


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»

Декан ФЭ

 / Н.М. Верещагин
«22» 06 20 20 г

«УТВЕРЖДАЮ»

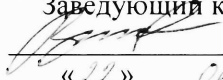
Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко
«22» 06 20 20 г



Заведующий кафедрой МНЭЛ

/ В.Г. Литвинов

 / В.Г. Литвинов
«22» 06 20 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 «Процессы микро- и нанотехнологии»

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Микро- и наноэлектроника

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 приказом Минобрнауки № 927 от 19.09.2017

Разработчики
к.т.н. доцент каф. МНЭЛ

М.В. Зубков



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 процессов микро- и нанотехнологий 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:

- обучение представлениям о физической сущности процессов, применяемых в микро- и нанотехнологии;
- обучение представлениям об основных методах нанесения вещества, используемых в технологии производства микроэлектронных изделий;
- обучение представлениям об основных методах удаления и модифицирования вещества, используемых в технологии производства микроэлектронных изделий;
- обучение навыкам исследовательской и инженерной работы;
- обучение методам обработки и анализа результатов лабораторных экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.05. «Процессы микро- и нанотехнологии» реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, и относится к дисциплинам (модулям) общим для 11.03.04 учебного плана бакалавриата «Микро- и наноэлектроника» направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б1.О.09. «Математика», Б1.О.10. «Физика», Б1.В.01.04 «Технология изделий микро- и наноэлектроники».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: базовые концепции и модели общей физики, основы физики вакуума, плазмы и твердого тела, принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле; основные проблемы и особенности современного этапа развития науки о технологических процессах микро- и наноэлектроники.

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с поставленной задачей проводить расчеты физико-химических закономерностей, отражающих взаимосвязь между составом, структурой, свойствами и условиями получения полупроводниковых материалов и приборов, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы.

владеть: начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик технологических процессов микро- и наноэлектроники.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Б1.В.06 «Конструирование микро- и наносистем» Б1.В.ДВ.01.02 «Микросхемотехника», Б1.В.ДВ.03.01 «Современные твердотельные датчики» 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

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Обеспечение полного цикла проектирования топологической системы типа "система в корпусе"	Специалист по проектированию систем в корпусе	ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	<p>ИД – 1 ПК-5 Знать: принципы учета видов и объемов производственных работ.</p> <p>ИД – 2 ПК-5 Уметь: осуществлять регламентное обслуживание оборудования.</p> <p>ИД – 3 ПК-5 Владеть: владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.</p>

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 3 ЗЕ (108 часа).

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

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	48,25
В том числе:	
Лекции	16
Лабораторные работы (ЛР)	16
Практические задания (ПЗ)	16
Иная контактная работа (ИКР)	0,25

Самостоятельная работа (СР) (всего)	51
Контроль	8,75
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	зачет
Общая трудоемкость час	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3
Контактная работа (по учебным занятиям)	48,25

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	ЛР	ПЗ	ИКР		
	Всего	108	48,25	16	16	16	0,25	8,75	51
1	Введение. Обеспечение эффективности производства и повышение качества изделий микроэлектроники	10	2	2	-	-			8
2	Технология изготовления МДП ИС	18	10	2	4	4			8
3	Технология структур на основе арсенида галлия	20	12	4	4	4			8
4	Сборка полупроводниковых приборов и ИС	10	2	2	-	-			8
5	Способы изоляции ИС	14	6	2	-	4			8
6	Технология изготовления ИС на основе биполярных транзисторов	16	10	2	4	4			6
7	Многоуровневая металлизация	11	6	2	4	-			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 в дисциплину «Процессы микро- и нанотехнологии». Обеспечение эффективности производства и повышение качества изделий микроэлектроники	2	ПК-5	зачет
2	Технология изготовления МДП ИС. Базовая технология. Самосовмещенная технология.	2	ПК-5	зачет

	Метод двойной диффузии.			
3	Технология структур на основе арсенида галлия. ИМС и дискретные приборы на основе арсенида галлия. Основные методы и технология выращивания эпитаксиальных слоев. Требования к полуизолирующим подложкам. Технология формирования буферных слоев. Технология выращивания активных слоев	4	ПК-5	зачет
4	Сборка полупроводниковых приборов и ИС. Посадка кристалла в корпус на основе эвтектики, пайки и приклеивания. Присоединение выводов к кристаллу. Герметизация приборов в металлостеклянных корпусах. Герметизация керамикой и пластмассой	2	ПК-5	зачет
5	Способы изоляции ИС	2	ПК-5	зачет
6	Технология изготовления ИС на основе биполярных транзисторов	2	ПК-5	зачет
7	Многоуровневая металлизация. Взрывная фотолитография. Особенности медной металлизации	2	ПК-5	зачет

4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Термодинамический анализ и определение максимального выхода кремния при хлоридном методе эпитаксии	4	ПК-5	Отчет по ЛР, зачет
2	Моделирование процесса магнетронного распыления материала распыления материала испарителя кольцевой формы	4	ПК-5	Отчет по ЛР, зачет
3	Наклонная локальная ионная имплантация	4	ПК-5	Отчет ЛР, зачет
4	Ионная имплантация через слой окисла	4	ПК-5	Отчет по ЛР, зачет

Для выполнения лабораторной работы студенты делятся на бригады по два-три человека. Каждая бригада выполняет лабораторную работу согласно графику выполнения работ, приведенному на стенде в каждой лаборатории.

