей программы.

1. Наночастицы и наноструктуры в современной электронике.
2. Наночастицы и наноструктуры в перспективной электронике.
3. Углеродная нанoeлектроника.
4. Молекулярная нанoeлектроника.
5. Диоды на основе углеродных нанотрубок.
6. Транзисторы на основе углеродных нанотрубок.
7. Электронные приборы на основе боразотных и боркарбонитридных нанотрубок.
8. Диоды на основе графена.
9. Транзисторы на основе графена.
10. Электронные приборы на основе графеновых нанонитей и островных наноструктур.
11. Электронные устройства на квантовых точках полупроводниковых материалов.
12. Электронные устройства на нанонитях полупроводниковых материалов.
13. Электронные устройства на нанотрубках полупроводниковых материалов.
14. Кремниевая нанoeлектроника.
15. Кремниевые и германиевые наноструктуры в электронике.
16. Кремниевые гетеронаноструктуры в электронике.
17. Наноструктуры GaN, InP, InAs в электронике.
18. Оксидные наноструктуры ZnO и CdO в электронике.
19. Сульфидные наноструктуры ZnS и CdS в электронике.
20. Сульфидные наноструктуры PbS и SnS₂ в электронике.
21. Селенидные наноструктуры ZnSe, CdSe, PbSe в электронике и оптоэлектронике.
22. Теллуридные наноструктуры ZnTe, CdTe, PbTe в электронике и оптоэлектронике.
23. Нанопленки полупроводниковых материалов в электронике.
24. Полупроводниковые наноструктуры для наносенсоров и нанодатчиков.
25. Нанонити и нанопровода на основе металлов в нанoeлектронике.
26. Нанопленки металлов и их перспективы применения в нанoeлектронике.
27. Компьютерное моделирование наноразмерных элементов квантовой электроники.
28. Методы компьютерного моделирования наноструктур для оптоэлектроники.
29. Компьютерное моделирование свойств и характеристик наносенсоров.

4.1.2 Примеры практических заданий

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" компетенции – ОПК-2; ПК-1; ПК-3.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

1. Предложите и обоснуйте схему наноразмерного диода на основе углеродной нанотрубки/нанотрубок.
2. Предложите и обоснуйте схему наноразмерного диода на основе графеновой наночастицы.
3. Предложите и обоснуйте схему наноразмерного диода на основе кремниевой нанонити.
4. Предложите и обоснуйте схему наноразмерного транзистора на основе углеродной нанотрубки.
5. Предложите и обоснуйте схему наноразмерного транзистора на основе графеновой наночастицы.
6. Предложите и обоснуйте схему наноразмерного диода на основе кремниевой нанонити.

4.1.3 Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" компетенции – ОПК-2; ПК-1; ПК-3.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов по разделу «Электронные устройства на наноструктурах» рабочей программы. Полный комплект контрольных вопросов для основных разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Нанoeлектроника».

1. Как изменяются электронные свойства углеродных нанотрубок с увеличением их длины и толщины?
2. Какие основные параметры углеродных нанотрубок определяют их применение в электронных устройствах?
3. Как изменяются электронные характеристики графеновых наноструктур с увеличением их длины/толщины?
4. Какие основные параметры графеновых наноструктур определяют их применение в электронных устройствах?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Нанoeлектроника» для направления подготовки для направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике".

В процессе подготовки и ответов на вопросы экзамена формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" компетенции – ОПК-2; ПК-1; ПК-3.

4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет нанoeлектроники. Основные понятия и терминология нанoeлектроники.
2. Фундаментальные закономерности, определяющих свойства наноразмерных структур, используемые в нанoeлектронике.
3. Экономические и технологические основы перехода от элементов микроэлектроники к нанoeлектронике.
4. Эволюция полупроводниковой электроники. Приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области. Основные преимущества приборов на основе квантово-размерных структур по сравнению с классическими полупроводниковыми приборами.
5. Реализация одноэлектронного транзистора в полупроводниковой, углеродной, молекулярной электронике.

