

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)


 « 18 » 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль подготовки Управление и информатика в технических системах

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемк. зач.ед./час	Лекций, час	Практич. занятий час.	Лабор. работ час.	СРС, час.	Форма промеж. контроля (экс/зач)
8	4/144	20		20	68	экзамен (36час.)
Итого	4/144	20		20	68	экзамен (36час.)

Владимир – 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является: приобретение знаний, необходимых для квалифицированного применения средств измерения в условиях научно-исследовательских лабораторий и производства; формирование способностей грамотно анализировать и оформлять результаты экспериментальных измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технические измерения и приборы» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана и содержательно-методически связана с теоретическими дисциплинами и практиками предшествующего периода обучения такими, как математика, физика, метрология, электротехника и электроника.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «Технические измерения и приборы» у студента должны быть сформированы следующие компетенции:

- способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7).

Студент должен

знать:

- основные характеристики и параметры электрических сигналов и цепей, методы решения задач анализа и расчета цепей;
- метрологические характеристики измерительных механизмов, на основе которых строятся измерительные приборы;
- современные средства получения сигналов (датчики), обработки и представления экспериментальных данных ;
- современные тенденции развития измерительной и вычислительной техники.

уметь:

- применять методы анализа и расчета электрических и электронных цепей при разработке электронной измерительной аппаратуры;
- самостоятельно проводить эксперимент и обрабатывать полученную информацию;

владеть:

- основными приемами обработки и представления данных экспериментов, способностью работать с измерительной аппаратурой;
- способностью организовать метрологическое обслуживание производства систем и средств автоматизации и управления .
- информацией о современных разработках средств получения сигналов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ»

Общая трудоемкость дисциплины «Технические измерения и приборы» составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ п/п	Название Раздела (темы)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с прим.- ием интеракт- ных методов (в часах / %)	Формы текущ. контр.-я успеваемости (по неделям сем-ра), форма промежуто чной аттестации (по се- местрам)
				Лекции	Консультации	Практ. зан.	Лаб. раб.	СРС	КП/КР		
1	Основные характеристики электрических сигналов и цепей. Параметрическое и функциональное представление сигналов.		1	2				4			
2	Точность, погрешность. Классификация погрешностей. Классы точности СИ. Определение погрешности по известному классу точности.	8	2	2			4	6		2/33	
3	Обработка результатов измерений. Прямые однократные и многократные измерения.	8	3	2							
4	Датчики, чувствительные элементы. Активные и пассивные датчики. Принципы, типы, схемы. Применение.	8	4	2				12			
5	Приборы для измерения тока и напряжения. Эл.-мех приборы. Типы измерительных систем, параметры, возможности.	8	5-6	2				4		2/50	1 рейтинг-контроль
6	Электронные аналоговые вольтметры. Схемы вольтметров. Детекторы	8	7	2			4	18		2/33	
7	Цифровые измерительные приборы. Методы АЦ-преобразования. Цифровые вольтметры.	8	8	2				4			
8	Осциллографы. Классификация. ЭЛЮ Устройство, каналы, ЭЛТ. Режимы работы. Погрешности.	8	9	2			6	4		4/50	
9	Цифровые частотомеры. Режимы измерения частоты и периода. Погрешности.	8	10	2				2			
10	Измерительные генераторы сигналов. Общие положения работы аналоговых ГС гармонич. сигнала; ГС на биениях; ГСС. Принципы построения цифровых ГС синусоидальной формы.	8	10	2			6	14		4/50	2,3 рейтинг-контроль
	Всего			20		20		68		14/35	3 р-к, экзамен

Содержание дисциплины

Теоретический курс (лекции)

