

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



«ТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

«06» 20 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 «Физика наносистем»

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 нанoeлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 № 927

Разработчики
Зав. кафедрой МНЭЛ
д.ф.-м.н., доцент



В.Г. Литвинов

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 приобретение базовых знаний и умений в области физики наносистем в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и 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:

- обучение базовым физическим принципам построения и функционирования наносистем,
- обучение разработке, созданию и применению специальных материалов, устройств и систем, используемых в нанoeлектронике и нанотехнологиях.
- развитие умений применения на практике методологии научных исследований, организации и проведения научно-исследовательской работы;
- развитие навыка самостоятельной учебной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика наносистем (Б1.В.03)» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основных профессиональных образовательных программ (далее – образовательных программ) бакалавриата «Микро- и нанoeлектроника» направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика Б1.О.10», «Статистическая физика электронных процессов Б1.О.16», «Физические основы электроники Б1.О.21», «Физические основы микро- и нанoeлектроники Б1.О.25».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать: основные факты, базовые концепции и модели физики, квантовой физики, статистической физики, основные характеристики материалов, их применение в элементах электронной техники, основные виды элементов электронной техники, их параметры и характеристики;

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных, применение которых возможно при изучении и моделировании наносистем;

владеть: начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик наносистем.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Б1.В.ДВ.02.01 «Оптоэлектроника и квантовая оптика» 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.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Проектирование устройств, приборов и систем аналоговой электронной техники	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1 ПК-2 Знать: методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ПК-2.2 ПК-2 Уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов. ПК-2.3 ПК-2 Владеть: навыками проведения исследований параметров и характеристик элементов и структур нанoeлектроники
Проектирование устройств, приборов и систем аналоговой электронной техники	ПК-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1 ПК-3 Знать: принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов. ПК-3.2 ПК-3 Уметь: проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов. ПК-3.3 ПК-3 Владеть: навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.

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 7 ЗЕ (252 часа).

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана ОПОП. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестре.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	106,9	66,35	40,55
В том числе:			

Лекции	64	48	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	32	16	16
Практические занятия (ПЗ)	8	-	8
Иная контактная работа (ИКР)	0,9	0,35	0,55
Консультации	2	2	-
Самостоятельная работа (СР) (всего)	76	69	7
Курсовое проектирование (КП)	15,7	-	15,7
Контроль	53,4	44,65	8,75
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)		зачет	экзамен
Общая трудоемкость час	252	180	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	7	5	2
Контактная работа (по учебным занятиям)	106,9	66,35	40,55

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

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем						КП	СР	Контроль
			всего	Лекции	ПЗ	ЛЗ	Консультации	ИКР			
	Всего	252	106,9	64	8	32	2	0,9	15,7	76	53,4
7 семестр											
	Всего	180	66,35	48	-	16	2	0,35	-	69	44,65
1	Введение	2	2	2						-	
2	Атомы, молекулы и наносистемы	24	12	8		4				12	
3	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда	30	16	12		4				14	
4	Углеродные наноструктуры	20	8	8						12	
5	Фотонные, оптические кристаллы	24	12	8		4				12	
	Наносистемы и квантовая оптика	26	14	10		4				12	
	ИКР	0,35	0,35					0,35			
	Зачет и консультации	53,65	2				2			7	44,65
8 семестр											
	Всего	72	40,55	16	8	16	-	0,55	15,7	7	8,75

1	Бионаносистемы	8	6	4	2				2	
2	Спинтронные наносистемы	8	6	4	2				2	
3	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем	31	28	8	4	16			3	
	ИКР	0,55	0,55					0,55		
	КП	15,7						15,7		
	Экзамен 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
7 семестр				
1	Введение	2	ПК-2, ПК-3	экзамен
2	Атомы, молекулы и наносистемы	8	ПК-2, ПК-3	экзамен
3	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда	12	ПК-2, ПК-3	экзамен
4	Углеродные наноструктуры	8	ПК-2, ПК-3	экзамен
5	Фотонные, оптические кристаллы	8	ПК-2, ПК-3	экзамен
6	Наносистемы и квантовая оптика	10	ПК-2, ПК-3	экзамен
8 семестр				
7	Бионаносистемы	4	ПК-2, ПК-3	зачет
8	Спинтронные наносистемы	4	ПК-2, ПК-3	зачет
9	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем	8	ПК-2, ПК-3	зачет

4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование ЛЗ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
7 семестр				
1	Оптические спектры атомов	4	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен
2	Изучение оптического поглощения полупроводников	4	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен
3	Изучение электрической проводимости простых полупроводников	4	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен

	ков			те, экзамен
4	Изучение эффекта туннелирования	4	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен
8 семестр				
5	Изучение эффекта размерного квантования энергии электронов и дырок в потенциальных ямах в полупроводниковых гетероструктурах	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
6	Изучение влияния упругих напряжений на энергетическую зонную диаграмму полупроводниковой гетероструктуры с квантовой ямой	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
7	Исследование диода Шоттки методом вольт-амперных характеристик	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
8	Исследование барьерной структуры металл-полупроводник методом вольт-фарадных характеристик	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
9	Физические основы атомно-силовой микроскопии	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
10	Физические основы сканирующей туннельной микроскопии	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
11	Исследование нанообъектов методом растровой электронной микроскопии	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет
12	Исследование наносистем методом рентгеновского энергодисперсионного микроанализа	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, зачет

