

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Электро- и радиоизмерения в микроэлектронике
(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Микроэлектроника и твердотельная электроника
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Митрохин В.И., д.ф.-м.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ
(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии Москаленко А.Г.
(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электро- и радиоизмерения в микроэлектронике

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
 (код, наименование)

Профиль: Микроэлектроника и твердотельная электроника
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 72; Часов по РПД: 72;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; Часов по РПД: 72;

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (50%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (50%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 2;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 4; Зачеты (с оценкой) – 0;

Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: 4 года.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																		
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого		
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	
Лекции							18	18										18	18
Лабораторные							-	-										-	-
Практические							18	18										18	18
Ауд. занятия							36	36										36	36
Сам. работа							36	36										36	36
Итого							72	72										72	72

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. №218.

Программу составил: _____ д.т.н., Строгонов А.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент(ы): _____ Коваленко П.Ю., к.т.н., зам. гл. инженера АО «ВЗПП-С»

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – приобретение знаний и навыков в области методов и способов измерения электрических величин в микроэлектронике, структуры и методов построения измерительных приборов, а также приобретение опыта проведения электро- и радиоизмерений.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	дать общую классификацию электронных измерительных средств по назначению, видам используемых сигналов и применяемым методам измерений;
1.2.2	рассмотреть типичные структурно-функциональные схемы аналоговых и цифровых электронных измерительных средств, основные источники погрешностей и меры по их минимизации;
1.2.3	определить основные направления дальнейшего развития электронных измерительных средств (встраивание микропроцессорных систем, использование сложных алгоритмов измерений и обработки измерительной информации, развитие виртуальных измерительных комплексов на базе персональных компьютеров);
1.2.4	овладеть методами и средствами инструментального анализа сигналов и цепей.
1.2.5	изучить принцип действия и нормируемые метрологические характеристики основных типов электроизмерительных приборов;
1.2.6	выработать у студентов практические навыки работы с измерительными приборами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1		код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.1.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Б1.Б.6	Физика	
Б1.Б.9	Информационные технологии	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее		
Б1.Б.15	Физика конденсированного состояния	
Б1.Б.16	Физические основы электроники	
Б1.Б.20	Схемотехника	
Б1.В.ОД.14	Методы исследования материалов и структур электроники	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
ПК-2	способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники различного функционального назначения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	принципы действия основных электро- и радиоизмерительных приборов и устройств (ОПК-3);
3.1.2	методы измерения параметров электрических сигналов и характеристик электронных и радиотехнических цепей (ОПК-3, ПК-2);
3.1.3	основы теории и принципы построения основных классов электронных измерительных приборов (ПК-2);
3.1.4	особенности измерительного процесса в микроэлектронике (ПК-2).
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать методы и средства, правильно проводить измерения (ПК-2);
3.2.2	оценивать погрешности измерений (ОПК-5);
3.2.3	анализировать результаты измерений, делать выводы (ОПК-5);
3.2.4	готовить отчеты по результатам проведенных измерений (ПК-2);
3.3	Владеть:
3.3.1	современными методами и средствами измерения параметров электрических цепей и сигналов в микроэлектронике (ОПК-5, ПК-2);
3.3.2	методами обработки и оценки погрешности результатов измерений (ОПК-5.);
3.2.3	навыками проведения электро- и радиоизмерений при помощи измерительных приборов и систем различной конструкции (ПК-2);

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Измерение тока, напряжения и сопротивления.	4	1-4	4	4	-	8	16
2	Генераторы сигналов, измерение частоты, времени, фазы.	4	5-10	6	6	-	12	24
3	Исследование параметров электрических сигналов с помощью осциллографа.	4	11-14	4	4	-	8	16
4	Измерение параметров структур микроэлектроники	4	15-18	4	4	-	8	16
Итого				18	18	-	36	72

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1. Измерение тока, напряжения и сопротивления.		4	
1	Измерение напряжения и тока. Аналоговые и цифровые вольтметры.	2	
3	Измерение сопротивления	2	
2. Генераторы сигналов, измерение частоты, времени, фазы.		6	
5	Генераторы измерительных сигналов низкой, высокой и сверхвысокой частоты.	2	
7	Измерение частоты, времени	2	
9	Измерение фазы	2	
3. Исследование параметров электрических сигналов с помощью осциллографа.		4	
11	Типы осциллографов. Принцип действия и основные метрологические характеристики	2	
13	Калибраторы осциллографов. Измерение параметров сигналов с помощью осциллографа	2	
4. Измерение параметров структур микроэлектроники.		4	
15	Основные цели, объекты и системы измерения параметров структур микроэлектроники	2	
17	Методы измерения параметров элементов интегральных микросхем	2	
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1. Измерение тока, напряжения и сопротивления.		4		
1	Расчет погрешностей измерения напряжения и тока	2		Отчет
3	Расчет пиковых, средних, средневыпрямленных и среднеквадратических значений напряжения и тока	2		Отчет
2. Генераторы сигналов, измерение частоты, времени, фазы.		6		
5	Изучение структурных схем генераторов	2		Отчет
5	Изучение принципа действия цифрового частотомера	2		Отчет
9	Анализ структурной схемы цифрового фазометра	2		Отчет
3. Исследование параметров электрических сигналов с помощью осциллографа.		4		
11	Анализ структурной схемы универсального осциллографа	2		Отчет
13	Определение параметров сигналов по форме осциллограммы	2		Отчет

