

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 нанoeлектроника»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФЭ

/ Н.М. Верещагин

«22» 06 20 20 г

Заведующий кафедрой МНЭЛ

/ В.Г. Литвинов

«22» 06 20 20 г



«СЕРТИФИЦИРУЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

«22» 06 20 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.25 _ «Физические основы микро- и нанoeлектроники»

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Микро- и нанoeлектроника

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 № 927

Разработчики
Доцент кафедры МНЭЛ
к.ф.-м.н.

В.Г. Мишустин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МНЭЛ

« 19 » 06 2020 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой МНЭЛ

д.ф.-м.н. доцент



В.Г. Литвинов

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование базовых знаний и умений в области физических основ микро- и нанoeлектроники в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации, формирование навыков инженерной работы, посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи:

- формирование представлений о физической сущности процессов, протекающих в материалах микро- и нанoeлектроники и приборных структурах на их основе;
- обучение представлениям обоснованных теоретических моделей физики полупроводников с четким определением границ, в пределах которых справедливы соответствующие физические концепции, модели, теории;
- обучение физическим принципам работы некоторых устройств микро- и нанoeлектроники;
- формирование навыков и умений исследовательской и инженерной работы;
- обучение методам обработки и анализа результатов лабораторных экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О.25 «Физические основы микро- и нанoeлектроники» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основных профессиональных образовательных программ (далее – образовательных программ) бакалавриата «Микро- и нанoeлектроника», «Промышленная электроника», «Электронные приборы и устройства» направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б1.О.09 «Математика», Б1.О10 «Физика», Б1.О.12 «Химия», Б1.О.16 «Статистическая физика электронных процессов».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: базовые концепции и модели общей физики, физики полупроводников, квантовой физики, статистической физики, химии, метрологии;

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования характеристик и параметров материалов и структур микро- и нанoeлектроники;

владеть: начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и структур микро- и нанoeлектроники.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Б1.О.23 «Материалы электронной техники», Б1.В.01.04 «Технология изделий микро- и нанoeлектроники», Б1.В.03 «Физика наносистем», Б1.В.06 «Конструирование микро- и наносистем» 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.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Научное мышление	ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Знает фундаментальные законы природы и основные физические законы ИД-2 _{ОПК-1} Умеет применять физические законы для решения задач теоретического и прикладного характера ИД-3 _{ОПК-1} Владеет навыками использования знаний физики при решении практических задач
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-4 _{ОПК-2} Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований ИД-5 _{ОПК-2} Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ИД-6 _{ОПК-2} Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений

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 5 ЗЕ (180 часа).

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательной части) Блока 1 учебного плана ОПОП. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	50,35
В том числе:	
Лекции	32
Лабораторные работы (ЛР)	16
Консультации	2
Иная контактная работа (ИКР)	0,35
Самостоятельная работа (СР) (всего)	85
Контроль	44,65
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	экзамен
Общая трудоемкость час	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5
Контактная работа (по учебным занятиям)	50,35

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	ЛР	Консультации	ИКР		
	Всего	180	50,35	32	16	2	0,35	44,65	85
1	Введение	1	1	1					
2	Основные приближения зонной теории твердого тела	10	6	2	4				4
3	Собственные и примесные полупроводники	10	6	2	4				4
4	Кинетические явления в твердых телах	10	6	2	4				4
5	Процессы переноса в металлах	4	2	2					2
6	Кинетические явления в полупроводниках	6	2	2					4
7	Оптические явления в твердых телах	12	2	2					10
8	Явления в сильных электрических полях	4	2	2					2
9	Контактные и поверхностные явления в твердых телах	16	10	6	4				6
10	Сверхпроводимость	10	2	2					8
11	Неупорядоченные твердые тела	10	2	2					8

12	Особенности жидкого состояния вещества	6	2	2					4
13	Вещества, сочетающие порядок и беспорядок	6	2	2					4
14	Наноматериалы и нанотехнологии	10	2	2					8
15	Заключение	1	1	1					
	ИКР	0,35	0,35				0,35		
	Экзамены и консультации	63,65	2			2		44,65	17

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение в дисциплину «Физические основы микро- и наноэлектроники». Основные этапы развития, связь с другими дисциплинами направления «Электроника и наноэлектроника»	1	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
2	Основные приближения зонной теории твердого тела. Особенности энергетического спектра электрона в кристалле, понятие эффективной массы; особенности классического и квантового механического описания электронного газа в полупроводниках и металлах	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
3	Собственные и примесные полупроводники. Типы и роль примесей в полупроводниках. Методы расчета положения уровня Ферми в полупроводнике, особенности температурной зависимости концентрации носителей заряда, основные эффекты, проявляющиеся при высоком уровне легирования; вырожденные полупроводники.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
4	Кинетические явления в твердых телах. Неравновесные явления в полупроводниках. Основные механизмы рассеяния носителей заряда, подвижность. Тепловые колебания атомов кристаллической решетки.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
5	Процессы переноса в металлах. Типичные свойства металлов. Функция Ферми. Электропроводность металлов, зависимость от температуры.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
6	Кинетические явления в полупроводниках. Особенности температурной зависимости электропроводности полупроводников. Термоэлектрические и гальваномагнитные явления.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

