

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

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

«22» 06 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФТД.В.02 «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ»**

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Микро- и нанoeлектроника

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма 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 наноэлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 № 927

Разработчики  
Доцент каф. МНЭЛ  
к.т.н.

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 перечисленных ниже компетенций и систематических знаний в области технологических процессов, применяемых в нанoeлектронике.

### **Задачи:**

- изучение основных закономерностей технологических процессов изготовления наноразмерных элементов и структур;
- формирование навыков работы на технологическом оборудовании, применяемом при изготовлении компонентов нанoeлектроники;
- формирование представления о методах контроля параметров и свойств наноразмерных объектов;
- получение навыков научно-исследовательской и инженерной работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина ФТД.В.02 «Технологические процессы нанoeлектроники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока ФТД «Факультативные дисциплины» основных профессиональных образовательных программ (далее – образовательных программ) бакалавриата «Микро- и нанoeлектроника», «Промышленная электроника», «Электронные приборы и устройства» направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

*Пререквизиты дисциплины.* Данная дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»: «Основы зондовой микроскопии» (Б1.2.В.01), «Физические основы электроники» (Б1.3.Б.08), «Метрология, стандартизация и технические измерения» (Б1.3.Б.07), «Теоретические основы электротехники» (Б1.3.Б.04). Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению перечисленных выше предшествующих дисциплин.

До освоения учебной дисциплины обучающиеся должны:

**знать:** 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 нанoeлектроники.

**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:** основами разработки нормативно-технической документации в области изделий современной микро- и нанoeлектроники; грамотным физическим научным языком; международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; навыками измерения основных физических величин.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению предшествующих дисциплин: «Физика (Б1.2.Б.02)», «Химия (Б1.2.Б.03)», «Информатика (Б1.2.Б.04)». Дисциплина «Технологические процессы нанoeлектроники» (Б1.4.Ф.02) содержательно и методологически взаимосвязана с указанными дисциплинами.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Схемотехника микросистемных устройств» (Б1.3.В.07а), «Элементы электронной техники» (Б1.3.В.05а), «Процессы микро- и нанотехнологии» (Б1.3.В.16), НИР, «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

### 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 профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
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	ПК-5.1. Знает принципы учета видов и объемов производственных работ. ПК-5.2. Умеет осуществлять регламентное обслуживание оборудования. ПК-5.3. Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.	29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе. 29.005. Специалист по технологии производства систем в корпусе.

### 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 часа).

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

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>32</b>
В том числе:	
Лекции	32
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	<b>40</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	зачет
Общая трудоемкость час	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	
	2
Контактная работа (по учебным занятиям)	32

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

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем		СР
			Всего	Лекции	
	<b>Всего</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>40</b>
1	Введение	4	2	2	2
2	Виды материалов нанoeлектроники	14	6	6	8
3	Базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов нанoeлектроники	16	8	8	8
4	Свойства материалов нанoeлектроники	16	8	8	8
5	Технологические особенности изготовления современных приборов нанoeлектроники	18	8	8	10
	Зачет и консультации	4			4

#### 4.3. Содержание разделов дисциплины

##### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Предмет дисциплины, ее задачи. Цели и задачи нанотехнологий. Основные понятия и определения. Физические и технологические проблемы и ограничения миниатюризации полупроводниковых устройств. Понятие мезоскопического размера. Классификация наноматериалов по техническому назначению, составу и свойствам.	2	ПК-5	зачет
2	Золи, гели, суспензии, коллоидные раство-	6	ПК-5	зачет

	<p>ры, матрично-изолированные кластерные сверхструктуры, фуллерены, фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки и их производные, полимеры, сверхрешетки, биомембраны, самоорганизующиеся среды. Материалы на основе наноструктурных элементов. Нанокристаллы. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Самоорганизующиеся упорядоченные пористые материалы. Материалы электроники для нанотехнологий. Кремний и его модификации. Пористый кремний. Гетероструктуры на основе твердых растворов <math>A^3B^5</math>. Гетероструктуры с двумерным электронным газом. Гетероструктуры с квантовыми ямами. Материалы на основе нитридов и их применение. Проблемы подложек и выращивание буферных слоев. Металлические нанокластеры. Конструкционные материалы для несущих конструкций изделий микро- и наносистемной техники. Функциональные материалы микро- и наносистемной техники.</p>			
3	<p>Методы синтеза нанокристаллических порошковых материалов. Газофазный метод. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Метод термического разложения и восстановления. Методы механосинтеза, детонационного синтеза и взрывозрыва. Основы технологии углеродных нанотрубок. Схема установки для получения углеродных нанотрубок методом лазерной абляции. Дуговой способ получения углеродных нанотрубок. Метод пиролиза углеводородов. Синтез из углеродсодержащих газов. Технология поликристаллических алмазов. Технология алмазных и алмазоподобных пленок. Технология металлоорганических соединений. Технология некристаллических материалов. Технология изготовления металлических и полупроводниковых наноточек, нанонитей литографическими методами. Эпитаксиальные методы получения материалов микросистемной техники. Гомо- и гетероэпитаксия. Физическое осаждение из паровой фазы. Получение аморфных, поликристаллических и монокристаллических пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия элементарных полупроводников и полупроводников на основе соединений <math>A^3B^5</math>, осаждение пленок диэлек-</p>	8	ПК-5	зачет