6. Особенности физики полупроводников в мезо- и наноскопических системах. Характеристические длины в мезоскопических системах. Квантово-механическая когерентность.
7. Применения потенциальных ям конечной глубины (прямоугольная, параболическая, треугольная) для описания свойств наноструктур. Плотность состояний и размерность наносистемы.
8. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки.
9. Транспорт носителей заряда вдоль потенциальных барьеров в наноструктурах: фазовая интерференция электронных волн, квантовый эффект Холла, приборы на интерференционных эффектах.
10. Туннелирование носителей заряда. Структуры с вертикальным переносом и квантовые сверхрешётки. Одноэлектронное туннелирование.
11. Приборы на эффекте одноэлектронного туннелирования.
12. Спиновые эффекты в наноструктурах. Гигантское магнитосопротивление. Спин-зависимое туннелирование. Спинтронные приборы.
13. Традиционные методы нанесения плёночных наноструктур.
14. Методы выращивания нанонитей и нанотрубок.
15. Нанолитография. Сравнение нанолитографических методов.
16. Манипулирование наноструктурами и их модифицирование с помощью спектроскопии СТМ и АСМ. Физические процессы, используемые для атомных манипуляций.
17. Примеры наноструктур, сформированных с помощью методов СТМ и АСМ.
18. Улучшение характеристик Si-основанных приборов с помощью наноструктур. Использование „напряжённого кремния”. Новые подзатворные наноматериалы с лучшими по сравнению с SiO_2 диэлектрическими характеристиками.
19. Использование нанопроводов для решения проблемы межсоединений.
20. Квантовый интерференционный транзистор и одноэлектронный транзистор.
21. Транзистор на горячих электронах, туннельно-резонансный диод и транзистор.
22. Углеродные нанотрубки (УНТ) в нанoeлектронике. Диоды на УНТ.
23. Транзисторы на УНТ.
24. Электронные логические элементы на УНТ. Элементы памяти на УНТ.
25. Перспективы и преимущества графеновой электроники.
26. Транзисторные структуры на основе графена.
27. Лазеры с квантовыми ямами и точками. Фотоприёмники на квантовых ямах.
28. Приборы и устройства на интерференционных эффектах.
29. Нанокomпьютеры.
30. Получение и применение квантово-размерных Si-Ge наноструктур.
31. Оптические и фотоэлектрические свойства Si-Ge наноструктур.
32. Спинтронные устройства. Считывающая магнитная головка на гигантском магнитосопротивлении.
33. Элементы энергонезависимой памяти на основе эффекта гигантского магнитосопротивления и спин-зависимом туннелировании. Спин-вентильный транзистор.
34. Электронные сенсоры на основе углеродных и боразотных нанотрубок.
35. Электронные сенсоры на основе наноструктурированных оксидных полупроводников.
36. Электронные сенсоры на основе полупроводниковых нанонитей.
37. Нанобиoeлектроника. Жидкостные транзисторы. Ячейки памяти и логические элементы.

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 зачете;
- 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. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]. Учебник для бакалавриата и магистратуры. Сигов А.С. - отв. ред. – 297 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/C8153254-ABAC-446C-A57B-5DF248ED0164>
2. Дробот П. Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. Томск: ТУСУР. – 2016. – 286 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480771
3. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. [Электронный ресурс]. Часть 1. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт. – 2017. - 285 с. - <https://biblio-online.ru/book/72F450AA-7472-41DF-89F3-06FC66EFB254>. - ЭБС «Юрайт».

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Нанотехнологии в электронике-3.1. Под редакцией Чаплыгина Ю.А. Москва: Техносфера, 2016. 480 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444856
2. Нанoeлектроника: теория и практика [Электронный ресурс] : учеб. / В. Е. Борисенко [и др.]. - 4-е. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. – 369 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84103>. - ЭБС Издательства «Лань».
3. Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс]. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Издательство "Лань". – 2013. 2-е изд., испр. – 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5855>
4. Нанoeлектроника: учебное пособие для студентов вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 223 с.

5. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строения, свойства, применения. – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2006. – 293 с.
6. Дьячков П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок. – М.: Бином-Пресс. Лаборатория знаний. – 2010. – 488 с.
7. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы : учебное пособие для вузов. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010. – 452 с.
8. Нанотехнологии: азбука для всех / под ред. Ю. Д. Третьякова; [Н. С. Абрамчук и др.]. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2010. – 365 с.
9. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники. 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов. Плотников Г.С., Зайцев В.Б. – М.: МГУ – 2017. с 166. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/A5FC8C89-8C38-4975-B21D-55FA48F76917>
10. Наногетероструктуры в сверхвысокочастотной полупроводниковой электронике: [сборник статей] / Д. Ю. Адамов и др. Учреждение Рос. акад. наук Ин-т СВЧ полупроводниковой электроники РАН. – М.: Техносфера. – 2010. – 431 с.
11. Наноструктуры в электронике и фотонике / под ред. Ф. Рахмана; пер. с англ. Ю. А. Заболотной под ред. Е. Л. Свинцова. – Москва: Техносфера. – 2010. – 343 с.

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. Научный обзорный журнал «*Успехи химии*»
6. Научно-производственный журнал «*Нанотехнологии. Экология. Производство*».
7. Научный обзорный журнал «*Российские нанотехнологии*».

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

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
2. Научная электронная библиотека: <http://cyberleninka.ru/>
3. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН: <http://archive.neicon.ru>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
5. Библиотека электронных учебников: <http://www.book-ua.org/>
6. Федеральный образовательный портал: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
7. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал: <http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Техническая библиотека: <http://techlibrary.ru/>

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

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и микроэлектроника профиля "Нанотехнология в электронике", отводится около 24,3 % времени (35 часов) от общей трудоемкости дисциплины (144 часов). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из сту-

дентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;

– проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Нанoeлектроника».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

– усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы;

– путем написания реферативных работ и анализ результата их открытого доклада;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Нанoeлектроника» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (12 недель):

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1	Введение в предмет. Основные тенденции развития нанoeлектроники.	2	Доклад. Реферат.	1
2	Эволюция полупроводниковой электроники в направлении к нанoeлектронике. Одноэлектронные устройства.	4	Устный ответ. Доклад. Реферат.	1
3	Физические принципы нанoeлектроники.	4	Устный ответ. Доклад. Реферат.	1
4	Технология создания твёрдых наноструктур.	4	Устный ответ. Доклад. Реферат.	1
5	Электронные устройства на наноструктурах.	4	Устный ответ. Доклад. Реферат.	2
6	Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники.	6	Устный ответ. Доклад.	3
7	Спинтронные устройства.	2	Устный ответ. Доклад.	1
8	Применение наноструктур в датчиках и электронных детекторах.	4	Устный ответ. Доклад.	1
9	Элементы нанобиоелектроники.	5	Доклад.	1

Итого:	35	16
--------	----	----

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 он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в ос-

воении 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 личностно-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. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:
<http://www.elibrary.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
5. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
6. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
7. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
8. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>
9. Физическая энциклопедия:
<http://www.femto.com.ua/articles/>
10. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/

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

Успешная реализация преподавания дисциплины «Физика наноразмерных систем» предполагает наличие минимально необходимого для реализации программы бакалавриата перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет);
- наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office).

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционные аудитории №227 и №144, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Лабораторные занятия	Лаборатории в НОЦ «ДССН» КубГУ, оснащенные измерительными приборами и соответствующим оборудованием.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Лекционные аудитории №227 и №144
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Лекционная аудитория №144
5.	Самостоятельная	Кабинет для самостоятельной работы №204, оснащен-

	работа	ный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
--	--------	---

НОЦ «ДССН» КубГУ		
лабораторные занятия по дисциплине: «Нанoeлектроника»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебно-научной лаборатории:	Кол-во
	Персональные электронно-вычислительные машины: CPU с частотой более 2,4 ГГц , LCD	3
	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
	Атомно-силовой микроскоп JEOL JSPM 5400	1
	Установка магнетронного напыления Q150T ES	1
	Установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA	1
	Установка ионно-плазменного напыления CCR Copra Cube ISSA	1
	Микроинтерферометр МИИ-4М	1
	Рабочий стол	4
	Стулья	8

Рецензия

на рабочую программу дисциплины **Б1.В.ДВ.10.02 «Наноэлектроника»**
для студентов 3 курса направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(квалификация «бакалавр»).

Рабочая программа дисциплины «Наноэлектроника» включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины. Рабочая программа соответствует ООП, рабочему учебному плану направления обучения 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, отвечает специфике будущей профессиональной деятельности выпускников, в том числе научно-исследовательской.

В рабочей программе дисциплины «Наноэлектроника» приведены примеры оценочных средств для проведения текущего и промежуточного контроля и критерия оценки уровня знаний обучающихся. В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов, что отвечает требованию ФГОС ВО.

В рабочей программе дисциплины «Наноэлектроника» содержание соответствует поставленным целям обучения, современному уровню и тенденциям развития науки и производства. Содержания разделов являются оптимальными в соответствии с распределением по видам занятий и трудоемкости в часах. Четко сформулированы планируемые результаты обучения: приобретаемые знания, умения, общие и профессиональные компетенции. Рабочая программа направлена в целом на формирование практических навыков, развития в студентах творческого подхода и системного мышления, достижения навыков исследователя и инженера.

Таким образом, рабочая программа дисциплины «Наноэлектроника» полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Заведующий кафедрой теоретической физики
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»,
доктор физико-математических наук, профессор

_____ В.А. Исаев

Рецензия

на рабочую программу дисциплины **Б1.В.ДВ.10.02 «Нанoeлектроника»**
для студентов 4 курса направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(квалификация «бакалавр»)

Программу подготовил кандидат химических наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» Бузько Владимир Юрьевич.

Рабочая программа дисциплины «Нанoeлектроника» включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины.

В рабочей программе дисциплины «Нанoeлектроника» указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения. В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов, отвечающие требованиям образовательного стандарта. Рабочая программа подготовки бакалавров направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника отвечает специфике будущей научно-исследовательской и профессиональной деятельности выпускников.

Образовательные технологии, применяемые в ходе изучения дисциплины «Нанoeлектроника», характеризуются не только общепринятыми формами, но и выполнением индивидуальных практических заданий, активным вовлечением студентов в учебный процесс, использованием лекций с проблемным изложением, обсуждением сложных вопросов и проблем, проведением занятий в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – преподаватель», открытым выступлением на занятиях перед аудиторией сокурсников.

Таким образом, рабочая программа дисциплины «Нанoeлектроника» полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Нанотехнология в электронике" (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Научный сотрудник АО «Научно-производственная компания
«Мера», кандидат физико-математических наук

Романов А.А.