Государственное образовательное учреждение

«Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»

Физико-математический факультет

Кафедра Твердотельной электроники и микроэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан физико-математического
факультета
_____ Петровай О.В.
(подпись, ФИО)
«14» 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Метрология, стандартизация и технические измерения»
на 2021 /2022 учебный год

Направление подготовки
2.11.03.04 «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

Профиль подготовки
«Промышленная электроника»

Квалификация (степень) выпускника
«бакалавр»

Форма обучения
очная

Год набора 2020

Тирасполь 2021 г.

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» разработана в соответствие с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **11.03.04** «Электроника и наноэлектроника» и основной профессиональной образовательной программы по профилю подготовки «Промышленная электроника».

Составитель рабочей программы

ст. преп. кафедры ТТЭМ _____ Чукита В.И.
(должность, ученое звание, степень) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Твердотельной электроники и микроэлектроники»

«01» 09 2021 г. протокол № 1
номер протокола

Зав. кафедры-разработчика

«01» 09 2021 г. _____ Суринов В.Г.
дата подпись (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой

«01» 09 2021 г. _____ Суринов В.Г.
дата подпись (Ф.И.О.)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» являются:

Удовлетворить требованиям к уровню подготовки бакалавров по направлению **11.03.04**в области метрологии, стандартизации и сертификации, изложенным в Государственном Образовательном стандарте по указанному направлению.

Задачи дисциплины состоят в том, чтобы после ее изучения студенты имели представление:

- О современном состоянии и тенденциях развития средств измерений электрических и неэлектрических величин;
- Об основах сертификации и ее роли в повышении качества продукции;
- Об основных положениях государственной системы стандартизации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология, стандартизация и технические измерения» относится к базовой части блока Б1.О.11 для студентов очной формы обучения по направлению подготовки **11.03.04** «Электроника и наноэлектроника». На изучение дисциплины выделено один семестр, 5 зачётных единиц.

Для освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Физика», «Математический анализ», «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций приведенных в таблице ниже:

Категория компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-1$_{ОПК-2}$ Знает методы синтеза и исследования моделей. ИД-2$_{ОПК-2}$ Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ИД-3$_{ОПК-2}$ Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.
Владение информационными технологиями	ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.	ИД-1$_{ОПК-3}$ Знает 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$_{ОПК-3}$Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности. ИД-3$_{ОПК-3}$Владеет методами математического моделирования радиотехнических устройств и систем, технологических процессов с использованием современных информационных технологий.
Обязательные профессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
	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$_{ПК-1}$ Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков. ИД-2$_{ПК-1}$ Владеет навыками компьютерного моделирования.
	ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ИД-1$_{ПК-2}$ Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ИД-2$_{ПК-2}$ Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов.
	ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	ИД-1$_{ПК-4}$ Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков. ИД-2$_{ПК-4}$. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации. ИД-3$_{ПК-4}$. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Семестр	Количество часов						Итоговая форма контроля
	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе				Сам. работы	
		Аудиторных					
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практ. занятия		
3	5/180	84	42	42		60	Курс. раб. Экзамен, 36ч.
Итого:	**5/180**	**84**	**42**	**42**		**60**	**36**

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины:

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Основные сведения о метрологии	8	2		2	4
2.	Основы теории погрешности и обработка результатов измерений	12	4		4	4
3.	Методы и средства измерений.	12	4		4	4
4.	Аналоговые электромеханические приборы	12	4		4	4
5.	Аналоговые электронные приборы	12	4		4	4
6.	Цифровые измерительные приборы.	16	4		4	8
7.	Электрические измерения неэлектрических величин	12	2		4	6
8.	Измерение энергетических параметров электрических колебаний.	14	4		4	6
9.	Измерение формы и параметров электрических колебаний.	16	6		4	6
10.	Измерение параметров электрических цепей.	16	4		4	8
11.	Государственная система стандартизации.	14	4		4	6
Итого:		**144**	**42**		**42**	**60**

4.3 Тематический план по видам учебной деятельности:

Лекционные занятия

№ п/п	Номер раздела дисц.	Объем часов	Тема лекционного занятия	Учебно-наглядные пособия
Основные сведения о метрологии				
1	1	2	Введение. Роль метрологии в современном обществе. Задачи и проблемы решаемые метрологией. Этапы развития метрологии.	учебник
Итого по разд. ч.		**2**		
Основы теории погрешности и обработка результатов измерений				
2	2	2	Передача размеров единиц электрических величин. Особенности измерений физических величин. Классификация измерений и средств измерений.	учебник

