


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Микро- и наноэлектроника»

«СОГЛАСОВАНО»

Директор института
магистратуры и аспирантуры
 / О.А. Бодров
«22» 06 20 20 г

Руководитель ОПОП
 / В.Г. Литвинов
«22» 06 20 20 г



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД
/ А.В. Корячко
«22» 06 20 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 «Наноэлектроника»

Направление подготовки
11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки
Микро- и наноэлектроника

Уровень подготовки
Магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

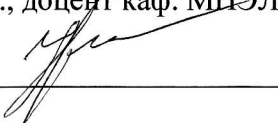
Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»,

утвержденного 22.09.2017 № 959

Разработчики
к.т.н., доцент каф. МНЭЛ



Н.В. Вишняков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МНЭЛ

« 19 » 06 2020г., протокол № 9

Заведующий кафедрой МНЭЛ

д.ф.-м.н., доцент



В.Г. Литвинов

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование профессиональных знаний в области наноэлектроники в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; развития современных представлений об элементах наноэлектроники и методах их получения; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи:

- изучение основных понятий, используемых в нанотехнологиях;
- изучение основных принципов создания элементов и приборов наноэлектроники, получение навыков исследовательской и инженерной работы;
- обучение навыкам аналитической работы подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;
- развитие навыков научно-исследовательской, методической и инженерной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.06 «Наноэлектроника» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули) основных профессиональных образовательных программ (далее – образовательных программ) магистратуры» «Микро- и наноэлектроника», «Промышленная электроника», «Электронные приборы и устройства» направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах, освоенных студентами по программе академического бакалавриата: Б1.О.09 «Математика», Б1.О.10 «Физика», Б1.О.16 «Статистическая физика электронных процессов», Б1.О.20 «Теоретические основы электроники», Б1.В.05 «Процессы микро- и нанотехнологии», а также дисциплинах, освоенных студентами по программе магистратуры: Б1.О.03 «Методы анализа наносистем», Б1.В.ДВ.01.01 «Интеллектуальные материалы и структуры в электронике».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные факты, базовые концепции и модели физики, квантовой физики, ядерной физики, статистической физики, химии;

уметь: анализировать, систематизировать и структурировать необходимую информацию с привлечением знаний по математике и физике, анализировать физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, диэлектрических, полупроводниковых и магнитных материалах, применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные, анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований, представлять материалы в виде презентаций;

владеть: способами использования информационной базы, основными методологическими приемами математики, начальными навыками экспериментального исследования и основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при прохождении практики Б2.О.02 «Производственная практика» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Направленность (профиль), специализация: Микро- и наноэлектроника				
Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский				
Обеспечение полного цикла проектирования топологической системы типа "система в корпусе"	Специалист по проектированию систем в корпусе	ПК-6 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ИД-1 ПК-6 Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий микро- и наноэлектроники ИД-2 ПК-6 Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий микро- и наноэлектроники. ИД-3 ПК-6 Владеет навыками конструирования изделий микро- и наноэлектроники.	29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Технология производства изделий микроэлектроники		ПК-10 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ИД-1 ПК-10 Знает современные технологические процессы производства изделий микро- и наноэлектроники ИД-2 ПК-10 Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических	40.058 Инженер технолог по производству изделий микроэлектроники

			<p>процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники</p> <p>ИД-3 ПК-10</p> <p>Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий микро- и нанoeлектроники</p>	
		<p>ПК-11</p> <p>Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем подготовки производства</p>	<p>ИД-1 ПК-11</p> <p>Знает требования технологической и нормативной документации новых технологических процессов выпуска изделий микроэлектроники</p> <p>ИД-2 ПК-11</p> <p>Знает требования технологической и нормативной документации новых технологических процессов выпуска изделий микроэлектроники</p> <p>ИД-3 ПК-11</p> <p>Владеет навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства</p>	
		<p>ПК-12</p> <p>Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники</p>	<p>ИД-1 ПК-12</p> <p>Знает методы отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники</p> <p>ИД-2 ПК-12</p> <p>Умеет разрабатывать</p>	