1. Основные характеристики электрических сигналов и цепей. Параметрическое и функциональное представление сигналов.
2. Точность, погрешность. Классификация погрешностей. Классы точности средств измерения (СИ). Определение погрешностей по известному классу прибора. Представление о различных видах погрешностей.
3. Обработка результатов измерений. Примеры прямых измерений обработки.
4. Датчики, чувствительные элементы. Активные и пассивные датчики.
5. Приборы, измеряющие напряжение и ток. Электромеханические приборы. Функциональная схема, типы измерительных систем: магнитоэлектрическая, электромагнитная, электродинамическая, электростатическая.
6. Электронные аналоговые вольтметры. Функциональные схемы вольтметров постоянного и переменного напряжения. Схемы детекторов средневыпрямленного, среднего квадратического значения напряжения.
7. Цифровые измерительные приборы. Методы аналого-цифрового преобразования. АЦП последовательного приближения; последовательного счета; параллельного преобразования, интегрирующие АЦП. Цифровые вольтметры.
8. Осциллографы. Классификация. Электронно-лучевой осциллограф (ЭЛО). Устройство ЭЛО, каналы вертикального и горизонтального отклонения, электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). Режимы работы осциллографов: линейный, круговой. Погрешности осциллографических измерений: инструментальная, динамическая, взаимодействия.
9. Цифровые частотомеры. Режимы измерения частоты и периода. Погрешности измерения.
10. Измерительные генераторы сигналов (ГС). Общие положения работы аналоговых ГС. ГС гармонического сигнала звукового диапазона; ГС на биениях, ГСС. Принципы построения цифровых генераторов сигнала синусоидальной формы.

Лабораторные работы

1. Измерение параметров операционных усилителей. Коэффициентов усиления дифференциального сигнала и передачи синфазного сигнала. Погрешности в составе выходного сигнала ОУ.
 2. Измерение погрешностей измерения параметров импульсных сигналов при использовании осциллографа в качестве измерительного прибора.
 3. Исследование работы измерительных генераторов импульсов.
 4. Электронный вольтметр переменного тока. Исследование линейной частотной погрешности.
- Лабораторные стенды оборудованы средствами измерений: вольтметрами, амперметрами, осциллографами, генераторами сигналов; в качестве объектов исследования используются также измерительные приборы. В лаборатории имеется 10 плакатов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией слайдов или готовых копий рисунков, а также плакатов (в кол.12 экз.).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Электроники и микросхемотехники. Для занятий привлекается стендовое оборудование, подготовленное для курсов «Электроника», «Основы микросхемотехники». Акцент занятий переносится на процессы измерения физических величин и параметров, расчет погрешностей измерения, изучение измерительных приборов. В плане развития дисциплины: приобретение стендов для исследования характеристик и параметров датчиков.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме тестирования согласно графику учебного процесса.

ВОПРОСЫ к рейтинг-контролю знаний студентов

Рейтинг-контроль №1

1. Основные характеристики электрических сигналов и электрических цепей. Параметрическое представление сигналов. Параметры времени, уровня. Коэффициент мощности; $\cos\varphi$; мощность и энергия.
2. Что такое коэффициенты амплитуды и формы периодического сигнала? Чему равны значения этих коэффициентов для сигналов синусоидальной и прямоугольной формы?
3. Фазовый сдвиг между синусоидальными сигналами тока и напряжения в электрической цепи составляет $\varphi = 30^\circ$. Сигналы имеют одинаковую частоту, равную 50Гц. Чему равен временной сдвиг между этими сигналами?
4. Как найти полную мощность, если известны активная и реактивная мощность в однофазной электрической цепи?
5. Чему равно среднее, средневыпрямленное, среднеквадратическое. Амплитуда сигнала $\pm 1A$, период 20мс? Определите значения коэффициентов амплитуды и формы.
6. Функциональное представление периодических сигналов. Мощность и энергия. Комплексные сопротивления; векторные диаграммы; добротность и тангенс угла потерь.
7. Что характеризуют понятия «добротность» и «тангенс угла потерь»? Запишите выражение для случая комплексного сопротивления индуктивного характера (последовательная схема).
8. Что характеризуют понятия «добротность» и «тангенс угла потерь»? Запишите выражение для случая комплексного сопротивления емкостного характера (параллельная схема).
9. Дайте определение следующим погрешностям: систематическая и случайная; аддитивная и мультипликативная; погрешность взаимодействия; субъективная; динамическая. Приведите примеры.
10. Как называется погрешность, которая вызвана изменением влияющих величин за пределы нормальных значений?
11. Как называется кратная единица, равная 10^{12} , и как называется дольная единица, равная 10^{-12} ?
12. Вольтметр с диапазоном измерения 0...300 В, класс точности 1,5. В нормальных условиях при измерении напряжения получен результат $U = 200$ В. Рассчитать предельную инструментальную абсолютную и относительную погрешности.