4.3.3 Практические занятия

№ пп	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Атомы, молекулы и наносистемы	2	ПК-2, ПК-3	зачет
2	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда	2	ПК-2, ПК-3	зачет
3	Наносистемы и квантовая оптика	2	ПК-2, ПК-3	зачет
4	Спинтронные наносистемы	2	ПК-2, ПК-3	зачет

4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
7 семестр				
1.	Атомы, молекулы и наносистемы	12	ПК-2, ПК-3	экзамен
2.	Методы получения нанокластеров, квантовых точек, тонких пленок, квантовых проволок	14	ПК-2, ПК-3	экзамен
3.	Практическое применение углеродных наносистем	12	ПК-2, ПК-3	экзамен
4.	Практическое применение фотонных наносистем	12	ПК-2, ПК-3	экзамен
5.	Наносистемы и квантовая оптика	12	ПК-2, ПК-3	экзамен
8 семестр				
6.	Практическое применение бионаносистем	2	ПК-2, ПК-3	зачет
7.	Практическое применение спинтронных наносистем	2	ПК-2, ПК-3	зачет
8.	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем	3	ПК-2, ПК-3	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 «Физика наносистем»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1. Щука А.А. Нанoeлектроника. М.: БИНОМ. 2012. 342 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84102?category_pk=3827#book_name

2. Шишкин Г.Г., Агеев И.М. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства. М.: БИНОМ. 2011. 408 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/66208?category_pk=3827#authors

3. Давыдов, С.Ю. Элементарное введение в теорию наносистем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.Ю. Давыдов, А.А. Лебедев, О.В. Посредник. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44757>.

4. Данилин, А.А. Измерения в радиоэлектронике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Данилин, Н.С. Лавренко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/89927>.

5. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2035>.

6. Смирнов, Ю.А. Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. 320 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5855>.

7. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/690>.

8. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2015. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418.html>

9. Физика наносистем. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: В.Г. Литвинов, А.В. Ермачихин, Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2017.- 32 с.

10. Литвинов В.Г. Фундаментальные основы физики наносистем. Учебное пособие / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. - Рязань, 2017. 48 с.

11. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применения / под ред. У.Жу, Ж.Л. Уанга; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 582 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94144#book_name

12. Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В., Литвинов В.Г., Ермачихин А.В., Методы зондовой микроскопии. Уч. пособ., Рязань, РГРТУ, 2014.

13. Вихров С.П., Холомина Т.А. Нанотехнологии и биосистемы: научное издание. – Рязан. гос. радиотехн. университет. Рязань, 2010. 236 с.

14. Погосов В.В. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы [Электронный ресурс]/ Погосов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 328 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17195>.— ЭБС «IPRbooks»

15. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем [Электронный ресурс]/ Заводинский В.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24421>.— ЭБС «IPRbooks»

16. Карасев В.А. Введение в конструирование бионических наносистем [Электронный ресурс]/ Карасев В.А., Лучинин В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 464 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36199>.— ЭБС «IPRbooks»

17. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.Г. Ярышев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский педагогический государственный университет, 2012.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18633>.— ЭБС «IPRbooks»

18. Каныгина О.Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Каныгина О.Н., Четверикова А.Г., Бердинский В.Л.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 141 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33663>.— ЭБС «IPRbooks»

6.2 Дополнительная литература

1. Ч. Пул, Ф. Оуэнс, Нанотехнологии (2-е изд.), М., Техносфера, 2005, 334 с.

2. Кобояси Н. Введение в нанотехнологию, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.134 с.

3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии, М. Техносфера, 2005, 144 с.

4. Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов, М., КомКнига, серия «Синергетика от прошлого к будущему», 2006 г., 592 с.

6.3 Нормативные правовые акты

6.4 Периодические издания

6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям

1. Методы исследования материалов и структур электроники. Методические указания к лабораторным работам / Сост.: В.Г. Литвинов, С.И. Мальченко, Н.Б. Рыбин, А.В. Ермачихин. Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2012.- 40 с.

2. Квантовая Физика. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: В.Г. Литвинов, Н.Б. Рыбин, Н.В. Рыбина, А.В. Ермачихин. Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2014.- 24 с.

3. Зондовые методы исследования материалов и структур электроники. Методические указания к лабораторным работам / Сост.: А.П. Авачев, В.Г. Литвинов, К.В. Митрофанов, В.Г. Мишустин. Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2011.- 48 с.

4. Методические рекомендации по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций; сост.: Т.А.Холомина, Е.Н.Евдокимова / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.- Рязань, 2016. 16 с.

5. Физика наносистем. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: В.Г. Литвинов, Н.Б. Рыбин, Н.В. Рыбина, А.В. Ермачихин, Д.С. Кусакин. Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2015.- 24 с.

6. Физика наносистем. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: В.Г. Литвинов, А.В. Ермачихин, Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2017.- 32 с.

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

Изучение дисциплины «Физика наносистем» проходит в 7 и 8 семестрах. 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 физику наносистем и ее применение в электронной технике, которые не рассмотрены во время лекций и лабораторных занятий. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение не-

которых 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 (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. Среда инженерно-графического программирования LabView 9

7. Лицензионный пакет MathCAD

8. 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 исследований.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 267 главного учебного корпуса	Специализированная мебель (70 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, лабораторного практикума № 203, главный корпус	Магнитно-маркерная доска; ПК Intel Celeron 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 т.ч.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 лабораторный 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.
4	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:
д.ф.-м.н., доцент,
зав. кафедрой МНЭЛ



(Литвинов В.Г.)