		<p>технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.</p> <p>ИД-3 ПК-12</p> <p>Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства.</p>	
		<p>ПК-13</p> <p>Готов обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов</p>	<p>ИД-1 ПК-13</p> <p>Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микроэлектроники</p> <p>ИД-2 ПК-13</p> <p>Умеет анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления.</p> <p>ИД-3 ПК-13</p> <p>Владеет навыками оценки экономической эффективности технологических процессов.</p>
		<p>ПК-14</p> <p>Готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и</p>	<p>ИД-1 ПК-14</p> <p>Знает методы авторского сопровождения разрабатываемых изделий микроэлектроники</p> <p>ИД-2 ПК-14</p> <p>Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий микроэлектро-</p>

	производства	ники ИД-3 ПК-14 Владеет навыками подготовки дефект- ных ведомостей устройств, приборов и систем электронной техники.	
--	--------------	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕ (72 часов).

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана ОПОП «Микро- и нанoeлектроника».

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	32,25
В том числе:	
Лекции	16
Практические занятия (ПЗ)	16
Иная контактная работа (ИКР)	0,25
Самостоятельная работа (СР) (всего)	31
Контроль	8,75
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	зачет
Общая трудоемкость час	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	
Контактная работа (по учебным занятиям)	32,25

4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Контроль	СР
			Всего	Лекции	ПЗ	ИКР		
	Всего	72	32,25	16	16	0,25	8,75	31
1	Введение	0,5	0,5	0,5				-
2	Пространственные масштабы нанoeлектроники	2	0,5	0,5				1,5
3	Физические основы нанoeлектроники	10	6	2	4			4

4	Элементы низкоразмерных структур	10	6	2	4			4
5	Процессы переноса носителей заряда в низкоразмерных структурах	12	6	2	4			6
6	Технологические основы нанoeлектроники	8	2	2				6
7	Приборные структуры нанoeлектроники	18	10	6	4			8
8	Заключение	2,5	1	1				1,5
	ИКР	0,25	0,25			0,25		
	Зачет и консультации	8,75					8,75	

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Этапы развития электроники. Преемственность этапов развития электроники. Предмет нанoeлектроники.	0,5	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
2	Пространственные масштабы нанoeлектроники. Закон Мура. Технологическая норма. Проблемы миниатюризации и межсоединений. Принципы скейлинга.	0,5	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
3	Физические основы нанoeлектроники. Физические свойства мезо- и наноскопических систем. Плотность энергетических состояний в низкоразмерных структурах. Квантово-размерные эффекты: квантовое ограничение; баллистический транспорт; туннелирование; спиновые и экситонные эффекты; электронно-оптические эффекты.	2	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
4	Элементы низкоразмерных структур. Свободные поверхности и межфазные границы. Структуры с квантовым ограничением за счет внутреннего электрического поля: квантовые колодцы, модуляционно- и дельта-легированные наноструктуры. Структуры с квантовым ограничением за счет внешнего электрического поля: МДП-структуры, структуры с расщепленным затвором. Напряженные структуры и сверхрешетки. Структуры с квантовыми точками.	2	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
5	Процессы переноса носителей заряда в низкоразмерных структурах. Квантовая проводимость. Кулоновская блокада. Транс-	2	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет

	порт носителей заряда вдоль потенциального барьера (продольный перенос): отрицательное сопротивление изгиба; продольный перенос горячих электронов. Поперечный перенос носителей заряда: одноэлектронное туннелирование; одно-и двухбарьерные структуры; сотуннелирование; резонансное туннелирование. Перенос носителей в магнитных полях: интерференция электронных волн (эффект Аронова – Бома); квантовый эффект Холла; эффект гигантского магнитосопротивления; спин-зависимое туннелирование; эффект Кондо; эффект Шубникова – де Гааза.			
6	Технологические основы нанoeлектроники. Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии. Методы получения наночастиц и наноматериалов. Методы формирования наноструктур: химическое осаждение из газовой фазы; молекулярно-лучевая эпитаксия; импульсное лазерное осаждение; зондовые нанотехнологии (атомно-молекулярная инженерия, локальное окисление, локальное химическое осаждение из газовой фазы); нанолитография: электронно (ионно)-лучевая и рентгеновская литография; нанопечать; перьевая нанолитография. Методы получения самоорганизованных наноструктур: самосборка; самоорганизация на поверхности материала и в объёме. Построение технологических процессов на основе оптимального сочетания принципов управления, самоформирования, самоорганизации: адаптивный синтез микро- и нанoeлектронных структур, самосогласованные цепи технологических операций.	2	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
7	Приборные структуры нанoeлектроники. Электронные устройства на наноструктурах: квантовый интерференционный транзистор; одноэлектронный транзистор; транзистор на горячих электронах; туннельно-резонансный диод и транзистор. Спинтронные устройства: спиновый клапан; элементы энергонезависимой памяти на основе эффекта гигантского магнитосопротивления и спин-зависимого туннелирования; спиновые транзисторы (транзистор Джонсона. спин-полевой транзистор). Оптоэлектронные устройства на наноструктурах: излучатели на полупроводнико-	6	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет

	вых квантовых ямах и точках; фотоприёмники на квантовых ямах и сверхрешетках; фотоприёмники на квантовых точках. Базовые логические элементы квантовых компьютеров: логические элементы на основе резонансного туннелирования; логические элементы на основе структур с квантовыми точками и сверхпроводников. Наносенсоры.			
8	Заключение. Перспективы и тенденции развития современной микро- и нанoeлектроники. Политроника, молеитроника, нанолазмоника и нанофотоника.	1	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет

4.3.2 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Низкоразмерные структуры	4	ПК-6, ПК-10-ПК-14	Тестовые задания, зачет
2	Проводимость низкоразмерных структур	4	ПК-6, ПК-10-ПК-14	Тестовые задания, зачет
3	Гигантское магнитосопротивление и спин-контролируемое туннелирование	4	ПК-6, ПК-10-ПК-14	Тестовые задания, зачет
4	Квантовый эффект Холла	4	ПК-6, ПК-10-ПК-14	Тестовые задания, зачет

4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Физико-технологические и экономические ограничения миниатюризации и интеграции.	1.5	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
2	Квантово-размерные эффекты: квантовое ограничение; баллистический транспорт; туннелирование; спиновые и экситонные эффекты; электронно-оптические эффекты.	4	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
3	Структуры с квантовым ограничением за счет внешнего электрического поля: МДП-структуры, структуры с расщепленным затвором. Напряженные структуры и сверхрешетки. Структуры с квантовыми точками.	4	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
4	Продольный и поперечный перенос носителей заряда: отрицательное сопротивление изгиба; продольный перенос горячих электронов; одноэлектронное туннелирование; одно-и двухбарьерные	6	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет

	структуры; сотуннелирование; резонансное туннелирование. Перенос носителей в магнитных полях.			
5	Методы получения самоорганизованных наноструктур: самосборка; самоорганизация на поверхности материала и в объёме. Построение технологических процессов на основе оптимального сочетания принципов управления, самоформирования, самоорганизации: адаптивный синтез микро- и нанoeлектронных структур, самосогласованные цепи технологических операций.	6	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
6	Базовые логические элементы квантовых компьютеров: логические элементы на основе резонансного туннелирования; логические элементы на основе структур с квантовыми точками и сверхпроводников. Наносенсоры.	8	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет
7	Перспективы и тенденции развития современной микро- и нанoeлектроники. Политроника, молетроника, наноплазмоника и нанофотоника.	1,5	ПК-6, ПК-10-ПК-14	зачет

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Нанoeлектроника»»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1. Барыбин, А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, В.И. Шаповалов. Электрон. дан. М.: Физматлит, 2011. 784 с.

2. Драгунов В.П. Микро- и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Драгунов В.П., Остертак Д.И. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. 38 с.

3. Дробот П.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дробот П.Н.— Электрон. текстовые данные. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. 286 с.

4. Игнатов, А.Н. Классическая электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ А.Н. Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных. Электрон. дан. М.: ФЛИНТА, 2012. 728 с.

