

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Приднестровский государственный университет
им. Т.Г. Шевченко»

Рыбницкий филиал

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко
в г. Рыбница

профессор

И.А. Павлинов

« 20 »

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

на 2018/2019 учебный год

Учебной дисциплины

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН»

Направление подготовки:

2.15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль подготовки

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения:

Очная

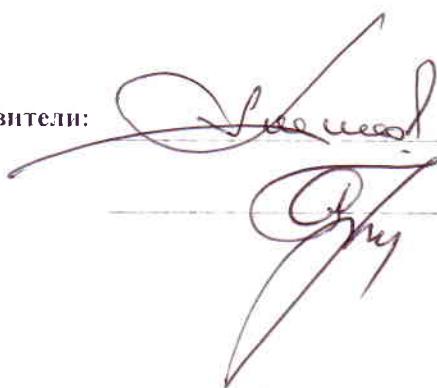
Рыбница 2018

Рабочая программа дисциплины «*Электрические измерения электрических и не-электрических величин*» /сост. П.С.Цвинкайло – Рыбница: ГОУ ПГУ (Рыбницкий филиал), 2018 - 24 с.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ Б.1. СТУДЕНТАМ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 2.15.03.04 – «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 - «*Автоматизация технологических процессов и производств*», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. N 200

Составители:



Глушков Г.Е., ст. преподаватель

Цвинкайло П.С., ст. преподаватель

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электрические измерения электрических и неэлектрических величин» являются обеспечение электротехнической подготовки студентов на уровне знания методов электрических измерений, структуры и типов измерительных приборов, конфигурации информационных измерительных систем.

Задачей дисциплины является:

- выработка умения выбирать необходимые электроизмерительные приборы и устройства для проведения измерительных экспериментов;
- приобретение студентами базовых знаний в вопросах организации и проведения электротехнических измерений;
- формирование теоретических и практических навыков у студентов в решении практических задач, связанных с измерением электрических величин;
- формирование навыков самостоятельно приобретать и применять полученные знания;
- формирование навыков проведения измерительного эксперимента и обработки результатов измерений: применение полученных знаний, навыков и умений в последующей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б.1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО по направлению подготовки 2.15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ. Б1.В10

Предшествующими дисциплинами для неё являются теоретические основы электротехники, математика, физика, она является базовой дисциплиной для таких дисциплин как «Электротехника и электроника», «Технологические процессы автоматизированного производства», «Электромеханические системы» и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Формулировка компетенции
Общекультурные компетенции (ОК)	
ОК-3	Способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
ОК-5	Способностью к самоорганизации и самообразованию
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК-3	Способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения базовой части цикла обучающийся должен:

3.1 Знать:

- основные законы электротехники;
- методы расчета линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей;
- физические и математические закономерности процессов в электротехнических устройствах в различных режимах их работы;
- основные показатели электрической цепи переменного тока – мощность, cos ϕ , энергию элементов;
- структуру и методы расчёта трёхфазной электрической цепи;

- основные свойства электрических машин постоянного и переменного тока;
- основные понятия метрологического обеспечения;
- основные электроизмерительные приборы

3.2 Уметь:

- применять теоретические знания для решения практических и научных задач электротехники;
- владеть машинными методами расчета электрических цепей;
- применять в работе основную и дополнительную литературу;
- применять в работе последние научные достижения;

3.3 Владеть:

- умением составлять описания проводимых исследований, подготовить отчет (обзор) по результатам работы;
- правильно включать основные электроизмерительные приборы и производить измерения;
- выполнять расчёт токов, напряжений и потребляемой мощности в цепях постоянного и переменного тока;
- выполнять в лаборатории макетирование простейшей электрической цепи и производить электрические измерения - токов, напряжений, мощности

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

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

пои работы студентов по семестрам:							
Семестр	Трудоем- кость, з.е./часы	Количество часов					Форма ито- гового кон- троля
		В том числе					
		Аудиторных			Самост.		
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. занятия	работа	
I, II	4/144	72	36	-	36	72	Экзамен
Итого:	4/144	72	36	-	36	72	

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	Введение Общие сведения об измерениях. Измери Источники энергии. Источники тока и ЭДС, их взаимные преобразования. схемы замещения. Граф цепи. Основ- ные топологические понятия. После- довательное, параллельное и смешан- ное соединения приемников. Алгебра- ические методы анализа цепей.	6	2	—	—	4

№ раз- дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
2	Методы измерений Средства электрических измерений, единицы, эталоны и меры электрических величин и неэлектрических величин. Классификация электроизмерительных приборов, их маркировка и требования, предъявление к ним. Погрешности измерений и приборов; порядок их определения и устранения. Техника безопасности при работе с электроизмерительными приборами. Образцовые средства измерений. Проверка средств измерений. Особенности современных мер, измерительных приборов и систем.	14	2	4	–	8
3	Измерение электрических величин Измерение электрических величин как основа измерений других физических величин. Универсальность и распространённость электрических средств измерений. Основные понятия и определения. Измерение электрических параметров: измерение сопротивления, ёмкости, индуктивности, взаимной индуктивности, измерение мощности, энергии и частоты электрического тока. Классификация, устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки электронных измерительных приборов.	20	6	6	–	8
4	Измерение неэлектрических величин электрическими методами Общий принцип измерения неэлектрических величин электрическими методами. Измерение температуры, давления и скорости движения потока вещества электрическими методами. Параметрические преобразователи неэлектрических величин в электрические	28	6	6	–	16

