

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.2.1 Практикум по электрическим измерениям

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Электронные приборы и устройства

Курс 1
Семестр 2

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	72 / 2	часов/зачетных единиц
Лекции	-	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	36	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	36	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	2	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	КиПР	СОГЛАСОВАНО	Д.Е. Шашин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

(наименование кафедры)			
17.01.2022	протокол №	12	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Лапин Владимир Авангардович, директор ООО "НПФ Мета-Хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	знания: Знать пути поиска и критического анализа информации, необходимой для решения поставленных задач. умения: Уметь критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. навыки: Владеть способами обработки информации, необходимой для решения поставленной задачи.
	ОПК-2.2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	знания: Знать возможные варианты решения задачи. умения: Уметь применять возможные варианты решения задач. навыки: Уметь выбирать оптимальный из возможных вариантов решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
	ОПК-2.3. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	знания: Знать алгоритмы достижения цели с помощью выполнения задач проекта умения: Уметь формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. навыки: Владеть навыками формулировки цели проекта
	ОПК-2.4. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	знания: Знать методы определения ожидаемых результатов выполнения задач. умения: Уметь определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. навыки: Владеть способами достижения ожидаемых результатов решения выделенных задач.
	ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	знания: Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. умения: навыки:
	ОПК-2.6. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.	знания: умения: Уметь выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. навыки:

	ОПК-2.7. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.	знания: умения: навыки: Владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.
--	--	--

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является факультативной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Учебная практика (ознакомительная) (ОПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Материалы и компоненты электронной техники (ОПК-2), Практикум по радиомонтажу (ОПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: практика, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Электрические измерения в цепях постоянного и переменного тока	72	ОПК-2
Практическое занятие. Измерение сопротивления в цепях постоянного и переменного тока	4	
Практическое занятие. Измерение напряжения в цепях постоянного и переменного тока	4	
Практическое занятие. Измерение тока в электрических цепях	4	
Практическое занятие. Измерение мощности в цепях постоянного тока	4	
Практическое занятие. Измерение мощности в однофазной цепи переменного тока	4	
Практическое занятие. Измерение мощности в трёхфазной цепи постоянного тока	4	
Практическое занятие. Измерение емкости конденсаторов	4	
Практическое занятие. Измерение индуктивности	4	
Практическое занятие. Измерение неэлектрических величин электрическими способами	4	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение теоритических знаний и практических навыков по осуществлению измерения электрических величин в цепях постоянного и переменного тока.	36	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **ФТД.2.1 Практикум по электрическим измерениям** рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины **ФТД.2.1 Практикум по электрическим измерениям**, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины **ФТД.2.1 Практикум по электрическим измерениям** включает выполнение практических работ.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **зачёт**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Джонс, М. Х. Электроника - практический курс [Текст] : учебное пособие / М. Джонс ; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. Изд. 2-е, испр. М.: Техносфера, 2006. - 510 с. ISBN 5-94836-086-5. Экземпляры: всего 13. 	13
2.	Леухин, Владимир Николаевич. Конструирование устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения [Текст] : конспект лекций / В. Н. Леухин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 82 с. Экземпляры: всего 49.	49
3.	Леухин, Владимир Николаевич. Материалы в конструкциях и технологии электронных средств [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Леухин, Е. В. Михеева. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 163 с. ISBN 978-5-8158-0684-9. Экземпляры: всего 149.	149 / https://portal.volgatech.net/books/Leuxin,Mixeeva_-_kniga1.pdf
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		

1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	420а (III)	ИЗМЕРИТ ДОБРОТНОСТИ (1), ПРИБОР А2Х Х1-42 (1), Радиоизмерительный прибор - измеритель иммитанса Е7-20 (3), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и

алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Вариант 1 Приборами разного класса точности замерены значения сопротивления ряда резисторов: кл.-2,0 -180 Ом, 183 Ом, 178 Ом, 182 Ом, кл.-2,5 -193 Ом, 185 Ом, 178 Ом. Рассчитайте среднее значение сопротивления указанного ряда резисторов и его среднеквадратическое отклонение.

Вариант 2 На активном сопротивлении замерено: напряжение $U=10$ В (прибором класс точности 1,0 на шкале $U=20$ В) и значение протекающего тока $I=50$ мА (прибором класс точности 1,0 на шкале $I=100$ мА). Определить значение рассеиваемой мощности и абсолютную погрешность измерения мощности.