5. Игнатов А.Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатов А.Н. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. 410 с.
6. Игнатов А.Н. Состояние и перспективы развития нанoeлектроники [Электронный ресурс]: монография/ Игнатов А.Н. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. 369 с.
7. Орлова М.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: курс лекций/ Орлова М.Н., Борзых И.В.— Электрон. текстовые данные. М.: Издательский Дом МИСиС, 2013. 50 с.
8. Растворова И.И. Электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Растворова И.И., Терехов В.Г. Электрон. текстовые данные. СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2016. 205 с.
9. Ткалич В.Л. Физические основы нанoeлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ткалич В.Л., Макеева А.В., Оборина Е.Е. Электрон. текстовые данные. СПб: Университет ИТМО, 2011. 84 с.
10. Троян П.Е. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Троян П.Е., Сахаров Ю.В.— Электрон. текстовые данные. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. 88 с.
11. Шишкин, Г.Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. Электрон. дан. М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 411 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс]/ Головин Ю.И. Электрон. текстовые данные. М.: Машиностроение, 2012. 656 с.
2. Датта С. Квантовый транспорт. От атома к транзистору [Электронный ресурс]/ Датта С. Электрон. текстовые данные. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. 532 с.
3. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие Электрон. дан. СПб: Лань, 2011. 528 с.
4. Игнатов А.Н. Химико-технологические основы микро и нанoeлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатов А.Н., Решетнева И.В. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. 213 с.
5. Неволин В.К. Квантовый транспорт в устройствах электроники [Электронный ресурс]/ Неволин В.К. Электрон. текстовые данные. М.: Техносфера, 2012. 88 с.
6. Филяк М.М. Конструктивно-технологические основы микроэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Филяк М.М. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. 112 с.

6.3 Нормативные правовые акты

6.4 Периодические издания

6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям

1. Методические рекомендации по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций / Т.А.Холомина [и др.]; РГРТУ. Рязань, 2016. 16 с.
2. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники [Электронный ресурс] : метод. указания по самостоятельной работе / сост. В. А. Юзова. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.

3. Нанoeлектроника: теория и практика: учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 366 с.

4. Легостаев Н.С. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины/ Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Электрон. текстовые данные. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. 52 с.

6.6 Методические указания к курсовому проектированию (курсовой работе) и другим видам самостоятельной работы

Изучение дисциплины «Нанoeлектроника» проходит во 2 семестре 1 года обучения. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов. Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует: закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости;
- итоговая аттестация по дисциплине – текущий контроль (подготовка к экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить особенности практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: позволяет самостоятельно изучить особенности электронных процессов в твердом теле и применения их в микро и нанoeлектронике, которые не рассмотрены во время лекций и лабораторных занятий. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к практическому занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы), самостоятельном решении задач из методических пособий.

Подготовка к зачету, экзамену. В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра, при этом основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (это добросовестное посещение занятий, выполнение в назначенный срок и активность при выполнении заданий по дисциплине). Следует всегда помнить, что залог

успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

7 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры микро- и наноэлектроники РГРТУ: <http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/mnel>; <https://disk.rsreu.ru> .
2. Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - <http://cdo.rsreu.ru/>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
4. Интернет Университет Информационных Технологий: <http://www.intuit.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.
6. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>
7. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

8 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);
3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
4. LibreOffice
5. Adobe acrobat reader
6. Программа расчета информационно-корреляционных характеристик структуры твердотельных материалов по изображению их поверхности, 2019618124.
7. Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

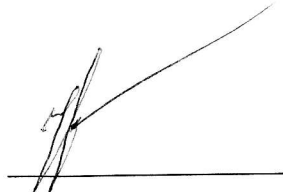
- 1) аудитория для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской;

2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 42 главного учебного корпуса	Специализированная мебель (10 посадочных мест) ПК Intel Celeron 1,8 ГГц – 1 шт. Проектор Sanyo PLC-XP4 Экран Аудиторная доска Возможность подключения к сети «Интернет» проводным и беспроводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
2	Помещение для самостоятельной работы, № 501, к 2 лабораторный корпус	Магнитно-маркерная доска; ПК Intel Celeron CPU J1800 – 25 шт; Возможность подключения к сети «Интернет» проводным и беспроводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
3	Аудитория для хранения и ремонта оборудования, № 343 главного учебного корпуса	2 компьютера: ПЭВМ на базе CPU E5300 Dual Core 2,6 GHz, ПЭВМ E2200 ASUS, принтер hp 1010, копир. аппарат Canon 5 мест

Программу составил:

к.т.н., доцент,
доцент каф. МНЭЛ



(Вишняков Н.В.)