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Измерение тепловых параметров. Резистивные температурные датчики - термосопротивления. Резистивные температурные датчики на основе полупроводников -- термисторы. Термопары, эффект Зеебека. Полупроводниковые датчики температуры на основе р-п-перехода. Интегральные полупроводниковые датчики температуры. Измерение температуры пирометрическим методом. Измерение расхода тепловой энергии. Измерение теплопроводности	14	4	4	-	6
6	Методы и средства измерения давления. Виды измеряемых давлений: абсолютное, избыточное и дифференциальное. Преобразователи давления (сильфоны, мембраны и тонкие пластины). Тензорезистивные сенсоры и датчики давления. Кремниевые датчики давления на основе пьезорезистивного эффекта. Емкостные датчики давления. Датчики давления на основе пьезоэлектрического эффекта. Резонансный принцип измерения давления. Магнитные (индуктивные) датчики давления. Оптоэлектронные датчики давления. Способы измерения вакуума. Вакуумные датчики.	18	4	4	-	10
7	Измерение световых величин. Оптоэлектронные датчики и преобразователи. Классификация приёмников излучения. Основные параметры фоточувствительных элементов: электрические параметры, спектральная чувствительность, динамические характеристики фотоприёмников. Внутренний фотоэффект. Приёмники излучения, основанные на внутреннем фотоэффекте. Фотосопротивление: принцип работы, устройство, способы использования. Фотодиод: принцип действия, режимы работы, типы фотодиодов.	16	4	4	-	8

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
8	Расходомерия. Уровнемерия. Расходомеры постоянного перепада давлений (ротаметры). Расходомеры переменного уровня (щелевые расходомеры). Расходомеры переменного перепада давления. Тахометрические расходомеры. Электромагнитные (магнитоиндукционные) расходомеры. Тепловые расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Поплавковые магнитные уровнемеры. Буйковые уровнемеры и плотномеры. Поплавковые герконовые уровнемеры. Поплавковые магнитострикционные уровнемеры. Гидростатические уровнемеры. Емкостные уровнемеры. Акустические уровнемеры. Оптические уровнемеры и сигнализаторы уровня. Оптические локационные (лазерные) уровнемеры. Тепловые уровнемеры.	14	4	4	–	6
9	Измерение параметров движения. Положение, перемещение скорость и ускорение. Датчики скорости и ускорения. Оптические доплеровские измерители скорости, ускорения и пути. Магнитные акселерометры. Механические акселерометры. Емкостные акселерометры. Пьезоэлектрические акселерометры. Гироскопы. Датчики угла поворота (энкодеры).	14	4	4	–	6
Итого		144	36	36	–	72

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
	1	2	Введение	
1		2	Государственная система обеспечения единства измерений Общие сведения об измерениях. Измерительные механизмы и приборы. Понятие об измерениях и единицах физических величин. История развития приборостроения и электроизмерительной техники. Источники энергии. Источники тока и ЭДС. их взаи-	Стенды, методические пособия

			ные преобразования, схемы замещения. Граф цепи Основные топологические понятия.	
	2	2	Методы измерений	
2		2	Средства электрических измерений, единицы, эталоны и меры электрических величин. Техника безопасности при работе с электроизмерительными приборами. Образцовые средства измерений. Поверка средств измерений. Особенности современных мер, измерительных приборов и систем	Стенды, методические пособия
	3	6	Измерение электрических величин	
3		2	Измерение электрических величин как основа измерений других физических величин. Универсальность и распространенность электрических средств измерений. Основные понятия и определения.	Стенды, методические пособия
4		2	Измерение электрических параметров: измерение сопротивления, емкости, индуктивности, взаимной индуктивности, измерение мощности, энергии и частоты электрического тока.	
5		2	Классификация, устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки электронных измерительных приборов.	Стенды, методические пособия
	4	6	Измерение неэлектрических величин электрическими методами	
6		2	Общий принцип измерения неэлектрических величин электрическими методами. Измерение температуры, давления и скорости движения потока вещества электрическими методами	Стенды, методические пособия
7		2	Средства измерения неэлектрических величин. Виды измерительных механизмов, достоинства, недостатки и область применения. Характеристика параметров приборов	Стенды, методические пособия
8		2	Устройства документальной регистрации измерительной информации. Элементы измерительных информационных систем. Компьютерные информационные системы	Стенды, методические пособия
	5	4	Измерение тепловых параметров.	
9		2	Измерения тепловых величин. Основные понятия и определения. Резистивные температурные датчики – термосопротивления. Резистивные температурные датчики на основе полупроводников – термисторы.	Стенды, методические пособия
10		2	Термопары, эффект Зеебека. Полупроводниковые датчики температуры на основе р-п-перехода. Интегральные полупроводниковые датчики температуры	Стенды, методические пособия
	6	4	Методы и средства измерения давления	
11		2	Методы и средства измерения давления. Основные	Стенды, методические пособия