Вариант 3 Сопротивление резистора измерялось с помощью вольтметра на 20 В класса точности 1,0 и ваттметра на 200 В и 10 А класса точности 1,5. Показание прибора 19 В и 840 Вт. Вычислить величину, наибольшие абсолютную и относительную погрешности измерения сопротивления. Начертить схему включения приборов.

Вариант 4 Определить наибольшие абсолютную и относительные погрешности косвенного измерения напряжения на зажимах цепи, состоящей из двух последовательных резисторов. Напряжение 100 В на первом резисторе и 125 В на втором резисторе измерялось вольтметром на 150 В класса точности 1,5. Сравнить с точностью прямого измерения вольтметром на 200 В класса точности 1,5. Начертить схему включения приборов.

Вариант 5 Для измерения мощности использовались вольтметр со шкалой 400 В, классом точности 1,5 и одинарный мост. Сопротивление нагрузки 40 Ом было измерено с погрешностью 0,2%, показания вольтметра 360 В. Вычислить наибольшие абсолютную и относительные погрешности измерения мощности. Начертить схему включения приборов.

Вариант 6 Напряжения цепи измерялось с помощью амперметра класса точности 1,0 с верхним пределом измерения 20,0 А и ваттметра класса точности 1,5, чувствительностью 0,2 дел/Вт и шкалой на 200 делений. Показания амперметра 16,0 А, ваттметра 160 делений. Определить наибольшие абсолютную и относительные погрешности измерения напряжения, сравнить с точностью прямого измерения вольтметром класса точности 1,0 на 150 В. Начертить схему включения приборов.

Вариант 7 Методом «вольтметра-амперметра» необходимо определить значение сопротивления резистора и абсолютную погрешность измерения, если получены следующие данные: $U=40$ В прибором класса точности 1,0 на шкале 150 В, $I=150$ мА прибором класса точности 2,0 на шкале 200 мА.

Вариант 8 На активном сопротивлении замерено: падение напряжения $U=15$ В (прибором класса точности 2,0 на шкале $U=40$ В) и значение протекающего тока $I=150$ мА (прибором класса точности 1,0 на шкале $I=200$ мА). Определите значение рассеиваемой мощности и абсолютную погрешность измерения мощности.

Вариант 9 Напряжение цепи измерялось с помощью амперметра класса точности 1,0 с верхним пределом измерения 10,0 А и ваттметра класса точности 1,5, чувствительностью 0,2 дел/Вт и шкалой на 100 делений. Показания амперметра 7,0 А, ваттметра 70 делений. Определить наибольшие абсолютную и относительную погрешности измерения напряжения, сравнить с точностью прямого измерения вольтметром класса точности 1,0 на 75 В. Начертить схемы включения приборов.

Вариант 10 Для измерения мощности цепи использовались вольтметр на 150 В с классом точности 1,0 и амперметр на 100 А с классом точности 0,5. Показания приборов 80 А и 120 В. Вычислить наибольшие абсолютную и относительную погрешности измерения мощности и сравнить

с точностью прямого измерения мощности ваттметром класса точности $1,0$ с номинальным напряжением 150 В и номинальным током 100 А . Начертить схемы включения приборов.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Тест по предмету электрические измерения

Задание №1

Вопрос:

Прибор электромагнитной системы имеет неравномерную шкалу. Отсчёт невозможен в...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) в конце шкалы
- 2) в середине шкалы
- 3) во второй половине шкалы
- 4) в начале шкалы

Задание №2

Вопрос:

Относительной погрешностью называется...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению шкалы прибора в процентах
- 2) отношение измеренного значения величины к предельному значению шкалы прибора
- 3) разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины
- 4) отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины в процентах

Задание №3

Вопрос:

Если измеренное значение тока $I_{изм}$, действительное значение тока $I_{д$, то относительная погрешность равна...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 10%
- 2) -0,1%
- 3) 0,1%
- 4) 5,6%

Задание №4

Вопрос:

Если амперметр, реагирующий на действующее значение измеряемой величины, показывает 2 А , то показания ваттметра составят...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 100 Вт
- 2) 110 Вт
- 3) 220 Вт
- 4) 120 Вт

Задание №5

Вопрос:

Если амперметр показывает 4 А , а вольтметр 200 В , то величина R составит...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 50 Ом
- 2) 200 Ом
- 3) 30 Ом
- 4) 40 Ом

Задание №6

Вопрос:

Если показания вольтметра составляет $P_V = 50\text{ В}$, то показание амперметра P_A при этом будет...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 60 А
- 2) 5 А
- 3) 20 А
- 4) $0,2\text{ А}$

Задание №7

Вопрос:

В цепи синусоидального тока амперметр электромагнитной системы показал 0,5 А, тогда амплитуда этого тока I_m равна...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 0,5 А
- 2) 0,7 А
- 3) 0,9 А
- 4) 0,33 А

Задание №8

Вопрос:

Амперметры в схеме показали: $I_2 = 3$ А, $I_3 = 4$ А. Показания амперметра А1 равно...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 5 А
- 2) 1 А
- 3) 3,5 А
- 4) 7 А

Задание №9

Вопрос:

Формула абсолютной погрешности измерения, где x_i – измеренное значение, x_d – действительное, имеет вид ...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

Задание №10

Вопрос:

Формула, определяющая класс точности электроизмерительного прибора, имеет вид ...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

Задание №11

Вопрос:

Абсолютная погрешность прибора в зависимости от класса точности определяется по формуле ...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

Задание №12

Вопрос:

В приведённой схеме неправильно включён прибор ...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) PA1
- 2) PA2
- 3) P
- 4) PW

Задание №13

Вопрос:

Если амперметр, реагирующий на действующее значение измеряемой величины, показывает 2А, то показания варметра составят...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 100 ВАр
- 2) 110 ВАр
- 3) 220 ВАр
- 4) 120 ВАр

Задание №14

Вопрос:

Относительная погрешность измерения определяется по формуле ...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

Задание №15

Вопрос:

Технические средства определения электрических параметров:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Электронный усилитель
- 2) Электротехнический механизм
- 3) Электроизмерительный прибор
- 4) Защитные средства
- 5) Устройство заземления

Задание №16

Вопрос:

Назначение электрических измерений

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Определение механических параметров
- 2) Нахождение геометрических размеров
- 3) Использование мерительной техники
- 4) Определение электрических параметров
- 5) Изменение силы тока и напряжения

Задание №17

Вопрос:

Измерение, при котором значение физической величины определяется непосредственно по показаниям приборов:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Правильное
- 2) Непосредственное
- 3) Прямое
- 4) Косвенное
- 5) Неправильное

Задание №18

Вопрос:

Измерение, производимое на основании физических законов с использованием данных предварительных измерений:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Прямое
- 2) Косвенное
- 3) Предварительное
- 4) Непосредственное
- 5) Правильное

Задание №19

Вопрос:

Неточность показания прибора:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Погрешность
- 2) Ошибка прибора

- 3) Отклонение
- 4) Искажение измерений
- 5) Качество материала

Задание №20

Вопрос:

Классы точности 1; 1,5; 2,5 имеют приборы:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Лабораторные
- 2) Контрольные
- 3) Технические
- 4) Учебные
- 5) Коммерческие

Задание №21

Вопрос:

Приведенная погрешность, выраженная в процентах – это:

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) Абсолютная поправка
- 2) Индекс измерений
- 3) Класс точности
- 4) Расчетный коэффициент

Задание №22

Вопрос:

Назначение корректора:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Защита от электромагнитных полей
- 2) Установка стрелки на нулевое положение перед измерением
- 3) Изменение мощности
- 4) Создание вращающего момента
- 5) Запуск ротора

Задание №23

Вопрос:

Для расширения пределов измерения амперметра в цепь включают:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Емкость
- 2) Шунт
- 3) Резистор
- 4) Трансформатор
- 5) Выключатель

Задание №24

Вопрос:

Для расширения пределов измерения вольтметра применяют:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Добавочное сопротивление
- 2) Выпрямитель
- 3) Усилитель
- 4) Шунт
- 5) Выключатель

Задание №25

Вопрос:

Для расширения пределов измерения амперметра в цепь включают:

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Добавочное сопротивление
- 2) Шунт
- 3) Реостат
- 4) Резистор

5) Выключатель