13. Как определяется относительная погрешность взаимодействия прибора и источника питания при измерении вольтметром напряжения постоянного тока?
14. Классы точности средств измерения (СИ). Формы представления и формулы расчета погрешностей (СИ).

Рейтинг-контроль №2

15. Как рассчитать основную и относительную погрешности по известному классу прибора?
16. Методическая погрешность. Как определяется?
17. Динамическая погрешность. Как определяется?
18. Субъективная погрешность.
19. Датчики. Общие характеристики. Активные датчики. Датчики, использующие термоэлектрический эффект; пирозлектрический эффект; фотоэлектрические датчики.
20. Активные датчики на основе фотоэлектромеханического эффекта, пьезоэлектрического эффекта. Датчики на основе эффекта Холла.
21. Пассивные датчики. Потенциометрические схемы с резистивными датчиками. Дифференциальное включение резистивных датчиков.
22. Как удалить постоянную составляющую из выходного сигнала?
23. Приборы измерения тока и напряжения. Приборы магнитоэлектрической системы. Краткая оценка. Амперметры, вольтметры. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями переменного тока в постоянный.
24. Приборы электромагнитной системы. Амперметры. Вольтметры. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Краткая оценка.
25. Приборы электродинамической системы. Амперметры. Вольтметры. Ваттметры. Краткая оценка.
26. Приборы электростатической системы. Краткая оценка. Компенсаторы. Назначение. Схема. Принцип действия. Краткая оценка.
27. Осциллографы. Устройство электронно-лучевого осциллографа (ЭЛО). Каналы вертикального и горизонтального отклонения. Электронно-лучевая трубка. Двухканальные осциллографы.
28. Режимы работы ЭЛО. Режим линейной развертки ($Y-t$). Автоколебательный режим. Ждущий режим. Режим $X-Y$. (Методы эллипса и фигур Лиссажу).
29. Погрешности осциллографических измерений. Инструментальная, динамическая. Погрешность взаимодействия.

Рейтинг-контроль №3

30. Открытый и закрытый входы ЭЛО. Субъективная погрешность. Оценка погрешностей осциллографических измерений в режиме линейной – развертки. Пример расчета инструментальных и субъективных погрешностей.
31. Электронные аналоговые вольтметры. Структурные схемы. Детекторы амплитудного значения сигнала: АДОВ, АДЗВ. Детекторы среднего значения.
32. Вольтметры с детекторами истинного среднеквадратического значения. Аппроксимирующие и термоэлектрические детекторы. Оценить на примерах влияние формы измеряемого сигнала на результат измерения приборами различных систем.
33. Измерительные генераторы. Назначение, классификация. Условия возникновения колебаний (общая функциональная схема задающего генератора, баланс амплитуд и фаз). Функциональные схемы промышленных генераторов гармонических колебаний (ГС, ГСС).
34. Задающий генератор на основе моста Вина (RC – генератор). Условия самовозбуждения. Генератор на биениях. Генератор инфранизких частот на ОУ.
35. Формирователи синусоидального напряжения на основе цифровых микросхем.
36. Измерение активного сопротивления. Пределы измеряемых значений сопротивлений. Методы измерений: амперметра и вольтметра, логометрический, электронный, мостовой.

Вопросы к самостоятельной работе студентов (СРС)

