

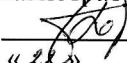
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Микро- и наноэлектроника»

«СОГЛАСОВАНО»

Директор института  
магистратуры и аспирантуры

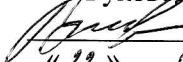
 / О.А. Бодров  
«22» 06 20 20 г



«УТВЕРЖДАЮ»

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

Руководитель ОПОП

 / В.Г. Литвинов  
«22» 06 20 20 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.03 «Методы анализа наносистем»**

Направление подготовки

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки  
Микро- и наноэлектроника

Уровень подготовки  
Магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

утвержденного 22.09.2017 № 959

Разработчики  
Доц. каф. МНЭЛ  
к.т.н.



---

Н.В. Вишняков

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 теоретических знаний и практических навыков в области диагностики и анализа микро- и наносистем и материалов, ознакомлении с современными методами, способами и аппаратурой для экспериментального исследования и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических свойств поверхности твердого тела и микро- и наносистем на наноразмерном уровне, получении устойчивых знаний физических основ методов анализа и диагностики в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

### **Задачи:**

- изучение особенностей физических взаимодействий на наноразмерных масштабах и свойств наноструктурированных материалов, микро- и наносистем;
- расширение научного кругозора и эрудиции магистрантов в вопросах применения современных методов диагностики и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических характеристик микро- и наносистем и наноматериалов;
- изучение физических основ экспериментальных методов диагностики и анализа микро- и наносистем и наноматериалов, возможности характеристики этих объектов с их помощью;
- овладение навыками анализа информации, полученной в результате применения разных методов диагностики с целью получения качественных и количественных характеристик исследуемых объектов;
- обучение навыкам исследовательской и инженерной работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.Д.03 «Методы анализа наносистем» является обязательной, относится к базовой части Блока №1 основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) и изучается магистрантами всех направленностей (профилей) подготовки академической магистратуры направления 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах, освоенных студентами по программам академического бакалавриата: «Процессы микро- и нанотехнологии (Б1.В.05), «Метрология, стандартизация и технические измерения» (Б1.О.14), «Физические основы микро- и нанoeлектроники» (Б1.О.25), «Конструирование микро- и наносистем» (Б1.В.06), «Методы исследования наноматериалов, микро- и наносистем» (Б1.В.04), «Физика наносистем» (Б1.В.03).

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** основы квантовой механики и статистической физики, зонной теории твердых тел.

**Уметь:** применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачами диагностики и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических характеристик микро- и наносистем и материалов.

**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.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, при прохождении технологической (проектно-технологической) практики, преддипломной практики 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.

#### Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Командная работа и лидерство	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИД-1 УК-3 Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства ИД-2 УК-3 Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели ИД-3 УК-3 Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом

### Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 ОПК-2 Знать: методы синтеза и исследования моделей ИД-2 ОПК-2 Уметь: адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ИД-3 ОПК-2 Владеть: навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
Владение информационными технологиями	ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИД-1 ОПК-3 Знать: принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности ИД-2 ОПК-3 Уметь: использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности ИД-3 ОПК-3 Владеть: методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий

## 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 часов).

Дисциплина реализуется в рамках базовой части Блока №1 образовательной программы и изучается магистрантами всех направлений (профилей) подготовки академической магистратуры направления 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	42,35
В том числе:	
Лекции	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	16,0
Консультации	2,0
Иная контактная работа (ИКР)	0,35
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	84,0
<b>Контроль</b>	53,65
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	экзамен
Общая трудоемкость час	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5
Контактная работа (по учебным занятиям)	42,35

#### 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	ИКР	Консультации		
	<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>42,35</b>	24	16	0,35	2	<b>53,65</b>	<b>84,0</b>
1	Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем	4	2	2					2
2	Методы оптической микроскопии	23	8	4	4				15
3	Методы электронной и ионной микроскопии	19	4	4					15
4	Методы сканирующей зондовой микроскопии	27	12	4	8				15
5	Методы спектроскопии	23	8	4	4				15
6	Методы структурного анализа	12	2	2					10
7	Методы определения элементного состава	12	2	2					10
8	Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и наноэлектроники	4	2	2					2
	ИКР	<b>0,35</b>	0,35			0,35			
	Экзамены и консультации	<b>55,65</b>	2				2	53,65	

### 4.3 Содержание дисциплины

#### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
2	Методы оптической микроскопии. Основные характеристики оптических систем. Аберрации оптических систем. Методы наблюдения	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
3	Оптическая микроскопия высокого разрешения: иммерсионная микроскопия, ультрафиолетовая и рентгеновская микроскопия, флуоресцентная микроскопия, конфокальная микроскопия, интерферометрия в белом свете, микроскопия с насыщением люминесценции (STED), ближне-полюсная оптическая микроскопия	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
4	Методы электронной микроскопии. Теоретические основы электронной и ионной микроскопии. Взаимодействие электронного и ионного луча с веществом. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия.	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
5	Методы ионной микроскопии. Теоретические основы ионной микроскопии. Фокусированные ионные пучки	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
6	Методы сканирующей зондовой микроскопии. Туннельная микроскопия	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
7	Методы сканирующей зондовой микроскопии. Атомно-силовая микроскопия	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
8	Методы оптической спектроскопии	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
9	Методы электронной спектроскопии	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
10	Методы структурного анализа	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
11	Методы определения элементного состава	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
12	Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и наноэлектроники	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен

#### 4.3.2 Практические занятия

#### 4.3.3 Лабораторные работы

№ п/п	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Изготовление зондов для сканирующего зондо-	2	УК-3; ОПК-2;	экзамен

	вого микроскопа NanoEducator		ОПК-3	
2	Получение изображения поверхности СЗМ NanoEducator в режиме атомно-силовой микроскопии	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
3	Проведение сканирующей зондовой литографии на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
4	Обработка и количественный анализ СЗМ-изображений	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен

#### 4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-	экзамен
2.	Методы оптической микроскопии	15	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
3.	Методы электронной и ионной микроскопии	15	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
4.	Методы сканирующей зондовой микроскопии	15	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
5.	Методы спектроскопии	15	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
6.	Методы структурного анализа	10	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
7	Методы определения элементного состава	10	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	экзамен
8	Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и наноэлектроники	2	УК-3; ОПК-2; ОПК-3	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 Б1.Б.Д.03 «Методы анализа наносистем»).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная учебная литература

1) Нанотехнологии и их применение: научное издание в 2 частях. Часть 1. – Диагностика нанообъектов. Наноматериалы. Наноэлектроника / С. П. Вихров, Н. В. Вишняков. Рязань: ООО «Сервис», 2012. – 208 с. ISBN 978-5-83403-059-3 — Режим доступа: <http://elibr.sreu.ru/ebs/download/506>



2) Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 607 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94144>

3) Лачинов, А.Н. Методы диагностики и анализа микро- и наносистем: учеб. Пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2013. — 60 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42398>

4) Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Баранов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2009. — 191 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68194.html>

5) Кларк Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов [Электронный ресурс] : монография / Э.Р. Кларк, К.Н. Эберхард. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2007. — 376 с. — 978-5-94836-121-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12728.html>

6) Филимонова Н.И. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Филимонова, Б.Б. Кольцов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 134 с. — 978-5-7782-2158-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45104.html>

7) Величко А.А. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Величко, Н.И. Филимонова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 227 с. — 978-5-7782-2534-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45105.html>.

## **6.2 Дополнительная учебная литература**

1) Головин, Ю.И. Наномир без формул [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 546 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70736>

2) Наумов А.В. Спектральная микроскопия одиночных молекул и нанодиагностика неупорядоченных твердых сред [Электронный ресурс] : монография / А.В. Наумов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2015. — 212 с. — 978-5-4263-0271-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70149.html>

3) Данилина Т.И. Оборудование для создания и исследования свойств объектов нанозлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Данилина, И.А. Чистоедова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 96 с. — 978-5-91191-202-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13950.html>

4) Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Смирнов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. — 115 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13944.html>

5) Каныгина О.Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Н. Каныгина, А.Г. Четверикова, В.Л. Бердинский. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 141 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33663.html>

6) Основы нанотехнологии: учебник [Электронный ресурс] : учеб. / Н.Т. Кузнецов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94129>

7) Быков Ю.А. Определение твердости нанопокровтий [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу «Современные методы исследования структуры материалов» / Ю.А. Быков, С.Д. Карпухин, В.М. Полянский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 32 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31126.html>

### **6.3 Нормативные правовые акты**

### **6.4 Периодические издания**

### **6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям**

1) Методы анализа микро- и наносистем: методические указания к лабораторной работе № 1/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.П. Авачев, Н.В. Вишняков, Ю.В. Воробьев, Н.Б. Рыбин. Рязань, 2016. 16 с.

2) Методы анализа микро- и наносистем: методические указания к лабораторной работе № 2/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.П. Авачев, Н.В. Вишняков, Ю.В. Воробьев, Н.Б. Рыбин. Рязань, 2016. 16 с.

3) Методы анализа микро- и наносистем: методические указания к лабораторной работе № 3/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.П. Авачев, Н.В. Вишняков, Ю.В. Воробьев, Н.Б. Рыбин. Рязань, 2016. 16 с.

4) Методы анализа микро- и наносистем: методические указания к лабораторной работе № 4/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.П. Авачев, Н.В. Вишняков, Ю.В. Воробьев, Н.Б. Рыбин. Рязань, 2016. 16 с.

5) Методы анализа микро и наносистем: методические указания к лабораторной работе № 5/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.П. Авачев, Н.В. Вишняков, Ю.В. Воробьев, Н.Б. Рыбин. Рязань, 2016. 16 с.

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

Изучение дисциплины «Методы анализа наносистем» проходит в 1 семестре 1 года обучения. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов. Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует: закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний; 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 тестовых заданий текущего контроля успеваемости;
- итоговая аттестация по дисциплине – текущий контроль (подготовка к экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других

источников, сопоставить особенности практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

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

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

Подготовка к 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;
- основные расчетные соотношения;
- таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы;
- графики сканов и 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 при выполнении тестовых заданий по дисциплине). Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

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

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

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

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);
3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
4. LibreOffice
5. Adobe acrobat reader
6. 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 проведения лабораторных работ, оснащенная учебным оборудованием зондовой микроскопии и спектроскопии;
- 3) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 51 главного учебного корпуса	Специализированная мебель (40 посадочных мест) ПК Intel Celeron 1,8 ГГц – 1 шт. Проектор Sanyo PLC-XP4 Экран Аудиторная доска Возможность подключения к сети «Интернет» проводным и беспроводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
2	Помещение для самостоятельной работы, № 501, к 2 лабораторный корпус	Магнитно-маркерная доска; ПК Intel Celeron 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, № 042 главного учебного корпуса	4 рабочих места с ПЭВМ, 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:

к.т.н., доцент,  
доц. каф. МНЭЛ



Вишняков Н.В.