			Эталоны единиц электрических величин.	
3		2	Погрешности измерений и их классификация. Методы уменьшения систематических погрешностей.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Методы и средства измерений				
4	3	2	Прямые однократные и многократные измерения. Косвенные измерения. Обработка их результатов.	учебник
5		2	Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Аналоговые электромеханические приборы				
6	4	2	Конструкция и принцип действия магнитоэлектрических приборов	учебник
7		2	Конструкция и принцип действия электромагнитных и электростатических приборов	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Аналоговые электронные приборы				
8	5	2	Структурная схема и принцип действия вольтметра средних значений	учебник
9		2	Структурные схемы и принцип действия вольтметра амплитудных значений и омметра.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Цифровые измерительные приборы				
10	6	2	Логические и цифровые элементы. Цифровые измерительные приборы и преобразователи. Принцип действия цифровых времяимпульсных вольтметров. Мультиметры.	учебник
11				
12		2	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Автоматизация электрорадиоизмерений. Микропроцессорные средства измерения.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Электрические измерения неэлектрических величин				
13	7	2	Классификация и характеристики измерительных преобразователей неэлектрических величин. Тепловые измерительные преобразователи	учебник
Итого по разд. ч.		**2**		
Измерение энергетических параметров электрических колебаний				
14	8	2	Приборы измерения мощности ваттметром ферродинамической системы.	Учебник
15		2	Измерение мощности косвенным методом.	
Итого по разд. ч.		**4**		
Измерение формы и параметров электрических колебаний				
16	9	2	Структурная схема и принцип работы генераторов сигналов низкой частоты, ВЧ и СВЧ.	учебник
17		2	Измерительные генераторы. Генераторы импульсных сигналов. Синтезаторы частоты.	учебник
18		2	Исследование формы и параметров сигналов с помощью универсальных и многоканальных	учебник

			осциллографов. Измерение АЧХ и ФЧХ	
Итого по разд. ч.		**6**		
Измерение параметров электрических цепей				
19	10	2	Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными	учебник
20		2	Измерение параметров полупроводниковых приборов	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Государственная система стандартизации				
21	11	2	Сущность стандартизации, краткая история развития стандартизации. Цели, объекты, принципы стандартизации. Понятие нормативный документ (НД) по стандартизации. Методы стандартизации. Общая характеристика стандартов разных видов и категорий. Порядок разработки национальных стандартов. Правовые основы стандартизации	учебник
22		2	Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Международная стандартизация. Национальная стандартизация зарубежных стран.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Итого:		**42**		

Практические занятия не предусмотрены

Лабораторные занятия

№ п/п	Номер раздела дисц.	Объем часов	Тема лабораторного занятия	Учебно-наглядные пособия
Основные сведения о метрологии				
1	1	2	Исследование влияния сопротивления прибора на результат измерения.	учебник
Итого по разд. ч.		**2**		
Основы теории погрешности и обработка результатов измерений				
2	2	2	Измерение электрических величин электрических цепей.	учебник
3		2	Однократное измерение параметров постоянного и переменного тока	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Методы и средства измерений				
4	3	2	Многократное измерение частоты переменного напряжения.	учебник
5		2	Косвенный метод измерения параметров электрических сигналов.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Аналоговые электромеханические приборы				
6	4	4	Исследование параметров и характеристик аналоговых электромеханических приборов.	учебник

Итого по разд. ч.		**4**		
Аналоговые электронные приборы				
7	5	4	Исследование параметров и характеристик электронного вольтметра-	Учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Цифровые измерительные приборы				
8	6	4	Исследование аналого-цифрового и цифро-аналогово преобразователя.	Учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Электрические измерения неэлектрических величин				
9	7	4	Измерение температуры косвенным методом.	Учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Измерение энергетических параметров электрических колебаний				
10	8	4	Измерение мощности электрических колебаний косвенным методом.	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Измерение формы и параметров электрических колебаний				
11	9	4	Исследование формы и параметров электрических колебаний с помощью осциллографа	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Измерение параметров электрических цепей				
12	10	4	Исследование параметров пассивных элементов и полупроводниковых приборов	учебник
Итого по разд. ч.		**2**		
Государственная система стандартизации				
13	11	2	Методы стандартизации. Нормативные документы.	учебник
		2	Национальные стандарты и его применение	учебник
Итого по разд. ч.		**4**		
Итого за семестр		**42**		