1. Классификация погрешностей. Классы точности СИ.
2. Как определить абсолютную погрешность по известному классу прибора?
3. Как определить методическую погрешность на примере измерения мощности косвенным методом?
4. Как определить погрешность взаимодействия? Пример расчета. Субъективная погрешность.
5. Параметрическое представление сигналов. Группа параметров времени (пояснить). Группа параметров уровня.
6. Функциональное представление сигналов. Напряжение, ток, мощность, энергия. Комплексные сопротивления. Фазовый сдвиг. Добротность и тангенс угла потерь.
7. Электромеханические приборы. Общая функциональная схема. Измерительный механизм магнитоэлектрической системы. УГО, принцип действия. Амперметры (расширение пределов). Вольтметры (расширение пределов).
8. Магнитоэлектрические приборы с преобразованием переменного тока в постоянный. Оценка.
9. Приборы электромагнитной системы, УГО. Принцип действия, амперметры, вольтметры, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Оценка.
10. Приборы электродинамической системы, УГО. Принцип действия. Амперметры, вольтметры, ваттметры. Оценка.
11. Приборы электростатической системы. УГО. Принцип действия. Применение, оценка.
12. Компенсаторы (потенциометры). Типовая схема. Принцип действия. Оценка, применение.
13. Электронные аналоговые вольтметры. Функциональные схемы ЭВ. Детекторы амплитудного значения измеряемого напряжения. АДОВ, АДЗВ. АД среднего значения. Детекторы среднеквадратического значения.
14. Электронные лучевые осциллографы. Устройство ЭЛО: каналы отклонения по вертикали и горизонтали, электронно-лучевая трубка.
15. Режимы работы ЭЛО. Режимы линейной и круговой развертки.
16. Погрешности осциллографических измерений: инструментальная, динамическая, взаимодействия.
17. Измерительные генераторы. Определение, Классификация, условия возникновения колебаний.
18. Генераторы гармонических колебаний. Генераторы инфранизких, звуковых, высоких частот.
19. Генераторы релаксационных колебаний: прямоугольной, треугольной, пилообразной форм.
20. Измерение параметров электрических цепей. Измерение активных сопротивлений (метод вольтметра и амперметра, логометры, электронные омметры).
21. Мостовые схемы измерителей: сопротивлений, индуктивности, емкости и тангенса угла потерь. Резонансные методы измерения параметров.
22. Цифровые измерительные приборы. Сигнальные преобразователи цифровых сигналов: характеристики АЦП и ЦАП.
23. Активные и пассивные датчики сигналов.
24. Схемы формирования выходных сигналов датчиков.
25. Цифровые частотомеры. Режим измерения частоты; режим измерения периода.

Экзаменационные вопросы

1. Характеристики электрических сигналов. Параметрическое представление периодических сигналов. Функциональное представление сигналов.
2. Функциональное представление сигналов. Трехфазные цепи. Комплексные сопротивления. Параметры реактивных сопротивлений: добротность, тангенс угла потерь, фазовые сдвиги.
3. Классификация измерений; методы измерений.
4. Точность, погрешность. Классификация погрешностей. Рассказать о природе погрешностей. Определение погрешности прибора по классу точности.
5. Методическая, субъективная погрешности; погрешность взаимодействия. Дать примеры расчета.
6. Датчики сигналов (чувствительные элементы). Общие характеристики датчиков. Активные датчики (АД).
7. Пассивные датчики (ПД). Дать классификацию. Рассмотреть примеры ПД: потенциометрические и мостовые ПД.
8. Мостовые резистивные датчики; индукционные датчики. Привести примеры, дать оценку.
9. Электромеханические измерительные приборы. Общие положения. Приборы магнитоэлектрической системы (МЭС). Принцип действия УГО. Амперметры, вольтметры МЭС. Оценка. Выпрямительные, термоэлектрические приборы УГО.
10. Приборы электромагнитной системы (ЭМС). Принцип действия. УГО. Амперметры и вольтметры ЭМС. Оценка. Расширение пределов измерения с помощью ТТ и ТН.
11. Приборы электродинамической системы (ЭДС). Принцип действия. УГО. Амперметры, вольтметры, ваттметры. Оценка. Расширение пределов измерения.
12. Электронные аналоговые вольтметры, типовые структуры. Детекторы амплитудного значения с открытым и закрытым входами (АДОВ и АДЗВ).
13. Приборы с детекторами среднеквадратического значения. Аппроксимирующие детекторы и детекторы ИСКЗ. Привести схемы, дать описание работы детекторов.
14. Цифровые измерительные приборы. Общие положения работы ЦП. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – основной узел ЦП. Характеристики АЦП: длина шкалы, разрядность, разрешающая способность, значение кванта, Погрешность квантования.
15. Методы аналого-цифрового преобразования, АЦП последовательного приближения. Дать объяснение на примере. Оценка.
16. Интегрирующие АЦП: одноктактный и двухтактный. Привести схемы АЦП дать описание работы и оценку.
17. АЦП параллельного преобразования. Дать объяснение принципа действия на примере двух – разрядного АЦП. Общая схема многоразрядного АЦП. АЦП последовательного счета. Схема объяснение работы, оценка.
18. Цифровые вольтметры (ЦВ) и мультиметры (ЦМ). Функциональные схемы. Оценки.
19. Осциллографы. Электронно-лучевые осциллографы (ЭЛО), устройство: Каналы управления по вертикали и горизонтали, электроннолучевая трубка (ЭЛТ). Двухканальные ЭЛО.
20. Режимы работы ЭЛО. Режим линейной развертки $Y-t$ (автоколебательный, ждущий). Режим круговой развертки ($Y-X$).
21. Погрешности осциллографических измерений. Инструментальная, динамическая погрешности; погрешность взаимодействия. Соединительные входные простые кабели: (с коэффициентом деления 1 : 1 и 10 : 1).
22. Цифровые частотомеры (ЦЧ). Режим измерения частоты. Погрешности режима измерения частоты.
23. Цифровые частотомеры (ЦЧ). Режим измерения периода. Погрешности режима измерения периода.
24. Измерительные генераторы сигналов (ГС). Общие положения работы аналоговых (ГС). ГС звукового диапазона; ГС на биениях; ГСС. Оценки ГС, параметры, применения.
25. Цифровые генераторы (ЦГ). Принципы построения цифровых ГС $\sin$ – ой формы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Б. Камардин, И.Ю. Суркова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214016.html>
2. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Леонов О. А., Карпузов В. В., Шкаруба Н. Ж., Кисенков Н. Е. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206327.html>
3. Методические указания к лаб. раб. по дисциплин. «Технические измерения приборы» / А.С. Грибакин, О.М. Кочуров В.С. Грибакин .ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.-**Владимир Изд. ВлГУ** 2012. . 60с.

