

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»

Декаан ФЭ

/ Н.М. Верещагин

«22» 06 20 20 г

Заведующий кафедрой МНЭЛ

/ В.Г. Литвинов

«22» 06 20 20 г



«СВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПимД

/ А.В. Корячко

«22» 06 20 20 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.01.02\_ «Сложнофункциональные электронные блоки»

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 микроэлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 № 927

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



В.В. Гудзев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МНЭЛ

« 19 » 06 2020г., 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 части использования активных приборов микроэлектроники при схемотехническом проектировании сложнофункциональных электронных блоков 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:**

- обучение особенностям схемотехнического проектирования сложнофункциональных электронных блоков;
- обучение основным методикам схемотехнического расчета сложнофункциональных электронных блоков;
- обучение применению современных интерактивных программных комплексов для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей сложнофункциональных электронных блоков;
- обучение навыкам и умениям по использованию стандартных схемотехнических приемов при разработке и проектированию сложнофункциональных электронных блоков;
- обучение навыкам и умениям компьютерного моделирования сложнофункциональных электронных блоков;
- обучение навыкам исследовательской и инженерной работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, и относится к дисциплинам (модулям) по выбору 1 (ДВ.1) учебного плана основных профессиональных образовательных программ (далее – образовательных программ) бакалавриата «Микро- и нанoeлектроника», «направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Настоящая дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана: «Математика» (Б1.О.09), «Физика» (Б1.О.10), «Теоретические основы электротехники» (Б1.О.20), «Твердотельная электроника» (Б1.В.01.04), «Пакеты прикладных программ в электронике» (Б1.О.17), «Схемотехника микроэлектронных устройств» (Б1.В.ДВ.07.01).

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** основные факты, базовые концепции и модели физики, твердотельной электроники, теоретических основ электротехники;

**уметь:** применять на практике основные приемы расчета элементарных электрических цепей;

**владеть:** начальными навыками использования программных средств обработки и представления данных.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Конструирование микро- и наносистем» (Б1.В.06), «Функциональные узлы электронных устройств» (Б1.В.ДВ.04.01), Научно-исследовательская практика (Б2.В.02(Н)), «Преддипломная практика» (Б2.О.02.01(Пд)) 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
Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники	Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков. Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле.	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ИД – 1 ПК-1 Знать: принципы схемотехнического проектирования отдельных блоков электронных приборов, схем и устройств.  ИД – 2 ПК-1 Уметь: строить физические и математические модели электронных приборов, схем, устройств.  ИД – 3 ПК-1 Владеть: навыками компьютерного моделирования электрических схем.
Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники	Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков. Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле.	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	ИД – 1 ПК-3 Знать: принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов.  ИД – 2 ПК-3 Уметь: проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.  ИД – 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 4 ЗЕ (144 часа).

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

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>50,65</b>
В том числе:	
Лекции	32
Лабораторные работы (ЛР)	16
Иная контактная работа (ИКР)	0,65
Консультации	2
<b>Курсовое проектирование (КП)</b>	<b>11,7</b>
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	<b>37,3</b>
<b>Контроль</b>	<b>44,35</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	экзамен
Общая трудоемкость час	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4
Контактная работа (по учебным занятиям)	50,65

#### 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	Контроль	СР
			всего	Лекции	ЛР	Консультации	ИКР			
	Всего	144	<b>50,65</b>	32	16	2	0,65	<b>11,7</b>	<b>44,35</b>	<b>37,3</b>
1	Введение. Сложнофункциональные блоки в аналоговой и цифровой электронике.	2	2	2						
2	Схемотехника цифровых сложнофункциональных электронных блоков.	28	18	10	8					10
3	Схемотехника элементов памяти для слож-	10	4	4						6

	нофункциональных электронных блоков								
4	Схемотехника аналоговых сложнофункциональных электронных блоков.	34	18	10	8				16
5	Схемотехника аналого-цифровых и цифро-аналоговых схем в микроэлектронном исполнении.	9,3	4	4					5,3
6	Заключение. Тенденции развития элементной базы сложнофункциональных электронных блоков.	2	2	2					
	ИКР	0,65	0,65				0,65		
	КП	11,7						11,7	
	Экзамены и консультации	46,35	2			2			44,35

### 4.3 Содержание дисциплины

#### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Классификация микросхем.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
2	Основы цифровой электроники. Логические функции, и способы их представления. Конъюнктивные и дизъюнктивные формы функции. Преобразование логических функций. Способы минимизации и декомпозиции логических функций.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
3	Схемотехника сложнофункциональных электронных блоков на базе цифровых ИС. Логические элементы, их основные характеристики и параметры. Типовые каскады логических схем ТТЛ, И <sup>2</sup> Л, анализ их характеристик. Логические схемы на комплементарных МДП-транзисторах, анализ их характеристик. Особенности элементной базы цифровых БИС и СБИС. Интегральные схемы функциональных цифровых узлов. Комбинационные логические схемы. Общая методика синтеза комбинационных схем.	6	ПК-1, ПК-3	экзамен
4	Особенности элементной базы цифровых БИС и СБИС. Интегральные схемы функциональных цифровых узлов. Комбинационные логи-	4	ПК-1, ПК-3	экзамен

	ческие схемы. Общая методика синтеза комбинационных схем.			
5	Схемотехника элементов памяти для сложнофункциональных электронных блоков. Классификация микросхем памяти. Общая структура микросхем памяти. ИС оперативной памяти, их основные параметры. Статические и динамические микросхемы памяти. Типовые схемы запоминающих элементов.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
6	Микросхемы постоянных запоминающих устройств (ПЗУ). Программируемые и репрограммируемые ПЗУ. Структура и элементы памяти ПЗУ.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
7	Схемотехника сложнофункциональных электронных блоков на базе аналоговых ИС. Операционные усилители и компараторы. Основные характеристики и параметры ОУ. Идеальный и реальный ОУ. Основные схемы включения ОУ.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
8	Источники тока и напряжения в ИС. Дифференциальные каскады (ДК). Схемотехника различных видов ДК. Варианты входных и выходных каскадов.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
9	Схемотехника типовых ОУ. Методы коррекции частотно-фазовых характеристик ОУ. Шумовые характеристики ОУ. Развитие схемотехники ОУ. Особенности схемотехники микроощных и малощных ОУ.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
10	Схемотехника типовых компараторов напряжения. Схемотехника интегральных таймеров. Перемножение аналоговых сигналов с помощью дифференциальных каскадов. Схемотехника аналоговых перемножителей.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен
11	Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Схемотехника типовых ЦАП и их параметры. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Схемотехника типовых АЦП.	4	ПК-1, ПК-3	экзамен
12	Тенденции развития элементной базы сложнофункциональных электронных блоков.	2	ПК-1, ПК-3	экзамен

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Исследование характеристик логических ТТЛ и ЭСЛ элементов	4	ПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен
2	Исследование характеристик элемента И2Л и логического элемента	4	ПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен

	на основе КМОП структур			
3	Исследование схем токового зеркала и дифференциального каскада	4	ПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен
4	Изучение схемотехники операционных усилителей	4	ПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, экзамен

#### 4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Модификации логических схем ТТЛ, И <sup>2</sup> Л, ЭСЛ, КМОП	4	ПК-1, ПК-3	экзамен
2.	Полусумматор. Комбинационные сумматоры. Многоуровневые сумматоры с ускоренным переносом. Арифметическо-логические устройства (АЛУ).	6	ПК-1, ПК-3	экзамен
3.	Программируемые и репрограммируемые ПЗУ. Структура и элементы памяти ППЗУ.	4	ПК-1, ПК-3	экзамен
4.	Токовое зеркало Уилсона. Схемотехника температурно-независимых источников опорного напряжения.	4	ПК-1, ПК-3	экзамен
5.	Суммирующие усилители. Логарифмические усилители. Интеграторы и дифференциаторы. Автогенераторы. Активные фильтры.	6	ПК-1, ПК-3	экзамен
6.	Перемножение аналоговых сигналов с помощью дифференциальных каскадов. Схемотехника аналоговых перемножителей.	6	ПК-1, ПК-3	экзамен
7.	Интегрирующие АЦП, АЦП развертывающего типа. АЦП с поразрядным уравниванием.	5,3	ПК-1, ПК-3	экзамен

#### 4.3.5 Курсовая работа

№	Тема курсового проекта	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Разработка схемотехники сложнофункционального блока дешифратора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
2	Разработка схемотехники сложнофункционального блока шифратора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
3	Разработка схемотехники сложнофункционального блока мультиплексора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
4	Разработка схемотехники сложнофункционального блока демultipлексора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
5	Разработка схемотехники сложнофункционального блока мажоритарного элемента	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
6	Разработка схемотехники сложнофункционального блока ИС сумматора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
7	Разработка схемотехники сложнофункционального блока полусумматора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
8	Разработка схемотехники сложнофункционального блока компаратора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы



9	Разработка схемотехники сложнофункционального блока регистра	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
10	Разработка схемотехники сложнофункционального блока триггера	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
11	Разработка схемотехники сложнофункционального блока счетчика	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
12	Разработка схемотехники сложнофункционального блока универсального операционного усилителя	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
13	Разработка схемотехники сложнофункционального блока быстродействующего операционного усилителя	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
14	Разработка схемотехники сложнофункционального блока операционного усилителя	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
15	Разработка схемотехники сложнофункционального блока малозумящего операционного усилителя	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
16	Разработка схемотехники сложнофункционального блока компаратора	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
17	Разработка схемотехники сложнофункционального блока интегрального таймера	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
18	Разработка схемотехники сложнофункционального блока перемножителя	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
19	Разработка схемотехники сложнофункционального блока ЦАП	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы
20	Разработка схемотехники сложнофункционального блока АЦП	ПК-1, ПК-3	Защита курсовой работы

## 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 «Сложнофункциональные электронные блоки»).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература

1. Лоскутов Е.Д. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лоскутов Е.Д.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2016.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44037.html>

2. Ульрих Титце Полупроводниковая схемотехника. Том I [Электронный ресурс] / Титце Ульрих, Шенк Кристоф. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 826 с. — 978-5-4488-0052-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63579.html>

3. Ульрих Титце Полупроводниковая схемотехника. Том II [Электронный ресурс] / Титце Ульрих, Шенк Кристоф. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразова-

ние, 2017. — 940 с. — 978-5-4488-0059-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63580.html>

4. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 238 с. — 978-5-86889-677-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72130.html>

5. 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.

6. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику [Электронный ресурс] / Ю.В. Новиков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 392 с. — 5-94774-600-X. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52187.html>

## **6.2 Дополнительная литература**

1. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Высшая школа, 1991 г. -622 с.

2. Шило В. Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Советское радио, 1979 г. - 369 с.

3. Титце У, Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. В 2 т. Т. 1. Пер. с нем. -М.: Додека-XXI, 2008 г. - 832 с.

4. Титце У, Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. В 2 т. Т. 2. Пер. с нем. -М.: Додека-XXI, 2008 г. - 942 с.

## **6.3 Нормативные правовые акты**

### **6.4 Периодические издания**

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

1. Микросхемотехника аналоговых интегральных схем : метод указ к лаб. работам / Н. В. Вишняков, В. В. Гудзев, А. Д. Маслов ; РГРТУ. - Рязань, 2017. - 21с.

2. . Микросхемотехника цифровых интегральных схем : метод указ к лаб. работам / Н. В. Вишняков, В. В. Гудзев, А. Д. Маслов, А.С. Тюшин ; РГРТУ. - Рязань, 2018. - 32с

2. Чижма С.Н. Электроника и микросхемотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Чижма. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. — 359 с. — 978-5-89035-649-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16275.html>

3. Лабораторный практикум по курсам «Электроника», «Электроника и микропроцессорная техника». Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.В. Бутенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 109 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31042.html>

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

Изучение дисциплины «Сложнофункциональные электронные блоки» осуществляется 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 те-

мам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний.

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);
- выполнение курсовой работы;
- итоговая аттестация по дисциплине – текущий контроль (подготовка к экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить особенности практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: позволяет самостоятельно изучить особенности свойств ряда материалов и применения их в электронной технике, которые не рассмотрены во время лекций и лабораторных занятий. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к лабораторному занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и подготовке предварительного отчета, который должен быть завершен при ее выполнении в лаборатории.

Методические требования к оформлению отчетов о лабораторных работах:

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- 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.

Выполнение курсовой работы (КР). Для выполнения КР студенту выдается индивидуальное задание, содержащее название КР, основные требования к КР и наименование пунктов, которые необходимо выполнить. КР должен содержать титульный лист; задание на КР, подписанное преподавателем и студентом, введение, анализ технического задания, расчетную часть, моделирование, заключение, список использованных источников, графический материал. Графический материал оформляется по ГОСТ. Защита КР предусматривает устный доклад студента в виде презентации по итогам выполнения КР и ответа на дополнительные вопросы. По результатам защиты выставляется оценка.

Подготовка к зачету, экзамену. В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сфор-

мировав 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. Программная среда схемотехнического моделирования MicroCAP;
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, № 51 главного учебного корпуса	Специализированная мебель (32 посадочных мест) ПК Intel Celeron 2,4 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, № 203 главного учебного корпуса	25 рабочих мест 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.ф.-м.н.,  
доцент каф. МНЭЛ



Гудзев В.В.