	ния, эффект Холла. Диффузионно-дрейфовые уравнения. Неравновесные физические процессы в полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Неравновесные носители заряда. Время жизни. Максвелловская релаксация заряда в твердых телах, время релаксации, дебаевская длина экранирования. Уравнение непрерывности. Диффузионная длина. Типы и механизмы рекомбинации носителей заряда в полупроводниках.			
7	Оптические явления в твердых телах. Межзонные электронные переходы. Собственное оптическое поглощение, край собственного поглощения. Экситонные эффекты. Поглощение света в примесной области спектра. Поглощение на свободных носителях заряда. Оптическое поглощение на тепловых колебаниях кристаллической решетки.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
8	Явления в сильных электрических полях. Понятие сильного поля. Эффект Френкеля-Пула.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
9	Понятия работы выхода, контактной разности потенциалов, зонные диаграммы и вольтамперные характеристики контакта металл-полупроводник и р-п- перехода. Омические контакты. Гетеропереходы. Природа и свойства поверхностных состояний. Поверхностная проводимость. Эффект поля и вольт-фарадные характеристики МДП-структур.	6	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
10	Сверхпроводимость. Критическая температура. Сверхпроводники I и II рода. Высокотемпературные сверхпроводники. Высокотемпературная сверхпроводимость.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
11	Неупорядоченные твердые тела. Ближний и дальний порядок. Энергетические состояния электронов в неупорядоченных твердых телах. Плотность состояний. Локализация Андерсона. Переход Андерсона. Порог подвижности. Хвосты плотности состояний.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
12	Особенности жидкого состояния вещества. Жидкость как агрегатное состояние вещества. Тепловое движение частиц в жидкостях. Квантовые жидкости.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
13	Вещества, сочетающие порядок и беспорядок. Сильно легированные полупроводники, жидкие кристаллы.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
14	Наноматериалы и нанотехнологии. Перспективы тенденции разработки современных технологий материалов.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

15	Заключение. Обобщение современных достижений и анализ проблем в области физических основ микро- и нанoeлектроники.	1	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
----	--	---	--------------	---------

4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Исследование зависимости электропроводности полупроводниковых материалов от температуры и освещения	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по ЛР, экзамен
2	Измерение вольт-амперных характеристик и вольт-фарадных характеристик полупроводниковых барьерных структур (диод Шоттки, p-n переход)	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по ЛР, экзамен
3	Измерение диффузионной длины и времени жизни носителей заряда в полупроводниках	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по ЛР, экзамен
4	Изучение термоэлектрических и гальваномагнитных эффектов в полупроводниках (изучение температурной зависимости термо-ЭДС, изучение эффекта Холла)	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по ЛР, экзамен

4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Основные приближения зонной теории твердого тела	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
2	Собственные и примесные полупроводники	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
3	Кинетические явления в твердых телах	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
4	Процессы переноса в металлах	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
5	Кинетические явления в полупроводниках	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
6	Оптические явления в твердых телах	10	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
7	Явления в сильных электрических полях	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
8	Контактные и поверхностные явления в твердых телах	6	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
9	Сверхпроводимость	8	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
10	Неупорядоченные твердые тела	8	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
11	Особенности жидкого состояния вещества	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
12	Вещества, сочетающие порядок и беспорядок	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
13	Наноматериалы и нанотехнологии	8	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

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 «Физические основы микро- и нанoeлектроники»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков.– М.: Высшая школа, 1977 – 448 с.
2. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие– Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 288 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2023>.
3. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. – Электрон. дан. – Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 296 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70766>.
4. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 624 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71742>.
5. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Техно-сфера, 2012. – 560 с. – 978-5-94836-327-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>.

6.2 Дополнительная литература

1. Вихров С.П. Свойства и применение металлов и полупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.П. Вихров, Т.А. Холомина. – Электрон. Текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2004. – 80 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20683.html>.
2. Айвазов А.А., Будагян В.Г., Вихров С.П., Попов А.И. Неупорядоченные полупроводники.– М.: Высшая школа, 1995.
3. Вихров С.П. Физическиепроцессывбарьерныхструктурахнаоснове неупорядоченныхполупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.П. Вихров, Н.В. Вишняков, В.Г. Мишустин. – Электрон. Текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2005. – 75 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20685.html>.
4. Анфимов, И.М. Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.М. Анфимов, С.П. Кобелева, И.В. Щемеров. – Электрон. дан. – Москва: МИСИС, 2014. – 76 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/51696>.
5. Смирнов, Е.А. Сборник задач по физике конденсированного состояния: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.А. Смирнов, Г.Н. Елманов, М.Г. Исаенкова. – Электрон. дан. – Москва: НИЯУМИФИ, 2012. – 64 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75956>.
6. Гордиенко, А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. – Электрон. дан. – Кемерово: Кем ГУ, 2011. – 91 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30132>.
7. Физика твердого тела. Методические указания к практическим занятиям. Сост. Холомина Т.А. Рязань: РГРТУ, 2006. – 40 с.