Дополнительная литература

1. Информационно-измерительная техника и электроника. Учебник для ст.-ов.-Г.Г. Раннев, В.А. Суворкина В.И. Калашников и др. М.: Изд. центр «Академия» 2007. 512с. (библиотека ВлГУ)
2. Микроэлектронные измерительные преобразователи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Б. Топильский. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996330201.html>
3. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий [Электронный ресурс] / под ред. В.К. Батоврина. - 2-е изд, переработ. и доп. - М. : ДМК Пресс, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744986.html>

Периодические издания

1. Автоматика и телемеханика.
2. Известия РАН. Теория систем управления.
3. Известия высших учебных заведений. Электромеханика.
4. Измерение, диагностика, контроль.

Интернет-ресурсы

1. <http://www.mathworks.com/products/simulink-> раздел Simulink на сервере www.mathworks.com (англ.)
2. <http://www.engin.umich.edu/group/ctm/>
3. <http://elibrary.ru>,
4. [http:// exponenta.ru](http://exponenta.ru)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторные работы проводятся в лаборатории «Электроника и микросхемотехника» на стендовом оборудовании и в одном из компьютерных классов кафедры УИТЭС. Состав лабораторного оборудования

1. Измерение параметров операционных усилителей. Коэффициентов усиления дифференциального сигнала и передачи синфазного сигнала. Погрешности в составе выходного сигнала ОУ.
2. Измерение погрешностей измерения параметров импульсных сигналов при использовании осциллографа в качестве измерительного прибора. Работа выполняется лабораторных стендах по исследованию импульсных транзисторных ВЧ преобразователей, генераторов напряжений прямоугольной и треугольной формы.
3. Изучение работы измерительных функциональных генераторов синусоидальной и импульсной формы.

4. Изучение вопросов проектирования аналоговых фильтров и мостовых измерительных преобразователей.

Лабораторные стенды оборудованы средствами измерений: вольтметрами, амперметрами, осциллографами, генераторами сигналов; в качестве объектов исследования используются также измерительные приборы. В лаборатории имеется 10 плакатов.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «**Управление в технических системах**»

Рабочую программу составил



А.С.Грибакин
доцент

Рецензент

Зам.начальника отдела

ЗАО «Автоматика Плюс», к.т.н.



В.М.Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИТЭС

Протокол № 10/1 от 18.11.15 года

Заведующий кафедрой



А.Б.Градусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

«**Управление в технических системах**»

Протокол № 8 от 18.11.15 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов