

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Микро- и нанoeлектроника»

«СОГЛАСОВАНО»

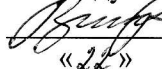
Декан ФЭ



/ Н.М. Верещагин

«22» 06 20 20 г

Заведующий кафедрой МНЭЛ



/ В.Г. Литвинов

«22» 06 20 20 г



«ТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

06 20 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 «Интеллектуальные датчики»

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Микро- и нанoeлектроника

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

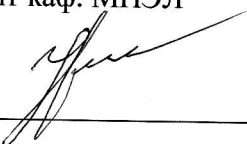
Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 № 927

Разработчики
Доцент 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 базовых знаний и умений в области общих физических принципов преобразования информации, классификации датчиков измерительных систем с различной степенью интеллектуальности, принципов работы, устройства и способов применения их в технических системах, согласования их с измерительной цепью 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:

- расширение научного кругозора и эрудиции в вопросах преобразования измеряемой физической величины в электрический информационный сигнал;
- обучение представлениям о различных классах современных интеллектуальных датчиков с различной степенью интеллектуальности, принципах работы, устройстве и способах применения их в технических системах;
- обучение представлениям о метрологии датчиков, согласования их с измерительной цепью и борьбы с шумами и помехами;
- обучение навыкам исследовательской и инженерной работы;
- обучение методам обработки и анализа результатов лабораторных экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина реализуется в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, и относится к дисциплинам (модулям) по выбору 3 (ДВ.3) 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), «Химия» (Б1.О.12) «Физические основы электроники (Б1.О.20)», «Твердотельная электроника» (Б1.В.01.04), «Статистическая физика электронных процессов» (Б1.О.16), «Физические основы микро- и нанoeлектроники» (Б1.О.25), «Материалы электронной техники» (Б1.О.23).

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные физические явления; основные факты, базовые концепции и модели физики твердого тела, основные характеристики материалов, их применение в элементах электроники и нанoeлектроники, основы современных технологий микро- и нанoeлектроники;

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления экспериментальных данных;

владеть: базовыми навыками работы с измерительными приборами; грамотным физическим научным языком; международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Функциональные узлы электронных устройств» (Б1.В.ДВ.04.01), «Сложнофункциональные аналоговые устройства» (Б1.В.ДВ.06.02), «Науч-

но-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 нанoeлектроники 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 микро- и наноразмерных электро-механических систем и их элементов на поведенческом, схемотехническом и физическом уровнях описания	Проектирование и разработка устройств, приборов на основе микро- и наноразмерных электро-механических систем. Обеспечение полного технологического цикла производства полупроводниковых кристаллов, разработка и освоение новых технологических процессов, используе-	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ИД – 1 ПК-2 Знать: методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ИД – 2 ПК-2 Уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов ИД – 3 ПК-2 Владеть: навыками компьютерного моделирования структур на основе неупорядоченных полупроводников.

	мых при производстве наноразмерных интегральных схем и приборов гражданского и военного применения для различных областей техники.		
--	--	--	--

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 по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ» и изучается бакалаврами очной формы обучения на 4 курсе в 7 семестре.

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	66,35
В том числе:	
Лекции	32
Лабораторные работы (ЛР)	16
Практические занятия (ПЗ)	16
Иная контактная работа (ИКР)	0,35
Консультации	2
Самостоятельная работа (СР) (всего)	33
Контроль	44,65
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	экзамен
Общая трудоемкость час	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4
Контактная работа (по учебным занятиям)	66,35

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	ПЗ	ИКР	Консультации		
	Всего	144	66,35	32	16	16	0,35	2	44,65	33
1	Введение. Общие принципы построения интел-	3	2	2						1

	лектуальных измерительных преобразователей								
2	Метрологические характеристики интеллектуальных датчиков в статическом и динамическом режимах	8	4	2		2			4
3	Формирование сигналов пассивных датчиков	14	10	4	4	2			4
4	Формирование сигналов активных датчиков	16	12	6	4	2			4
5	Усиление измерительного сигнала	22	16	6	8	2			6
6	Вторичные функциональные преобразователи	11	6	4		2			5
7	Функциональные преобразователи на основе ЦАП и АЦП	8	4	2		2			4
8	Высокоинтеллектуальные датчики	6	4	2		2			2
9	Применение современных интеллектуальных датчиков в технических и биотехнических системах	6	4	2		2			2
10	Заключение. Тенденции развития интеллектуальных датчиков	3	2	2					1
	ИКР	0,35	0,35				0,35		
	Экзамены и консультации	46,65	2					2	44,65

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Общие принципы построения интеллектуальных измерительных преобразователей.	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
2	Метрологические характеристики интеллектуальных датчиков в статическом и динамическом режимах	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
3	Формирование сигналов пассивных датчиков. Потенциометрические схемы включения пассивных датчиков	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
4	Формирование сигналов пассивных датчиков.	2	ПК-1, ПК-2	экзамен

	Мостовые схемы включения пассивных датчиков			
5	Формирование сигналов активных датчиков. Датчик-генератор тока, напряжения, заряда	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
6	Формирование сигналов активных датчиков. Согласование датчика с измерительной схемой	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
7	Усиление измерительного сигнала. Измерительные усилители на ОУ	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
8	Усиление измерительного сигнала. Коррекция аддитивной погрешности и гальваническая развязка в измерительных усилителях	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
9	Вторичные функциональные преобразователи. Преобразователи ток – напряжение, напряжение – ток. Интеграторы и дифференциаторы. Усилители – преобразователи заряда	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
10	Вторичные функциональные преобразователи. Логарифмирующие и экспоненциальные преобразователи. Сумматоры и вычитатели. Перемножители	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
11	Функциональные преобразователи на основе ЦАП	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
12	Функциональные преобразователи на основе АЦП	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
13	Высокоинтеллектуальные датчики.	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
14	Сопряжение датчика с микроконтроллером	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
15	Применение современных интеллектуальных датчиков в технических и биотехнических системах	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
16	Заключение. Тенденции развития интеллектуальных датчиков	2	ПК-1, ПК-2	экзамен

4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Датчики магнитного поля. Датчики холла	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
2	Интегральные датчики температуры	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
3	Пороговые датчики температуры	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
4	Резистивные и гальванические термодатчики	4	ПК-1, ПК-2	экзамен

4.3.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Метрологические характеристики интеллектуальных датчиков в статическом и динамическом режимах	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
2	Формирование сигналов пассивных датчиков	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
3	Формирование сигналов активных датчиков	2	ПК-1, ПК-2	экзамен

4	Усиление измерительного сигнала	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
5	Вторичные функциональные преобразователи	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
6	Функциональные преобразователи на основе ЦАП и АЦП	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
7	Высокоинтеллектуальные датчики	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
8	Применение современных интеллектуальных датчиков в технических и биотехнических системах	2	ПК-1, ПК-2	экзамен

4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Введение. Общие принципы построения интеллектуальных измерительных преобразователей.	1	ПК-1, ПК-2	экзамен
2.	Метрологические характеристики интеллектуальных датчиков в статическом и динамическом режимах	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
3.	Формирование сигналов пассивных датчиков	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
4.	Формирование сигналов активных датчиков	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
5.	Усиление измерительного сигнала	6	ПК-1, ПК-2	экзамен
6.	Вторичные функциональные преобразователи	5	ПК-1, ПК-2	экзамен
7	Функциональные преобразователи на основе ЦАП и АЦП	4	ПК-1, ПК-2	экзамен
8	Высокоинтеллектуальные датчики	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
9	Применение современных интеллектуальных датчиков в технических и биотехнических системах	2	ПК-1, ПК-2	экзамен
10	Заключение. Тенденции развития интеллектуальных датчиков	1	ПК-1, ПК-2	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 «Интеллектуальные датчики»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1) Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 624 с. — 978-5-94836-316-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>

2) Ахмеджанов Р.А. Физические основы получения информации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Ахмеджанов, А.И Чередов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. — 212 с. — 978-5-9994-0078-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26844.html>

- 3) Шишкин, Г.Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 411 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66208>
- 4) Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы [Электронный ресурс]: монография / А.В. Афанасьев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2006. — 552 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59436>
- 5) Физико-технические основы микро- и наноустройств [Электронный ресурс]: учебное пособие / — Электрон. текстовые данные. — Самара: РЕАВИЗ, 2010. — 60 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10148.html>
- 6) Войтович, И.Д. Интеллектуальные сенсоры [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.Д. Войтович, В.М. Корсунский. — Электрон. дан. — Москва: , 2016. — 1164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100608>
- 7) Марукович Е.И. Бесконтактная термометрия [Электронный ресурс] / Е.И. Марукович, А.П. Марков, С.С. Сергеев. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2014. — 252 с. — 978-985-08-1681-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29421.html>

6.2 Дополнительная литература

- 1) Архипов, А.М. Датчики Freescale Semiconductor [Электронный ресурс] / А.М. Архипов, В.С. Иванов, Д.И. Панфилов. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 184 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60998>
- 2) Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/690>
- 3) Шебалкова Л.В. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Шебалкова, В.Н. Легкий, В.Б. Ромодин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. — 172 с. — 978-5-7782-2586-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45108.html>

6.3 Нормативные правовые акты

6.4 Периодические издания

6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям

- 1) Современные твердотельные датчики: методические указания к лабораторной работе № 1 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.В. Вишняков, В.В. Гудзев, А.В. Ермачихин, Н.Б. Рыбин, Н.М. Толкач. Рязань, 2016. 12 с.
- 2) Современные твердотельные датчики: методические указания к лабораторной работе № 2 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.В. Вишняков, В.В. Гудзев, А.В. Ермачихин, Н.Б. Рыбин, Н.М. Толкач. Рязань, 2016. 12 с.
- 3) Современные твердотельные датчики: методические указания к лабораторной работе № 3 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.В. Вишняков, В.В. Гудзев, А.В. Ермачихин, Н.Б. Рыбин, Н.М. Толкач. Рязань, 2016. 12 с.
- 4) Современные твердотельные датчики: методические указания к лабораторной работе № 4 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.В. Вишняков, В.В. Гудзев, А.В. Ермачихин, Н.Б. Рыбин, Н.М. Толкач. Рязань, 2016. 12 с.
- 5) Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2012. — 624 с. — 978-5-94836-316-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>
- 6) Капуткин Д.Е. Физика. Обработка результатов измерений при выполнении лабораторных работ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Д.Е. Капуткин, А.Г.

Шустиков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2007. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56598.html>

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

Изучение дисциплины «Интеллектуальные датчики» 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 темам 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 пе-

речисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

Подготовка к зачету, экзамену. В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало. Поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра, при этом основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (это добросовестное посещение занятий, выполнение в назначенный срок и активность на лабораторных занятиях). Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

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

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

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

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);
3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
4. LibreOffice;
5. 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

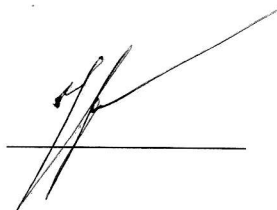
Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

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, № 057 главного учебного корпуса	4 лабораторных стенда, 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,
доцент каф. МНЭЛ



Вишняков Н.В.