			понятия и определения Виды измеряемых давлений: абсолютное, избыточное и дифференциальное. Преобразователи давления (сильфоны, мембраны и тонкие пластины).	ческие пособия
		2	Тензорезистивные сенсоры и датчики давления. Кремниевые датчики давления на основе пьезорезистивного эффекта. Емкостные датчики давления.	Методические пособия
	7	4	Измерение световых параметров.	
12		2	Измерение световых величин. Основные понятия и определения. Оптоэлектронные датчики и преобразователи. Классификация приёмников излучения. Основные параметры фоточувствительных элементов: электрические параметры, спектральная чувствительность, динамические характеристики фотоприёмников.	Стенды, методические пособия
13		2	Внутренний фотоэффект. Приёмники излучения, основанные на внутреннем фотоэффекте. Фотопротивление: принцип работы, устройство, способы использования. Фотодиод: принцип действия, режимы работы, типы фотодиодов	Стенды, методические пособия
	8	4	Расходомерия. Уровнеметрия.	
14		2	Расходомерия. Основные понятия и определения. Расходомеры постоянного перепада давлений (ротаметры). Расходомеры переменного уровня (щелевые расходомеры).	Стенды, методические пособия
15		2	Уровнеметрия. Основные понятия и определения. Поплавковые магнитные уровнемеры. Буйковые уровнемеры и плотнометры. Поплавковые герконовые уровнемеры. Оптические уровнемеры и сигнализаторы уровня. Оптические локационные (лазерные) уровнемеры. Тепловые уровнемеры	
	9	4	Измерение параметров движения.	
16		2	Измерение параметров движения. Основные понятия и определения. Положение, перемещение скорость и ускорение. Датчики скорости и ускорения. Оптические доплеровские измерители скорости, ускорения и пути.	Стенды, методические пособия
17		2	Оптические доплеровские измерители скорости, ускорения и пути. Магнитные акселерометры. Механические акселерометры	Стенды, методические пособия
Итого:		36		

Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём часов	Тема практического занятия	Учебно-наглядные
-------	--------------------------	-------------	----------------------------	------------------

	планы			пособия
	2	4	Методы измерений	
1		2	Средства электрических измерений, единицы, эталоны и меры электрических величин. Классификация электроизмерительных приборов, их маркировка и требования, предъявление к ним. Погрешности измерений и приборов; порядок их определения и устранения. (Семинар)	Стенды, методические пособия
2		2	Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. Качественные показатели электроизмерительных приборов, их классификация, маркировка и условно – графические обозначения	Оборудование лабораторий
	3	6	Измерение электрических величин	
3		2	Приборы непосредственной оценки. Классификация электроизмерительной аппаратуры по функциональному признаку, назначению, способу преобразования измеряемой величины в результат, по методу измерения. Условия обозначения на шкале	Оборудование лабораторий
4		2	Электронные измерительные приборы. Классификация, устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки электронных измерительных приборов.	Оборудование лабораторий
5		2	Измерение электрических параметров. Классификация электрических сопротивлений по величине и методике измерений. Измерение индуктивности и взаимной индуктивности косвенным методом. Способ согласованного и встречного включения обмоток.	Оборудование лабораторий
	4	6	Измерение неэлектрических величин электрическими методами	
6		2	Выбор схемы и средств измерения. Методы измерения неэлектрических величин. Классификация измерительной аппаратуры по функциональному признаку, назначению, способу преобразования измеряемой величины в результат, по методу измерения. Условия обозначения на шкале	Оборудование лабораторий
7		2	Цифровые измерительные приборы и аналогово-цифровые преобразователи. Основные определения и принципы действия характеристики, достоинства, недостатки, область применения цифровых измерительных приборов и аналогово-цифровых преобразователей. (Семинар)	Оборудование лабораторий
8		2	Интерфейсные электронные схемы измерительных преобразователей и датчиков. Операционные усилители – классификация, характерные признаки. Понятия коэффициента усиления и порога пропускания (ОУ). Простейшие схемы включения (ОУ). Измерительный (инструментальный) усилитель. Усилители заряда и тока: понятие, области применения, схемы реализации. Измерители отношений сигналов, мостовые схемы. Схемы возбуждения: генераторы сигналов,	Оборудование лабораторий

			источники тока, источники опорного напряжения. Передача аналоговых данных на примере двухпроводной линии 4...20 мА. Шумы в датчиках и интерфейсных схемах: виды и способы борьбы. Преобразователи напряжения в частоту (ПНЧ). Прямая дискретизация и обработка сигналов применение и реализация. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Мультиплексирование.	
	5	4	Измерение тепловых параметров.	
9		2	Классификация тепловых величин. Понятие температуры. Температурные шкалы. Контактные и бесконтактные методы измерения температур, источники погрешностей и область применения. Особенности и методы измерения сверхнизких и низких, средних и высоких температур. При измерении теплового потока, количества теплоты, теплопроводности и других тепловых величин.	Оборудование лабораторий
10		2	Измерение температуры пирометрическим методом. Измерение расхода тепловой энергии. Измерение теплопроводности.	Оборудование лабораторий
	6	4	Методы и средства измерения давления	
11		2	Методы измерения механических величин. Классификация механических величин и связь между ними через силу и массу. Методы измерения сосредоточенных сил, давлений, механических моментов силы, трения и кручения. Методы измерения механических напряжений и деформаций. Границы применимости методов и основные погрешности средств измерения. Измерение массы (веса), плотности и вязкости веществ.	Оборудование лабораторий
12		2	Датчики давления на основе пьезоэлектрического эффекта. Резонансный принцип измерения давления. Магнитные (индуктивные) датчики давления. Оптоэлектронные датчики давления. Способы измерения вакуума. Вакуумные датчики.	Оборудование лабораторий
	7	4	Измерение световых параметров.	
13		2	Преобразователи оптического излучения. Характеристики оптического излучения. Источники оптического излучения, разновидности, свойства, характеристики. Приемники оптического излучения (интегральные и селективные).	Оборудование лабораторий
14		2	Солнечные батареи: устройство, вспомогательное оборудование. Фототранзистор: принцип действия, режимы работы, области применения. Датчики освещенности: принцип работы, устройство и области применения.	Оборудование лабораторий
	8	4	Расходомерия. Уровнемерия.	
15		2	Тахометрические расходомеры. Электромагнитные (магнитоиндукционные) расходомеры. Тепловые расходомеры. Ультразвуковые расходомеры.	Оборудование лабораторий

				теории
16		2	Измерение уровней. Приборы и приспособления. Метрологические требования к методам измерения и приборам. Классификация уровнемеров, принцип работы, устройство и области применения погрешность.	Оборудование лабораторий
	9	4	Измерение параметров движения.	
17		2	Параметры движения, связь между ними. Методы измерения линейных и угловых перемещений. Основные методы измерения скоростей и расхода жидких и газообразных веществ: индукционный, на основе перепада давления, ультразвуковые, тепловые и основанные на преобразовании измеряемых величин в скорость вращательного движения, в силу или перемещение.	Оборудование лабораторий
18		2	Методы измерения скоростей вращения. Методы измерения параметров вибрации, взрыва и др. параметров движения. Методы измерения ускорений с использованием инерционных масс.	Оборудование лабораторий
Итого:		36		

Лабораторные работы – учебным планом не предусмотрены.

Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
Раздел 1		Введение	4
	1	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Понятие об измерениях и единицах физических величин. История развития приборостроения и электроизмерительной техники.	2
	2	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Качественные показатели мер и электроизмерительных приборов Магнитоэлектрические механизмы и приборы. Электромагнитные механизмы и приборы. Электродинамические механизмы и приборы.	2
Раздел 2		Методы измерений	8
	3	Вид СРС 1. «Работа с литературой». Динамические свойства и характеристики ИП. Динамический режим работы, его особенности. Дифференциальное уравнение преобразования ИП. Определение основных характеристик: передаточной функции, комплексной чувствительности, частотных характеристик, переходных характеристик. Классификация ИП по динамическим свойствам. Метод аналогий для составления дифференциальных уравнений ИП. Понятие об обобщенных параметрах ИП	2
	4	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Статические свойства и	2

		характеристики ИП. Уравнение (функция) преобразования. Чувствительность и порог чувствительности. Погрешности ИП в статическом режиме, причины их возникновения. Нормирование погрешностей	
	5	Вид СРС 3 «Работа с литературой». Измерение активной и реактивной энергии в трехфазной цепи различными типами индукционных счетчиков. Включение счетчиков через измерительные трансформаторы.	
	6	Вид СРС 4 «Работа с литературой». Приборы непосредственной оценки. Устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки. Способы расширения пределов измерений.	2
Раздел 3		Измерение электрических величин	8
	7	Вид СРС 1. «Работа с литературой». Приборы непосредственной оценки. Устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки. Способы расширения пределов измерений. Шунты, добавочные резисторы. Конструкции и принципа действия амперметра, термоамперметра, выпрямительного амперметра	2
	8	Вид СРС 2. «Работа с литературой». Приборы непосредственной оценки. Гальванометры. Назначение и классификация. Магнитоэлектрические гальванометры постоянного и переменного тока. Понятие о баллистическом гальванометре.	2
	9	Вид СРС 3. «Работа с литературой». Электронные измерительные приборы. Классификация, устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки электронных измерительных приборов. Электронные вольтметры переменные напряжения.	2
	10	Вид СРС 4. «Работа с литературой». Цифровые измерительные приборы и аналогово – цифровые преобразователи. Основные определения и принципы действия, характеристики, достоинства, недостатки, область применения цифровых измерительных приборов и аналогово-цифровых. Цифровые вольтметры постоянного и переменного тока: их структурные схемы, принцип действия, применение.	2
Раздел 4		Измерение неэлектрических величин электрическими методами	16
	11	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Выбор схемы и средств измерения. Методы измерения неэлектрических величин.	2
	12	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Классификация измерительной аппаратуры по функциональному признаку, назначению, способу преобразования измеряемой величины в результат, по методу измерения. Условия обозначения на шкале.	2
	13	Вид СРС 3 «Работа с литературой». Электронные измерительные приборы. Классификация, устройство, принцип действия, схема включения, достоинства и недостатки электронных измерительных приборов.	2

	14	Вид СРС 4 «Работа с литературой». Цифровые измерительные приборы и аналогово – цифровые преобразователи. Основные определения и принципы действия характеристики, достоинства, недостатки, область применения цифровых измерительных приборов и аналогово-цифровых преобразователей.	2
	15	Вид СРС 5 «Работа с литературой». Регистрирующие приборы. Назначение, классификация и применение самопишущих приборов. Принцип действия и устройство самопишущих приборов с непрерывной и точной записью. Электронные осциллографы.	2
	16	Вид СРС 6 «Работа с литературой». Параметрические преобразователи неэлектрических величин в электрические. Принцип действия электронного и электрического секундомера, термосигнализатора, вибрографа.	2
	17	Вид СРС 7 «Работа с литературой». Общие сведения об измерениях магнитных физических величин. Основные задачи магнитных измерений. Основные объекты магнитных измерений. Магнитные физические величины. Их классификация. Понятия основных магнитных величин. Единицы магнитных величин. Метрологическая основа магнитных измерений.	4
Раздел 5		Измерение тепловых параметров.	6
	18	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Контактные и бесконтактные методы измерения температур, источники погрешностей и область применения. Особенности и методы измерения сверхнизких и низких, средних и высоких температур.	2
	19	Вид СРС 2 «Работа с литературой». При измерении теплового потока, количества теплоты, теплопроводности и других тепловых величин.	2
	20	Вид СРС 3 «Работа с литературой». Контактные и бесконтактные методы измерения температур, источники погрешностей и область применения. Особенности и методы измерения сверхнизких и низких, средних и высоких температур при измерении теплового потока, количества теплоты, теплопроводности и других тепловых величин.	2
Раздел 6		Методы и средства измерения давления.	10
	21	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Давление, способы измерения давления твердых тел, жидкостей и газов.	2
	22	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Измерительные преобразователи и приборы для измерения давления, их поверка и калибровка. Устройство, порядок использования и проведения поверки и калибровки измерительных преобразователей, и приборов для измерения давления.	2
	23	Вид СРС 3, «Работа с литературой». Расходомеры, основанные на измерении перепада давления и сужающем устройстве, их поверка и калибровка.	2
	24	Вид СРС 4, «Работа с литературой». Измерение динамических магнитных характеристик ферро магнитных материалов.	4

Раздел 7		Измерение световых параметров.	8
	25	Вид СРС 1. «Работа с литературой». Методы измерения величин оптического излучения. Классификация оптических величин. Светотехнические и энергетические единицы измерения. Метрологическое обеспечение силы света.	2
	26	Вид СРС 2. «Работа с литературой». Связь между субъективными (физиологическими) и объективными (энергетическими) характеристиками излучения. Понятие цвета. Цветовые атласы. Приемники оптического излучения (химические, тепловые, механические и физиологические).	2
	27	Вид СРС 3. «Работа с литературой». Зрительный аппарат человека и его возможности. Методы измерения световых величин. Методы измерения энергетических величин излучения (калориметрический, фотоэлектрический, термоэлектрический и пьезомоторный). Визуальные, фотоэлектрические и спектрофотометрические методы измерения цвета.	2
	28	Вид СРС 4. «Работа с литературой». Методы измерения величин радиоактивности и ионизирующих излучений. Величины радиоактивности, и ионизирующих излучений. Единицы измерения и метрологическое их обеспечение. Методы измерения основной величины - активности нуклидов. Методы измерения: ионизационные, люминесцентные, фотографические, химические и калориметрические, а также активационного анализа. Измерение потока и плотности потока излучения, поглощенной и экспозиционной доз, энергии заряженных частиц	2
Раздел 8		Расходомерия. Уровнемерия.	6
	29	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Физические принципы, лежащие в основе датчиков температуры, давления и уровня.	2
	30	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Методы измерения концентрации и состава веществ. Понятия концентрации и состава веществ (концентрация, состав, структура, вязкость, цветность, мутность, жирность, влажность, дымность и др.).	2
	31	Вид СРС 3 «Работа с литературой». Физические принципы, лежащие в основе датчиков температуры, давления и уровня. Уровнемерия. Основные понятия и определения. Поплавковые магнитные уровнемеры. Буйковые уровнемеры и плотномеры. Поплавковые герконовые уровнемеры. Приборы контроля электромагнитных и ионизирующих излучений. Принципы действия и устройство приборов контроля электромагнитных и ионизирующих излучений	2
Раздел 9		Измерение параметров движения.	6
	32	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Параметры движения, связь между ними. Методы измерения линейных и угловых перемещений. Методы измерения скорости и вращения.	2
	33	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Основные методы измерения скоростей и расхода жидких и газообразных веществ: индукционный, на основе перепада давления, ультразвуковые, тепловые и основанные на преобразовании измеряемых величин в ско-	2

		рость вращательного движения, в силу или перемещение.	
	34	Вид СРС 3 «Работа с литературой». Методы измерения параметров вибрации, взрыва и др. параметров движения. Методы измерения ускорений с использованием инерционных масс	2
Всего			72

5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)—не предусмотрена учебным планом

6. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курса предусмотрены встречи с профессорско-преподавательским составом Брянского государственного технического университета, генеральным директором ОАО «ММЗ», ОАО «РЦК» мастер-классы с руководителями проектных отделов и бюро указанных предприятий.

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины при проведении практических занятий, чтения лекций применяется ряд образовательных технологий, кроме указанных в таблице:

- Метод проблемного обучения (лекции, практические занятия)
- Обучение на основе опыта (лекции, практические занятия)
- Опережающая самостоятельная работа (самостоятельная работа студентов)

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
I, II	Л	IT-методы, Case-study	8
	ПР	IT-методы, Case-study	10
Итого:			18

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценка качества освоения дисциплины осуществляется по следующим разделам:

1. Индивидуальные задания (контрольные работы)

Цель работ: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач.

Работа студента оценивается по рейтинговой системе.

2. Текущий контроль

В течение семестра проводится 2 текущие контрольные работы, цель которых выявить подготовку студентов и проверить умение решать конкретные задачи. Промежуточный контроль проводится по тестовым заданиям и в устной форме.

Способ оценки знаний и умений: каждое задание оценивается по рейтинговой системе в баллах.

3. Экзамен

Цель контроля: проверка знаний и умений по всей программе курса.

Экзамен проводится по зачетным билетам, содержащим три вопроса.

7.1. Примеры контрольных вопросов к экзамену:

1. История развития электроизмерений. Значение измерений в системе обеспечения качества продукции.
2. Основные и производные единицы физических величин. Система физических единиц и их величин.
3. Единство измерений. Классификация методов измерений и их краткая характеристика.
4. Выбор схемы и средств измерения.
5. Методы измерения неэлектрических величин.
6. Классификация измерительной аппаратуры по функциональному признаку, назначению, способу преобразования измеряемой величины в результат, по методу измерения. Условия обозначения на шкале.
7. Тахометрические расходомеры. Электромагнитные (магнитоиндукционные) расходомеры. Классификация и назначение.
8. Тепловые расходомеры. Классификация и назначение.
9. Ультразвуковые расходомеры. Классификация и назначение.
10. Классификация средств измерений.
11. Датчики давления на основе пьезоэлектрического эффекта.
12. Резонансный принцип измерения давления. Классификация и назначение.
13. Магнитные (индуктивные) датчики давления. Классификация и назначение.
14. Оптоэлектронные датчики давления. Классификация и назначение.
15. Способы измерения вакуума. Вакуумные датчики.
16. Методы измерения скоростей вращения.
17. Методы измерения параметров вибрации, взрыва и др. параметров движения.
18. Методы измерения ускорений с использованием инерционных масс.
19. Динамические характеристики приборов измерения.
20. Статические характеристики приборов измерения.
21. Обработка экспериментальных данных при косвенных измерениях.
22. Обработка экспериментальных данных при совокупных измерениях.
23. Измерения тепловых параметров. Классификация приборов, их характеристика.
24. Контактные и бесконтактные методы измерения температур, источники погрешностей и область применения.
25. Особенности и методы измерения сверхнизких и низких, средних и высоких температур.
26. Средства измерений, меры основных электрических величин, электроизмерительные установки, измерительные преобразователи, информационные системы.
27. Классификация электроизмерительных приборов. Условные обозначения, наносимые на приборы.
28. Точность и погрешность измерений.
29. Операции и методы контроля при измерении неэлектрических величин.
30. Достоверность и ошибки контроля.
31. Элементарные операции контроля.
32. Косвенные измерения и обработка их результатов.
33. Оценивание погрешностей звеньев измерительных цепей.
34. Определение параметров прямолинейного движения.
35. Коррекция систематических составляющих погрешностей средств измерений.

36. Основные требования, предъявляемые к электроизмерительным приборам и нормальные условия их работы. Техника безопасности при работе с электроизмерительными приборами.
37. Уровнеметрия. Измерение параметров сыпучих тел.
38. Расчет частотных погрешностей первичных преобразователей
39. Обработка экспериментальных данных при прямых измерениях.
40. Метрологическое обеспечение и государственная система обеспечения единства измерений.
41. Образцовые средства измерений. Поверка средств измерений.
42. Погрешности как характеристики средств измерения. Классификация и виды погрешностей.
43. Определение приборной погрешности на основании класса точности прибора.
44. Предел, цена деления, чувствительность электроизмерительного прибора. Общие сведения об обработке результатов измерений.
45. Принципы действия электроизмерительных приборов.
46. Понятие об измерительных цепях. Элементы измерительной цепи, виды измерительных цепей. Способы связи в сложной электрической цепи.
47. Включение вольтметров в цепь. Основные параметры вольтметров. Основные типы вольтметров и их краткая техническая характеристика.
48. Расчет добавочных сопротивлений. Расчет внутреннего сопротивления и точность измерения.
49. Расширение пределов измерений с помощью транзисторов и добавочных сопротивлений.
50. Электронные и цифровые вольтметры. Компенсационные методы измерения напряжения.
51. Включение амперметров в цепь. Основные параметры амперметров. Основные типы амперметров и их краткая техническая характеристика.
52. Устройство амперметра на базе различных измерительных механизмов, их особенности.
53. Расширение пределов измерений амперметров с помощью измерительных трансформаторов и шунтов. Применение шунтов для измерения больших токов.
54. Измерительные клещи, их устройство и назначение.
55. Измерительные цепи и приборы для измерения слабых токов.
56. Косвенное измерение мощности с помощью вольтметра и амперметра в цепях постоянного и переменного тока.
57. Основные параметры ваттметров, основные типы ваттметров и их краткая характеристика. Включение ваттметра в цепь.
58. Принцип действия и устройство ваттметров. Правила выбора пределов измерения ваттметров.
59. Использование амперметра, вольтметра и ваттметра для определения активной, реактивной, полной мощностей и коэффициента мощности в однофазной цепи переменного тока.
60. Измерение мощности в трехфазных цепях. Метод трех приборов. Метод двух приборов.
61. Устройство и назначение двухэлементных ваттметров.
62. Устройство и принцип действия однофазного индуктивного счетчика. Включение счетчика в цепь.

63. Современные электронные трехфазные счетчики. Классификация электросчетчиков.

64. Основные параметры и типы универсальных и специальных электроизмерительных приборов, краткая техническая характеристика.

65. Мультиметры, вольтамперметры, комбинированные приборы. Классификация приборов, их характеристика.

66. Регистрирующие приборы и их классификация.

67. Самопишущие приборы прямого действия. Регистрирующие приборы со следящей схемой управления.

68. Светолучевые осциллографы. Классификация и назначение.

69. Магнитоэлектрический гальванометр. Классификация и назначение.

70. Основы методов электрических измерений неэлектрических величин.

71. Первичные измерительные преобразователи, их группы.

72. Параметрические датчики, их виды. Классификация и назначение.

73. Генераторные преобразователи. Классификация и назначение.

74. Тензорезисторы. Классификация и назначение.

75. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.

76. Качественные показатели электроизмерительных приборов, их классификация, маркировка и условно-графические обозначения.

77. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерение расстояния.

78. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерение массы.

79. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерение расхода, уровня концентрации жидкости, газа.

80. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерение тепловых величин. Термометры.

81. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерение освещенности. Люксметры.

7.2 Примеры тестовых заданий:

Задание №1

1. Простейшими измерительными преобразователями тока и напряжения являются:

1. промежуточный преобразователь;
2. шунты и добавочные сопротивления;
3. выходной преобразователь;
4. правильного ответа нет.

2. К какому виду погрешностей относится величина, равная разности между измеренным и истинным значениями измеряемой величины?

1. относительная погрешность;
2. погрешность отсчитывания;
3. методическая погрешность;
4. абсолютная погрешность.

3. Принцип действия каких приборов основан на взаимодействии магнитных потоков, создаваемых электромагнитами и вихревыми токами, индуцируемыми в подвижном алюминиевом диске.

1. электромагнитной системы;
2. магнитоэлектрической системы;
3. индукционной системы;
4. **электродинамической системы;**

4. Какие средства измерений относятся к устройствам для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для передачи, преобразования, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем?

1. информационные измерительные системы;
2. измерительные приборы;
3. **измерительные преобразователи;**
4. измерительные установки.

5. Работа каких измерительных приборов основана на принципе взаимодействия катушки с током и магнитного потока постоянного магнита?

1. **электромагнитной системы;**
2. электростатической системы;
3. магнитоэлектрической системы;
4. термоэлектронной системы.

6. Какой измерительный прибор представляет собой сочетание измерительного преобразователя на микросхемах и магнитоэлектрического измерителя?

1. **аналоговый электронный вольтметр;**
2. характерно граф;
3. аналоговый электронный ваттметр;
4. частотомер.

7. Как называется последовательность символов, подчиняющихся особому закону, с помощью которого условно отображают числовые значения измеряемой величины? Это –

1. **цифровой код.**
2. временная последовательность импульсов.

8. Приведено выражение $1/2\gamma$, где γ – относительная погрешность. Что означает это выражение?

1. точность;
2. приведенную погрешность;
3. **относительную погрешность;**
4. диапазон измерения.

9. Приведенная погрешность амперметра равна 0,1%- Номинальный ток 100 мА. Сколько делений должна иметь вся шкала прибора?

1. 2000;
2. 200;
3. **100;**
4. 1000.

10. Мощность определяется косвенным методом через прямые измерения напряжения и сопротивления. При этом погрешность вольтметра составляет 2%, а погрешность омметра 3%. Какова будет максимальная погрешность измерения мощности (результат округлить до целого числа)?

1. 1%;
2. 7%;
3. 3%;
4. **5%.**

11. Цифровой вольтметр имеет погрешность 2%, время измерения 0,0001. Каково «мертвое время» прибора?

1. 0,01;
2. 0,0004;
3. 0,002;
4. 0,00008.

12. Ставится задача измерить напряжение с наибольшей точностью. Каким методом можно воспользоваться?

1. косвенным;
2. *прямым;*
3. замещения;
4. нулевым.

13. Чем определяется увеличение разрешающей способности средства измерения?

1. уменьшением точности при постоянном диапазоне измерения;
2. *увеличением чувствительности и расширением рабочего диапазона;*
3. уменьшением точности и уменьшением чувствительности;
4. уменьшением погрешности измерения и расширением рабочего диапазона.

14. Какие составляющие включает в себя измерительная процедура?

1. выявление измеряемой величины и создание величины заданного размера;
2. измерительные преобразования;
3. сравнение и получение результата измерения;
4. *все.*

15. Чем обуславливается погрешность при цифровом преобразовании?

1. временем выполнения алгоритма преобразования АЦП;
2. *скоростью изменения измеряемой величины;*
3. быстродействием элементной базы;
4. случайной погрешностью.

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответ	1	1	4	3	1	1	1	3	3	4	4	2	2	4	2

Ответы на вопросы тестового задания

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

1. Адиев Т.М. «Измерительная техника» М. Высш. шк. 2013.-256с.
2. Адиев Т.М., Тер – Хачатуров А.А. «Измерительная техника».– М.: Высш. шк.,1991- 256с.
3. Атамадян Э.Г. «Методы измерения электрических величин» М. Высш. шк. 2016. - 298с.
4. Головенков С.Н., Сироткин С.В. Основы автоматики Москва «Академия» 2004
5. Диденко В.И. Кончаловский В.Ю. Метрология и электроизмерительная техника МЭИ 2005
6. Евтихийев Н.Н. Скугоров В.Н Измерение электрических и неэлектрических величин Энергоатомиздат 2003
7. Кудасов Ю.Б. Электрон. текстовые данные.– М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010.– 184 с.
8. Кудасов Ю.Б. Электрофизические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие/

9. Панфилов В.А. Электрические измерения: Учебник для среднего профессионального образования. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288с.

10. Темников Ф.Е., Афонин В. А., Дмитриев В. И. «Теоретические основы информационной техники», - М.: Энергия, 1979. -296с.

11. Тюрин Н.И. Введение в метрологию Издательство стандартов 2004

12. Харт Х. «Введение в измерительную технику» М. Изм. «Мир» 2000 -- 37с.

13. Храмова Н.Н., Котур В.И. Средства измерений Энергоатомиздат 2005

14. Шишмарев В.Ю. Электрорадиоизмерения: Учебник для среднего профессионального образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2004 -- 336 с.

1.

8.2 Дополнительная литература

1. Журналы: «Радио» <http://www.radio.ru>

2. Захаров И. П., Павленко Ю. Ф. Эталоны в области электрорадио-измерений. Справочное пособие, 2008.

8.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. «Национальный цифровой ресурс «Руконт». - Режим доступа: <http://rucon.ru/>

2. «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

3. «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

4. «ZNANIUM.COM». - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>

5. «Библиороссика». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

6. «Лань». - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

7. <http://www.iprbookshop.ru/12947>. - - ЭБС «IPRbooks»

8. <http://www.tchl.it.ru>

9. <http://www.twirpx.com>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного мультимедийного кабинета и лаборатории.

Для лекционных занятий - Аудитория 11

- компьютер
- мультимедиа-проектор,
- экран

Для практических занятий- учебно-производственная лаборатория АТН111

- лабораторные стенды;
- амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ватметры, фазометры;
- измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры,
- измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии, тахометр ТЦ-3М, вольтметр В7-16, сопротивления, реостаты, катушки
- индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений, трансформаторы, ЛАТРы,
- нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели), источники постоянного, переменного и трехфазного тока, асинхронные электродвигатели, мегомметр, регулируемый источник тока,
- регулируемый источник напряжения, генератор пилообразного напряжения, тиристорный;
- регулятор напряжения, выпрямительный мост, транзисторный усилитель, мультивибратор;

– триггер, высокочастотный генератор, генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

При изучении раздела «Электрические измерения электрических и неэлектрических величин» следует придерживаться следующих общих указаний:

Электрические измерения электрических и неэлектрических величин нужно изучать строго последовательно.

Прочитанный в учебной литературе материал должен быть глубоко усвоен. Студент должен разобраться в теоретическом материале и уметь применить его как общую схему к решению конкретных задач. Свои знания надо проверить ответами на поставленные в конце каждой темы вопросы.

Каждую тему курса желательно прочитать дважды. При первом чтении учебника глубоко и последовательно изучают весь материал темы. При повторном изучении темы рекомендуется вести конспект, записывая в нем основные положения теории, теоремы курса и порядок решения типовых задач.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Электрические измерения электрических и неэлектрических величин» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО и учебного плана по направлению 2.15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Изучение дисциплины проходит в форме лекционных, практических занятий.

Видами текущего контроля является прием индивидуальных заданий в форме контрольных работ, тестирование, проверка выполнения заданий самостоятельной работы.

Итоговый контроль – экзамен.

11. Технологическая карта дисциплины

Курс I, группа РФ16ДР62АТП семестр I, II

Преподаватель – Глушков Г.Е.

Преподаватель, ведущий практические занятия Цвинкайло П.С.

Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

Весовой коэффициент дисциплины в совокупной рейтинговой оценке, рассчитываемой по всем дисциплинам (если введена модульно-рейтинговая система)

Модульно-рейтинговая система не введена

Наименование дисциплины / курса	Уровень / степень образования (бакалавриат, специалитет, магистратура)	Статус дисциплины в рабочем учебном плане (А, Б, В, Г) (если введена модульно-рейтинговая система)	Количество зачетных единиц / кредитов
Электрические измерения электрических и неэлектрических величин	бакалавриат	Б	4
Смежные дисциплины по учебному плану (перечислить):			
Технические средства автоматизации, средства автоматического проектирования, теоретическая механика, прикладная механика			
ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ			
(входной рейтинг-контроль, проверка «остаточных» знаний по смежным дисциплинам)			

Тема, задание или мероприятие входного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Основные понятия в физике	тест	аудиторная	2	5
Основные понятия в метрологии	тест	аудиторная	2	5
Итого:			4	10
БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ (проверка знаний и умений по дисциплине)				
Тема, задание или мероприятие текущего контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Приборы для измерения электрических величин. (по вариантам)	Контрольная работа	Аудиторная	2	5
Основные методы измерения неэлектрических величин	Контрольная работа	Аудиторная	2	5
Основные погрешности измерительных приборов. Способы их устранения.	Контрольная работа	Аудиторная	2	5
Итого:			6	15
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ				
Тема, задание или мероприятие дополнительного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Или				
Итого максимум:				

Необходимый минимум для получения итоговой оценки или допуска к промежуточной аттестации 3 балла (если введена модульно-рейтинговая система).

Рейтинговая система не введена

Дополнительные требования для студентов, отсутствующих на занятиях по уважительной причине:

- Устное собеседование
- Обязательное выполнение контрольных работ
- Тестирование

Составители:

Глушков Г.Н., ст. преподаватель

Цвинкайло Н.С., ст. преподаватель

Зав. кафедрой

Федоров Владимир Евгеньевич, доцент

Согласовано:

Директор филиала ПГУ им. Т.Г.Шевченко
в г. Рыбница: профессор

Павлинов Игорь Алексеевич