4.3.3 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Расчет профиля распределения концентрации примеси при имплантации через слой диэлектрика	4	ПК-5	зачет
2	Расчет профиля распределения примеси в транзисторной структуре, полученной методом двойной ионной имплантации	4	ПК-5	зачет

3	Последовательность технологических операций формирования КМОП- структур, исключая эффект защелкивания	4	ПК-5	зачет
4	Особенности формирования ИС на основе арсенида галлия без эпитаксиального наращивания	4	ПК-5	зачет

4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Оборудование и методы осаждения из газовой фазы: получение поликристаллического, нанокристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния, оксида и нитрида кремния	8	ПК-5	зачет
2.	Сборка микроэлектронных устройств. Оборудование для сборки. Герметизация: пайка, обволакивание, заливка, прессование	8	ПК-5	зачет
3.	Высокоэнергетические высокоточные процессы ионной имплантации: окисление, нитрирование, протонирование, радиационно-стимулированная диффузия, химический синтез	8	ПК-5	зачет
4.	Построение технологических процессов на основе оптимального сочетания принципов управления, самоформирования, самоорганизации: адаптивный синтез микро- и нанoeлектронных структур, самосогласованные цепи технологических операций	8	ПК-5	зачет
5.	Интегрированные технологические кластерные комплексы: минифабрики, нанотехнологические комплексы на основе туннельно-полевого массопереноса и модифицирования	8	ПК-5	зачет
6.	Атомно-молекулярная инженерия. Перспективы кремниевой нанoeлектроники. Индустрия наносистем. Применение углеродных нанотрубок в технологии полупроводниковых приборов. Нанoeинженерия с использованием СЗМ-зондов	11	ПК-5	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 «Процессы микро- и нанотехнологии»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1. Раскин, А.А. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники: в 2 частях. Ч. 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Раскин, В.К. Прокофьева. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 167 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66213>.
2. Роцин, В.М. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники: в 2 частях. Ч. 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.М. Роцин, М.В. Силибин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 183 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66214>.
3. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2291>.
4. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 434 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66203>.
5. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.Д. Мишина [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 187 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94113>.
- 6.2 Дополнительная литература
6. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике.— М.: Техносфера, 2006.— 160 с.
7. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учебное пособие для вузов. — М: Горячая линия – Телеком, 2005. — 350 с.
8. Малер Р., Кейминс Г. Элементы интегральных схем. — М.: Мир, 1989. — 630 с.
9. Черняев В.И. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. — М.: Радио и связь, 1987. — 464 с.
10. Технология СБИС, под ред. С.Зи, пер. с англ. под ред. Чистякова Ю.Д. — М.: Мир, 1986.
11. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учебное пособие для вузов. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. — 488с.
12. Черняев А.В. Метод ионной имплантации в технологии приборов и интегральных схем на арсениде галлия. — М.: Радио и связь, 1990. — 88 с.
13. Коледов М.А. Технология и конструирование микросхем, микропроцессоров и микросборок. — Радио и связь, 1989. — 400 с.
14. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. — М.: В.Ш., 1986. — 367 с.
15. Черняев В.Н. Физико-химические процессы в технологии РЭА. — М.: В.Ш., 1987. — 375с.
16. Королёв М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2 ч. Ч.1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. —397 с.
17. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: Учебное пособие для вузов: в 2 т. Т.1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. —392 с.
18. Лозовский В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное

посо бие. — Санкт-Петербург, 2008. — 336 с.

6.3 Нормативные правовые акты

6.4 Периодические издания

6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям

1. Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники: методические указания к лабораторным работам. Часть 1 / Сост.: А.П. Авачёв, Ю.В. Воробьева, В.Г. Мишустин, П.А. Фомин. Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Рязань, 2011. -48с.

2. Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники: методические указания к лабораторным работам. Часть 2 / Сост.: А.П. Авачёв, К.С. Вековищев, Ю.В. Воробьев, Ю.В. Воробьева. Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Рязань, 2013. -32с.

3. Технология материалов электронной техники: методические указания к лабораторным работам. Часть 1/ Сост.: А.П. Авачёв, М.В. Зубков, С.А. Кострюков, В.Г. Мишустин. Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Рязань, 2012. -32с.

4. Процессы микро- и нанотехнологий : методические указания к практическим занятиям. / Сост.: М.В. Зубков, О.А. Максимов. Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Рязань, 2018. -16с.

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

Изучение дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» проходит в 7 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 параметров технологических процессов микро- и нанoeлектроники.

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 и практическим занятиям);
- итоговая аттестация по дисциплине – текущий контроль (подготовка к зачету).

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, лабораторных и практических 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. 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 и практических 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. 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, 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	Магнитно-маркерная доска;

	работы, № 501, к 2 лабораторный корпус	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 Е2200 ASUS, принтер hp 1010, копир. аппарат Canon 5 мест

Программу составил:

к.т.н., доцент,
доцент каф. МНЭЛ



(Зубков М.В.)