	<p>триков и металлов. Химическое осаждение из газовой фазы: основные закономерности и методика. Эпитаксия из металлоорганических соединений и летучих неорганических гидридов. Механизмы гетероэпитаксиального роста: Франка-ван-дер-Верме, Фольмера-Вебера, Странского-Крастанова. Ионный синтез наноструктур. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе. Технология двумерных гетероэпитаксиальных полупроводниковых систем. Традиционные технологические циклы изготовления интегральных схем, адаптированные для создания трехмерных механических структур: объемная микрообработка, поверхностная микрообработка, технология LIGA.</p>			
4	<p>Свойства наноматериалов. Механические, теплофизические, физико-химические, электрофизические, магнитные, оптические. Критерии выбора и совместимость наноматериалов. Кристаллохимическая и термомеханическая совместимость. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов. Принципы выбора полупроводниковых материалов. Материаловедческие проблемы в создании микро- и наносистемных устройств. Роль размерных эффектов в физико-химических и механических свойствах наноматериалов.</p>	8	ПК-5	зачет
5	<p>Функционально- активные материалы для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических, оптических, электрооптических и термоэлектрических преобразователей энергии, движения, информации. Гетероструктуры с высокой плотностью двумерного электронного газа (ДЭГ). Транзисторы с высокой подвижностью электронов (НЕМТ-транзисторы). Структуры на микроскопически упорядоченных фасетированных поверхностях. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Перспективы изготовления электронных приборов с применением нанотрубок. Перспективы создания эффективных миниатюрных и сверхминиатюрных систем, обусловленные особыми физико-механическими свойствами наноматериалов.</p>	8	ПК-5	зачет

#### 4.3.2 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Классификация наноматериалов по техническому назначению, составу и свойствам. Цели и задачи нанотехнологий.	2	ПК-5	Аналитический отчет, тестовые задания, зачет
2.	Золи, гели, суспензии, коллоидные растворы, матрично-изолированные кластерные сверхструктуры, фуллерены, фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки и их производные, полимеры, сверхрешетки, биомембраны, самоорганизующиеся среды.	8	ПК-5	Аналитический отчет, тестовые задания, зачет
3.	Ионный синтез наноструктур. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе. Технология двумерных гетероэпитаксиальных полупроводниковых систем. Традиционные технологические циклы изготовления интегральных схем, адаптированные для создания трехмерных механических структур: объемная микрообработка, поверхностная микрообработка, технология LIGA.	8	ПК-5	Аналитический отчет, тестовые задания, зачет
4.	Свойства наноматериалов. Механические, теплофизические, физико-химические, электрофизические, магнитные, оптические. Критерии выбора и совместимость наноматериалов. Кристаллохимическая и термомеханическая совместимость. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов.	8	ПК-5	Аналитический отчет, тестовые задания, зачет
5.	Функционально-активные материалы для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических, оптических, электрооптических и термоэлектрических преобразователей энергии, движения, информации.	10	ПК-5	Аналитический отчет, тестовые задания, 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 «Материалы электронной техники»).



## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1 Основная литература**

1. Раскин, А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: 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. Рощин, В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: в 2 частях. Ч. 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.М. Рощин, 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**

1. Малер Р., Кейминс Г. Элементы интегральных схем. — М.: Мир, 1989. — 630 с. (библиотека РГРТУ – 33 экз.)

2. Технология СБИС, под ред. С.Зи, пер. с англ. под ред. Чистякова Ю.Д. — М.: Мир, 1986. (библиотека РГРТУ – 65 экз.)

3. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учебное пособие для вузов. — М: Горячая линия – Телеком, 2005. — 350 с. (библиотека РГРТУ – 147 экз.)

4. Коледов М.А. Технология и конструирование микросхем, микропроцессоров и микросборок. — Радио и связь, 1989. — 400 с. (библиотека РГРТУ – 113 экз.)

5. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. — М.: В.Ш., 1986. — 367 с. (библиотека РГРТУ – 84 экз.)

6. Черняев В.Н. Физико-химические процессы в технологии РЭА. — М.: В.Ш., 1987. — 375с. (библиотека РГРТУ – 45 экз.)

7. 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. (библиотека РГРТУ – 1 экз.)

8. 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. (библиотека РГРТУ – 1 экз.)

9. Лозовский В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное пособие. — Санкт-Петербург, 2008. — 336 с. (библиотека РГРТУ – 13 экз.)

### **6.3 Нормативные правовые акты**

### **6.4 Периодические издания**

### **6.5 Методические указания для обеспечения самостоятельных занятий**

1. 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>.

2. 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>.

3. 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>.

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

Изучение дисциплины «Технологические процессы нанoeлектроники» 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 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. 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 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.
2	Помещение для самостоятельной работы, № 501, к 2 лабораторный 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 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 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



(М.В. Зубков)