6.3 Нормативные правовые акты

6.4 Периодические издания

6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям

1. Материалы и элементы электронной техники. Методические указания к лабораторным работам / Сост.: В.Н. Тимофеев, Т.А. Холомина, Н.В. Шемонаев. Рязан. гос. радиотехн. акад.; Рязань, 2001.- 84 с.

2. Физика твердого тела. Методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост.: Т.А.Холомина, В.Н. Ампилогов, Ю.Н. Кобцева, А.В. Лабутин, В.Г. Литвинов, С.В. Рожков, Ю.А. Туркин /Под ред. Т.А. Холоминой. Рязань, 2002. 96 с.

3. А.П. Авачёв, Ю.В. Воробьева, В.Г. Мишустин Физико-химические основы технологических процессов микро- и наноэлектроники // Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Рязань. РГРТУ. 2011. 48 с.

4. С.И. Мальченко, В.Г. Мишустин, В.Н. Тимофеев Материалы и компоненты радиоэлектронных средств // Методические указания к лабораторным работам. Рязань. РГРТУ. 2012. 84 с.

5. А.П. Авачёв, М.В. Зубков, С.А. Кострюков, В.Г. Мишустин Технология материалов электронной техники // Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Рязань. РГРТУ. 2012. 24 с.

6. Исследование диода Шоттки методом вольт-фарадных характеристик: методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: В.Г. Литвинов, В.Г. Мишустин, Т.А. Холомина. - Рязань, 2019. - 20 с.

7. Изучение температурной зависимости термо-ЭДС в полупроводниках: методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: В.Г. Литвинов, В.Г. Мишустин, Т.А. Холомина. - Рязань, 2019. - 16 с.

8. Методические рекомендации по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций/Т.А.Холомина[и др.]; РГРТУ. -Рязань, 2016. - 16 с.

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

Изучение дисциплины «Физические основы микро- и наноэлектроники» проходит в 5 семестре. 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; освоению умений по исследованию характеристик и параметров материалов электронной техники.

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 (подготовка к лабораторным занятиям);
- 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 свойств ряда материалов и применения их в электронной технике, 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 лабораторному занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и подготовке предварительного отчета, который должен быть завершен при ее выполнении в лаборатории.

Методические требования к оформлению отчетов о лабораторных работах:

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- чертеж функциональной схемы установки, выполненный карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы, с соблюдением требований ЕСКД;
- основные расчетные соотношения;
- таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы;
- графики экспериментальных зависимостей, полученных при выполнении лабораторной работы;
- выводы, содержащие анализ экспериментальных зависимостей, сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

Перед выполнением лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

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 на лабораторных занятиях). 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>.

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 (MicrosoftImagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. Операционная система Windows XP (MicrosoftImagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);
3. KasperskyEndpointSecurity (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
4. LibreOffice
5. Adobeacrobatreader
6. Среда инженерно-графического программирования LabView 9
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 практических 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;
- 3) лаборатория электрофизических измерений параметров и характеристик материалов электронной техники.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа,	Специализированная мебель (70 посадочных мест) ПК IntelCeleron 1,8 ГГц – 1 шт. Проектор Sanyo PLC-XP4

	курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 404 главного учебного корпуса (или аналогичные)	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, № 57 главного учебного корпуса (или аналогичные)	Магнитно-маркерная доска; ПК IntelCeleron CPV J1800 – 25 шт; Возможность подключения к сети «Интернет» проводным и беспроводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
3	Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, № 341 главного учебного корпуса	30 мест, доска магнитно-маркерная, экран настенный, 19 лабораторных стендов, в том числе.3 виртуальных лабораторных стенда, вольтметры В7-21, В7-35, измерители Е4-7, Е9-4, осциллографы С1-64А, С1-75, ПЭВМ Е2200 ASUS, компьютер Celeron 2500, блоки питания ВИП-010, автотрансформатор, лабора-торный ПК IntelCeleron 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.
4	Аудитория для хранения и ремонта оборудования, № 343 главного учебного корпуса	2 компьютера: ПЭВМ на базе CPU E5300 DualCore 2,6 GHz, ПЭВМ Е2200 ASUS, принтер hp 1010, копир. аппарат Canon 5 мест

Программу составил:

к.ф.-м.н., доцент,
доцент каф. МНЭЛ



(Мишустин В.Г.)