Самостоятельная работа студента

№ п/п	Раздел дисц.	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
Основные сведения о метрологии			
1	1	Классификация методов и средств измерений. Эталоны единиц электрических величин (СИТ).	2
		Основные и дополнительные Единицы физических величин (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**4**
Основы теории погрешности и обработка результатов измерений			
2	2	Аналитическое представление и оценка случайных погрешностей (СИТ). Классификационные признаки погрешности результатов измерений (ПЛР).	2
3		Классификация погрешности средств измерений (СИТ). Основные и дополнительные погрешности. Классы точности средств измерений (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**4**
Методы и средства измерений			
4	3	Прямые измерения с многократными наблюдениями и обработка их результатов (ПЛР).	2
5		Метод амперметра – вольтметра (ПЛР). Мостовой метод измерения параметров эл. цепей(ПЛР).	2
Итого по разд. ч.			**4**
Аналоговые электромеханические приборы			
6	4	Конструкция и принцип действия магнитоэлектрических и электродинамических приборов(ПЛР).	2
7		Конструкция и принцип действия электромагнитных приборов(СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**4**
Аналоговые электронные приборы			
8	5	Структурная схема и принцип действия вольтметра типа усилитель – детектор и детектор - усилитель(СИТ).	2
9		Принцип действия детектора среднеквадратичного значения (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**4**
Цифровые измерительные приборы			
10	6	Логические и цифровые элементы (ПЛР). Цифровые вольтметры. Методика измерения напряжения(СИТ).	4
11		Цифровые измерительные приборы и преобразователи (ПЛР). Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.	2
12		Автоматизация электрорадиоизмерений. Микропроцессорные средства измерения (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**8**
Электрические измерения неэлектрических величин			
13	7	Тепловые измерительные преобразователи (СИТ).	4
14		Принцип работы и характеристики измерительных преобразователей неэлектрических величин(СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**6**
Измерение энергетических параметров электрических колебаний			
15	8	Методика измерения активной, реактивной мгновенной, импульсной и средней мощности (ПЛР).	2
16		Приборы измерения мощности ваттметром ферродинамической системы(СИТ).	2
17		Измерение мощности косвенным методом(СИТ).	2
Итого по разд. ч.			**6**
Измерение формы и параметров электрических колебаний			
18		Параметры и характеристики электрических	2

	9	колебаний (ПЛР).	
19		Генераторы сигналов низкой частоты(ПЛР).	2
20		Исследование формы сигналов с помощью универсальных и многоканальных осциллографов(ПЛР).	2
Итого по разд. ч.			**6**
Измерение параметров электрических цепей			
21	10	Параметры и характеристики пассивных элементов и полупроводниковых приборов (ПЛР).	2
22		Измерение параметров цепей с распределенными постоянными (ПЛР).	2
23		Измерение параметров полупроводниковых приборов(ПЛР).	4
Итого по разд. ч.			**8**
Государственная система стандартизации			
24	11	Основные принципы и методы стандартизации (СИТ, ИДЛ).	2
25		Международное сотрудничество в сфере стандартизации. Основы сертификации(СИТ, ИДЛ).	4
Итого по разд. ч.			**6**
Итого за семестр			**60**

***Примечание:СИТ** – самостоятельное изучение темы, **ИДЛ** – изучение дополнительной литературы, **ДЗ** – домашнее задание, **ПЛР** – подготовка к лабораторным работам*

5. ***Примерная тематика курсовых проектов (работ):***

Цель: закрепление знаний принципов работы электроизмерительных приборов. Приобретение навыков по обработки и расчету погрешностей при электрических измерениях.

1. Погрешности измерений и обработка результатов.
2. Измерение электрических величин методами сравнения с мерой.
3. Измерение физических величин цифровыми приборами.
4. Измерение удельной электрической проводимости полупроводников.
5. Определение электрофизических параметров полупроводников с помощью эффекта Холла.
6. Измерение параметров электрических цепей.
7. Определение параметров электрической емкости и индуктивности косвенным методом.
8. Измерение кинетических параметров фотопроводимости полупроводников.
9. Определение параметров полупроводников путем измерений фотопроводимости и фотомагнитоэлектрического эффекта.
10. Измерение электрических величин аналоговыми приборами.
11. Измерение электрической емкости и индуктивности косвенным методом.
12. Классификация методов и средств измерений.
13. Аналоговые преобразователи электрических величин.
14. Аналоговые электромеханические измерительные преобразователи и приборы на их основе.
15. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи электрических величин и приборы на их основе.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

6.1. ***Обеспеченность обучающихся учебниками, учебными пособиями***

№ п/п	Наименование учебника, учебного пособия	Автор	Год издания	Кол-во экземпляров	Электронная версия	Место размещения электронной версии
Основная литература						
1	Метрология и электрические измерения.	Е.Д. Шабалдин., Г.К. Смолин., и др.	2006	1	+	https://e.lanbook.com/book/8992., кафедра
2.	Метрология и радиоизмерения.	В.И. Нефедов., А.С. Сигов., и др.	2006	1	+	biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275824., кафедра
3.	Физические измерения в микроэлектронике.	В.А. Пилипенко.	2003	1	+	http://anubis.bsu.by/publications/elresources/RadiophysicsElectronics/pilipenko.pdf, кафедра
4.	Метрология и технические измерения.	Э.Г. Миронов., Н.Н. Бессонов.,и др.	2015	1	+	http://e.lanbook.com/book/900., кафедра
Дополнительная литература						
1.	Методы и средства измерений.	Э.Г. Миронов.	2009	1	+	http://www.ustu.ru, кафедра
2.	Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде MULTISIM	А.Л. Марченко	2010	1	+	http://www.tochelp.com.ua, http://booktech.ru/books/elektronika, кафедра
Итого по дисциплине: 90% печатных изданий: 100 % электронных						

6.2. ***Программное обеспечение и Интернет-ресурсы***

Программное обеспечение: программа подготовки бакалавра включает в себя учебный план, рабочую программу курса, календарный учебный график и методические материалы.

Интернет-ресурсы: базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Rambler.ru, Yandex.ru, Google.com.ru, Nigma.ru, Wikipedia.ru. Программная среда MicroCap 12, Multisim 12.

7. ***Материально-техническое обеспечение дисциплины***

Занятия проводятся в лаборатории «Схемотехники» (2 корпус, лаб. 209/2), компьютерный класс (2 корпус, каб. 228/2), которые оснащены необходимым оборудованием для проведения лабораторных и практических занятий. Для проведения

лабораторных работ используются лабораторные стенды «17Л – 03», программная среда Micro Cap 12, Multisim 12.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Приступая к изучению дисциплины«Метрология, стандартизация и технические измерения»**студент должен знать** «Физику», «Математический анализ».

Курс предполагает изложить основные метрологические аспекты, методы и средства измерений электрических величин, а также вопросы стандартизации и сертификации изделий радиоэлектроники и устройств телекоммуникационных систем. Материал лекций базируется на действующей нормативно - технической документации и рекомендациях международных организаций в области метрологии, стандартизации и сертификации.

Содержание методических рекомендаций включает:

- рекомендации по ведению конспекта лекций с выделением формул и пояснением к ним;
- рекомендации по отображению схем, диаграмм, графиков;
- советы по планированию и организации самостоятельной работы при изучении дисциплины;
- перечень тем, на которые необходимо обратить особое внимание;
- перечень тем и вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, с рекомендациями по использованию учебно-методических материалов и видах контроля;
- рекомендации по использованию учебно-методических материалов по дисциплине: рекомендации по работе с литературой;
- рекомендации по подготовке к выполнению лабораторных работ и оформлению отчетов по выполненной работе;
- советы по подготовке к экзамену.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 11.03.04 «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА» и учебного плана по профилю подготовки **«Промышленная электроника»**

9. Технологическая карта дисциплины

Курс **II (второй)** группа **ФМ 20ДР62МТ1 (213),** семестр 3

2021 - 2022 учебный год

Преподаватель, ведущий лекционные занятия - ***ст. преподаватель Чукита В.В.***

Преподаватель, ведущий лабораторные работы - ***ст. преподаватель Чукита В.В.***

Кафедра «Твердотельной электроники и микроэлектроники»

Семестр	Количество часов						Форма итогового контроля
	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан		
3	5/180	84	42	42		60	Курс. Раб. Экзамен, 36ч.

Форма текущей консультации	Расшифровка	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Посещение лекционных занятий	*Рассч. Согл. Прил.1*		10
Контрольная работа №1 по разделу «Аналоговые электронные вольтметры».			12
Контрольная работа №2 по разделу «Измерение параметров цепей».			12
Выполнение и защита лабораторных работ	*Рассч. Согл. Прил.2.* За каждую лаб. работу 2 балла		26
Выполнение и защита курсовой работы			10
Итого кол. баллов по тек. аттестации		45	70
Промежуточная аттестация	Экзамен	10	30
Итого по дисциплине		**55**	**100**

Приложение 1

Начисление баллов по результатам посещения лекций*

Процент посещенных лекций	Начисляемые баллы
0-49%	0 баллов
50-54%	1 балл
55-59%	2 балла
60-64%	3 балла
65-69%	4 балла
70-74%	5 баллов
75-79%	6 баллов
80-84%	7 баллов
85-89%	8 баллов
90-94%	9 баллов
95-100%	10 баллов

*В случае посещения студентом менее чем 85% лекций, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан предоставить преподавателю конспект пропущенных лекций.

Приложение 2

Начисление баллов по рейтингу текущей успеваемости на лабораторных занятиях*

Средняя оценка полученная на занятиях	Начисляемые баллы
3	0,5 балла
4	1 балл
5	2 балла

*В случае посещения студентом менее чем 85% практических занятий, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан отработать, пропущенные по уважительной или по неуважительной причине занятия в течение семестра в установленном порядке.