4. Измерение параметров структур микроэлектроники		4		
15	Методы определения геометрических размеров элементов микросхем	2		Отчет
17	Принципы измерения электрических параметров микросхем	2		Отчет
Итого часов		18		

4.2. Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Подготовка к выполнению практических занятий	Допуск к выполнению практических занятий	2
2	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
3	Подготовка к выполнению практических занятий	Допуск к выполнению практических занятий	2
4	Работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет	2
5	Подготовка к выполнению практических занятий	допуск к выполнению практических занятий	2
6	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
7	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
8	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
9	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
10	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
11	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Подготовка к контрольной работе	Контр. работа	2
12	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет	2
13	Подготовка к выполнению практических занятий	Допуск к выполнению практических занятий	2
14	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
15	Подготовка к выполнению практических	Защита, допуск к выпол-	2

	занятий	нению практических занятий	
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет	2
16	Подготовка к выполнению практических занятий	Допуск к выполнению практических занятий	2
17	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка конспекта	2
18	Подготовка к выполнению практических занятий	Защита, допуск к выполнению практических занятий	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет	0,5
Итого:			36

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции, лекции-визуализации, проблемные лекции
5.2	Практические занятия: – проведение практических занятий; – защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – контрольные работы; – отчет и защита выполненных практических работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные темы курсовых проектов, варианты контрольных работ, вопросы к экзамену, экзаменационные билеты.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Методы измерений параметров напряжений и токов»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Определение параметров электрических сигналов с помощью осциллографа»
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Тесты по темам: «Основные принципы измерения частоты и фазы» «Определение параметров сигналов с помощью осциллографа»

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
N пп	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспе- ченность
7.1.1 Основная литература				
1	Лифиц И.М.	Стандартизация, метрология и сертификация : Учебник. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2007. - 399 с.	2007 Печат.	38
2	Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С.	Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учеб. пособ. / М. : Высш. шк., 2002. - 205с.	2002 Печат.	58
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Рембеза С.И.; Синельников Б.М.; Рембеза Е.С.; Каргин Н.И	Физические методы исследования материалов твердотельной электроники : учеб. пособие / С. И. Рембеза, Б. М. Синельников, Е. С. Рембеза, Н. И. Каргин. - Ставрополь : Северо-Кавказский ГТУ, 2002. - 432с.	2002 Печат.	35
2	Крылова Г.Д.	Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб. пособие / Г.Д.Крылова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 671с.	2003 Печат.	50
3	Никифоров А. Д., Бакиев. Т. А.	Метрология, стандартизация и сертификация : Учебник / - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2003. - 422 с.	2003 Печат	90
7.1.3. Методические разработки				
1	Митрохин В.И., Горлов М.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения / Воронеж : ВГТУ, 2005. - 35 с. (№ 54-2005).	2005 Печат	40
2	Митрохин В.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3- 5 по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения / Воронеж : ВГТУ, 2005. - 30 с. (№ 78-2005).	2005 Печат.	46
3	Митрохин В.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-6 по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" заочной формы обучения / Воронеж : ГОУВПО	2008 Магнит.	4

		"Воронежский государственный технический университет", 2008. - 31 с. (№ 437-2008)		
--	--	---	--	--

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Дисплейный класс , оснащенный учебными лабораторными стендами LESO2.1 (Лаборатории электронных средств обучения, ЛЭСО ГОУ ВПО «СибГУТИ») в количестве 10 шт. для проведения лабораторного практикума
8.3	Оборудование лаборатории метрологии : источник питания Б5-9, осциллограф С1-72, генератор Г3-102, Г4-18А, частотомер ЧЗ-35А, цифровой вольтметр В7-21, Измеритель модуляции СКЗ-46, аналоговые вольтметры ВЗ-3, ВЗ-9 и ВК7-9.

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Электро- и радиоизмерения в микроэлектронике»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
1. Основная литература				
1	Лифиц И.М.	Стандартизация, метрология и сертификация : Учебник. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2007. - 399 с. - (Основы наук). - ISBN 978-5-94879-728-1: 270-00.	2007 Печат.	38
2	Тартаковский Д.Ф. Ястребов А.С.	Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учеб. пособ. / М. : Высш. шк., 2002. - 205с.	2002 Печат.	58
2. Дополнительная литература				
1	Рембеза С.И.; Синельников Б.М.; Рембеза Е.С.; Каргин Н.И	Физические методы исследования материалов твердотельной электроники : учеб. пособие / С. И. Рембеза, Б. М. Синельников, Е. С. Рембеза, Н. И. Каргин. - Ставрополь : Северо-Кавказский ГТУ, 2002. - 432с. - ISBN 5-9296-0105-4 : 100.00.	2002 Печат.	35
2	Крылова Г.Д.	Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб. пособие / Г.Д.Крылова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 671с.	2003 Печат.	50
3	Никифоров А. Д., Бакиев. Т. А.	Метрология, стандартизация и сертификация : Учебник / - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 422 с.	2003 Печат.	90
3. Методические разработки				
1	Митрохин В.И., Горлов М.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения / Воронеж : ВГТУ, 2005. - 35 с. (№ 54-2005).	2005 Печат.	40
2	Митрохин В.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3- 5 по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения / Воронеж : ВГТУ, 2005. - 30 с. (№ 78-2005).	2005 Печат.	46

3	Митрохин В.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-6 по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" заочной формы обучения / Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 31 с. (№ 437-2008)	2008 Магнит.	4
---	---------------	---	-----------------	---

Зав. кафедрой _____ С.И.Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Электро- и радиоизмерения в микроэлектронике

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения