

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Аналоговые и цифровые измерительные приборы ФТД.Б.1

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тюрин В.А.

**Рецензент(ы):**

Бойко Б.П.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 693814

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) ФТД.Б.1 "АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ" является приобретение теоретических знаний в области метрологии, а также изучение устройства и принципа действия как аналоговых, так и цифровых измерительных приборов, что необходимо для успешного продолжения образования по выбранному профилю.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.1 Факультативы" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Дисциплина ФТД.Б.1 "АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ" является факультативной.

Изучение данной дисциплины базируется на подготовке по физике и математике в рамках Государственного стандарта общего образования, а также дисциплин подготовки бакалавров по направлению 011800.62 Радиофизика: Б2.Б.3 "Электричество и магнетизм", Б2.Б.6 "Математический анализ", Б2.Б10 "дифференциальные уравнения". Студент должен обладать входными знаниями перечисленных модулей математического и естественнонаучного цикла Б2, а также навыками экспериментальной работы, приобретенными на физическом практикуме Б2.В.1 по электричеству и магнетизму.

Дисциплина ФТД.Б.1 "АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ" имеет естественную связь с модулями Б3.В4 - Радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике) и Б3.В.6 - Основы радиоэлектроники (практикум).

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность добиваться намеченной цели;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки;
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки).

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные положения в области метрологии и теории измерений, методы приема и обработки сигналов, основные законы построения и функционирования радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, основы теории и применения электривакуумных и полупроводниковых приборов.

2. должен уметь:

ориентироваться в вопросах построения и анализа радиотехнических схем, а также применения современной элементной базы, пользоваться методами компьютерного расчета и электронного моделирования радиотехнических систем.

3. должен владеть:

навыками работы с учебной и научной литературой, навыками практической работы с современными компьютерами и радиотехническими устройствами, радиоизмерительными приборами, методами измерений и методами обработки экспериментальных данных.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с использованием электромагнитных сигналов для передачи, приема и обработки информации в радиотехнических цепях,
- к использованию современных методов обработки сигналов, основных законов построения и функционирования радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, методов анализа электромагнитных процессов в этих цепях,
- к эксплуатации современной радиофизической аппаратуры и оборудования,
- к работе с современными образовательными и информационными технологиями.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.	6	1	0	1	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ.	6	1	0	1	0	
3.	Тема 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.	6	2	0	2	0	
4.	Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.	6	3	0	2	0	
5.	Тема 5. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.	6	4	0	2	0	
6.	Тема 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.	6	5	0	2	0	
7.	Тема 7. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.	6	6,7	0	4	0	
8.	Тема 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.	6	8	0	2	0	
9.	Тема 9. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.	6	9	0	2	0	
10.	Тема 10. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ.	7	1	0	1	0	
11.	Тема 11. КОДИРОВАНИЕ.	7	1	0	1	0	
12.	Тема 12. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.	7	2	0	1	0	
13.	Тема 13. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.	7	2,3	0	2	0	
14.	Тема 14. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.	7	3	0	1	0	
15.	Тема 15. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.	7	4	0	2	0	
16.	Тема 16. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.	7	5	0	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
17.	Тема 17. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ.	7	6	0	2	0	
18.	Тема 18. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.	7	7	0	2	0	
19.	Тема 19. ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ.	7	8	0	2	0	
20.	Тема 20. ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ R, L, C.	7	9	0	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			0	36	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.

#### *практическое занятие (1 часа(ов)):*

Основные понятия в области метрологии. Понятие измерения. Классификация измерений. Понятие средства измерения. Классификация средств измерений.

### Тема 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ.

#### *практическое занятие (1 часа(ов)):*

Элементы теории ошибок. Систематические и случайные погрешности. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями.

### Тема 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Общие сведения об электромеханических измерительных приборах. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Расширение пределов измерения.

### Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Амплитудный, выпрямительный и среднеквадратический преобразователи. Зависимость показаний от формы измеряемых токов и напряжений. Градуировка вольтметров переменного тока.

### Тема 5. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Система классификации радиоизмерительных приборов по ГОСТу.

### Тема 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Генераторы синусоидальных колебаний звукового и радиочастотного диапазонов. Генераторы прямоугольных импульсов.

### Тема 7. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Назначение, основные характеристики. Основные блоки и узлы: электронно-лучевая трубка, каналы вертикального и горизонтального отклонения, схема синхронизации. Основные блоки и узлы двухканального осциллографа. Измерение временных интервалов методом задержанной развертки.

#### **Тема 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Запоминающий, широкополосный, стробоскопический осциллографы.

#### **Тема 9. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Назначение, основные технические характеристики. Блок-схема

#### **Тема 10. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ.**

*практическое занятие (1 часа(ов)):*

Природные непрерывные и дискретные физические величины. Преимущества измерения дискретных физических величин. Квантование и дискретизация физической величины, погрешности этих операций. Появление динамических погрешностей.

#### **Тема 11. КОДИРОВАНИЕ.**

*практическое занятие (1 часа(ов)):*

Системы счисления. Числовые коды. Методы кодирования.

#### **Тема 12. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.**

*практическое занятие (1 часа(ов)):*

Блок-схема цифрового измерительного прибора. Функциональное назначение входного устройства, блока аналого-цифрового преобразования и цифрового отсчетного устройства.

#### **Тема 13. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Цифровые индикаторы, классификация. Принцип действия и основные технические характеристики газоразрядных, люминесцентных, катодо-люминесцентных, светодиодных, жидкокристаллических и накальных цифровых индикаторов.

#### **Тема 14. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.**

*практическое занятие (1 часа(ов)):*

Преобразователи код-код (дешифраторы). Дешифратор (1248)-(7-10). Таблица соответствия. Синтез дешифратора.

#### **Тема 15. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Классификация. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) с суммированием и делением напряжений. ЦАП с суммированием токов

#### **Тема 16. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Классификация аналого-цифровых преобразователей (АЦП). АЦП время-импульсного типа, АЦП с двухтактным интегрированием, АЦП частотно-импульсного типа, АЦП кодо-импульсного типа ? развертывающие, следящие и порязрядного уравнивания

#### **Тема 17. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Универсальный вольтметр В7-16.

#### **Тема 18. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Типовая структурная схема универсального частотомера. Особенности измерения частоты и интервалов времени. Нониусный измеритель интервалов времени.

#### **Тема 19. ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Методы цифрового измерения фазового сдвига. Неинтегрирующий и интегрирующий цифровые фазометры.

## Тема 20. ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ R, L, C.

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Методы разряда конденсатора и колебательного контура.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.	6	1	Подготовка домашнего задания	1	Домашнее задание
2.	Тема 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ.	6	1	Подготовка домашнего задания	1	Домашнее задание
3.	Тема 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.	6	2	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
4.	Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.	6	3	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
5.	Тема 5. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.	6	4	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
6.	Тема 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.	6	5	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
7.	Тема 7. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.	6	6,7	Подготовка домашнего задания	4	Домашнее задание
8.	Тема 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.	6	8	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
9.	Тема 9. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.	6	9	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
10.	Тема 10. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ.	7	1	Подготовка домашнего задания	1	Домашнее задание
11.	Тема 11. КОДИРОВАНИЕ.	7	1	Подготовка домашнего задания	1	Домашнее задание
12.	Тема 12. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.	7	2	Подготовка домашнего задания	1	Домашнее задание



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.	7	2,3	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
14.	Тема 14. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.	7	3	Подготовка домашнего задания	1	Домашнее задание
15.	Тема 15. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.	7	4	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
16.	Тема 16. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.	7	5	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
17.	Тема 17. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ.	7	6	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
18.	Тема 18. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.	7	7	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
19.	Тема 19. ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ.	7	8	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
20.	Тема 20. ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ R, L, C.	7	9	Подготовка домашнего задания	2	Домашнее задание
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

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

### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Понятие ?Физическая величина? (ФВ). 2. Значение ФВ. Истинное и действительное значения ФВ. 3. Понятие ?Измерение?. Роль измерения в познании окружающего мира. 4. Классификация измерений. 5. Понятие ?Средство измерения?. 6. Классификация средств измерений.

### Тема 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ.

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Как определяется наука метрология? 2. Объяснить разницу понятий ?физическая величина? и ?значение физической величины?. 3. В чем разница между образцовым и лабораторным измерительными средствами? 4. Как классифицируются измерения производимые студентом во время лабораторных занятий.

### Тема 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Что называют электромеханическим измерительным прибором? 2. Почему у приборов МЭ системы линейная шкала? 3. Почему у приборов ЭМ системы погрешность измерения больше, чем у приборов МЭ системы? 4. Какие методы расширения пределов измерения используются для приборов МЭ и ЭМ систем?

#### **Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Почему возникают различия в измерении постоянных и переменных напряжений и токов? 2. Каким значением характеризуется энергетический уровень сигнала. 3. Можно ли амплитудным вольтметром измерить энергетический уровень сигнала? 4. В чем различия в принципах действия ЭМИП изучаемых систем? 5. Почему показания вольтметра с термоэлектрическим преобразователем не зависят ни от формы, ни от частоты сигнала?

#### **Тема 5. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Как построена система классификации радиоизмерительных приборов по ГОСТу? 2. На сколько подгрупп разделены все разновидности приборов? 3. Как организована каждая подгруппа?

#### **Тема 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Каковы особенности задающего генератора ГЗ-33? 2. Как устроен усилитель мощности? 3. Как удалось получить три значения выходного сопротивления? 4. Для чего предусмотрена внутренняя нагрузка? 5. Как устроена автоматическая регулировка выхода ГЗ-111? 6. В чем принципиальные отличия построения функциональных схем и конструкций Г4-18 и Г4-102? 7. Определить функции входного формирователя и блока задержки и их место в общей логике функциональной схемы Г5-54. 8. Как работает блок формирования длительности основного импульса?

#### **Тема 7. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. По какому признаку выделяются основные блоки осциллографа? 2. Что называется электронно-лучевой трубкой? 3. В чем состоит явление термоэлектронной эмиссии? 4. Почему электровакуумный триод называют усилительным элементом? 5. Зачем из колбы ЭЛТ выкачан воздух? 6. Какие системы электродов расположены в колбе ЭЛТ? 7. Откуда в ЭЛТ берутся электроны для формирования электронного пучка? 8. Как регулируется яркость пятна на экране ЭЛТ? 9. Что такое послеускорение? 10. Чем ограничивается полоса пропускания ЭЛТ? 11. Назначение и функциональная схема канала вертикального отклонения (КВО)? 12. Как устроен входной attenuator? 13. Почему усилители КВО являются дифференциальными усилительными каскадами? 14. Зачем в состав КВО включена линия задержки? 15. В чем состоит функция схемы синхронизации (СС)? 16. Какие сигналы вырабатывает СС? 17. Какова функция канала горизонтального отклонения? 18. Как устроен генератор развертки?

#### **Тема 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Сколько режимов работы тракта ВО и тракта ГО? 2. Что такое компаратор задержки? 3. Какие две уникальные функции приобрел С1-64А при использовании двух генераторов развертки? 1. Каков принцип действия запоминающей трубки? 2. Как устроена широкополосная ЭЛТ? 3. Каким недостатком обладает стробоскопический осциллограф?

#### **Тема 9. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Какая идея заложена в принцип действия ИЧХ? 2. Как осуществляется свипирование частоты?

#### **Тема 10. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

Природные непрерывные и дискретные физические величины. Преимущества измерения дискретных физических величин. Квантование и дискретизация физической величины, погрешности этих операций. Появление динамических погрешностей.

### **Тема 11. КОДИРОВАНИЕ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Каково принципиальное отличие дискретной ФВ от непрерывной? 2. Чем определяются период дискретизации и число уровней квантования? 3. Что такое динамическая погрешность и в чем причина ее появления? 4. Чем код Грея отличается от дополнительного кода?

### **Тема 12. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

Блок-схема цифрового измерительного прибора. Функциональное назначение входного устройства, блока аналого-цифрового преобразования и цифрового отсчетного устройства.

### **Тема 13. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Зная функциональное назначение входного устройства, определить примерный состав этого блока. 2. Доступна ли для непосредственного восприятия информация на выходе АЦП? 3. Пояснить смысл названия ?Цифровое Отсчетное Устройство?. Существуют ли синонимы? 4. В чем назначение цифрового индикатора? 5. Как делятся цифровые индикаторы по способу формирования знака? 6. Что такое яркостный контраст?

### **Тема 14. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Указать физические явления, лежащие в основе принципа действия газоразрядных, люминесцентных, катодолюминесцентных, светодиодных и жидкокристаллических ЦИ. 2. Как влияет принцип действия на размеры и экономичность ЦИ? 3. Почему возникает необходимость в дешифраторах? 4. Избыточен или недостаточен код 1248?

### **Тема 15. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Является ли выходное напряжение ЦАП аналоговым по определению? 2. Какой тип ЦАП наиболее просто реализуется с помощью интегральной технологии? 3. Каковы свойства резистивной матрицы R-2R? 4. Как реализуются ключевые генераторы тока?

### **Тема 16. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Какой тип АЦП обладает наивысшим быстродействием и почему? 2. Какая помеха считается основной для цифрового измерительного прибора? 3. Как можно повысить помехоустойчивость АЦП время-импульсного типа? 4. Почему АЦП с двухтактным интегрированием обладает наибольшей помехоустойчивостью? 5. Почему в состав АЦП кодо-импульсного типа обязательно входит ЦАП? 6. Почему АЦП поразрядного уравнивания является быстродействующим?

### **Тема 17. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. Почему в составе входного устройства присутствует частотно-компенсированный делитель? 2. Каков принцип преобразования  $R_x$  ?  $U_x$ ? использован в вольтметре В7-16? 3. Что такое ?режим работы 2 мс? и ?режим работы 20 мс?? 4. Какие принципиальные решения в вольтметре В7-16 позволяют уменьшить влияние сетевой помехи? 5. Чем динамическая индикация отличается от статической? 6. Какой дешифратор используется в ЦОУ В7-16?

### **Тема 18. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. В чем состоит принцип цифрового измерения частоты? 2. Что такое БОЧ? 3. Как определить условия, при которых надо переходить от измерения частоты к измерению периода? 4. Какая идея реализована в нониусном измерителе интервалов времени?

### **Тема 19. ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ.**

Домашнее задание , примерные вопросы:

1. В чем основная идея измерения фазового сдвига? 2. Каков принцип действия ЦФ, показания которого не зависят от частоты действующего сигнала?

## **Тема 20. ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ R, L, C.**

Домашнее задание, примерные вопросы:

1. Использование каких процессов в двухполюсниках RC и RLC, позволяет определить номиналы элементов?

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Программой дисциплины в рамках балльно-рейтинговой системы предусмотрен итоговый контроль - зачет.

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ.**

### **I. ВВЕДЕНИЕ.**

1. Понятие "Физическая величина" (ФВ).
2. Значение ФВ. Истинное и действительное значения ФВ.
3. Понятие "Измерение". Роль измерения в познании окружающего мира.
4. Классификация измерений.
5. Понятие "Средство измерения".
6. Классификация средств измерений.

### **II. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ.**

1. Классификация погрешностей по форме числового выражения: абсолютная, относительная, приведенная.
2. Классификация погрешностей по закономерности появления: систематические, случайные, грубые (промахи).
3. Классификация погрешностей по вероятности реализации: предельные, среднеквадратические, вероятные, средние, среднеарифметические.
4. Характеристики случайной погрешности: функция распределения, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическая погрешность.
5. Доверительный интервал.
6. Запись результатов измерений, учитывающая погрешность измерений.
7. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями.

### **III. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.**

1. Конструктивный состав ЭМИП. Неподвижная и подвижная части.
2. Отсчетное устройство. Разновидности шкал, цена деления, разновидности указателей.
3. Виды подвески подвижной части.
4. Принцип действия ЭМИП. Моменты сил, действующие в ЭМИП.
5. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Их принципы действия, достоинства, недостатки.
6. Расширение пределов измерения.

### **IV. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.**

1. Амплитудное, среднеквадратическое, средневывпрямленное и среднее значения переменных напряжения и тока. Коэффициенты амплитуды и формы.
2. Амплитудные преобразователи открытого и закрытого типов. Характеристики, конструкция.
3. Выпрямительный и среднеквадратический преобразователи.
4. Зависимость показаний измерительного прибора от формы измеряемых токов и напряжений. Градуировка вольтметров переменного тока.
5. Расширение пределов измерения.

## V. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.

1. Система классификации радиоизмерительных приборов по ГОСТу. Подгруппы, виды, типы.

## VI. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.

1. Генераторы синусоидальных колебаний звукового и ультразвукового диапазонов ГЗ-33, ГЗ-111. Особенности задающих генераторов, усилителей мощности и выходных устройств. Автоматическая регулировка выхода.

2. Генераторы радиочастотного диапазона Г4-18 и Г4-102. Особенности построения функциональных схем, влияющие на выходные характеристики.

3. Генератор прямоугольных импульсов Г5-54. Функциональное назначение блока внешнего и разового запуска и блока задержки.

## VII. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.

1. Осциллограф С1-72. Назначение, основные технические характеристики. Основные блоки осциллографа.

2. Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). Явление термоэлектронной эмиссии. Системы электродов, расположенные в колбе ЭЛТ. Зачем из колбы ЭЛТ выкачан воздух?

3. Откуда в ЭЛТ берутся электроны для формирования электронного пучка?

4. Как регулируется яркость и размеры (фокусировка) пятна на экране ЭЛТ?

5. Аквадаг и послеускорение.

6. Функциональный состав канала вертикального отклонения (ВО). Особенности входного аттенюатора, предварительного и оконечного усилителей. Симметричная нагрузка.

7. Функциональный состав канала горизонтального отклонения (ГО) Генератор развертки.

8. Функциональное назначение схемы синхронизации.

9. Основные блоки и узлы двухканального осциллографа С1-64А.

10. Измерение временных интервалов методом задержанной развертки.

## VIII. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ.

1. Запоминающие осциллографы С1-12 и С1-13. Принцип действия запоминающей трубки.

2. Широкополосные ЭЛТ с отклоняющей системой распределенного типа.

3. Стробоскопический осциллограф С7-8. Принцип стробоскопического осциллографирования.

## IX. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.

1. Измерители частотных характеристик (ИЧХ) Х1-10 и Х1-30. Назначение, основные технические характеристики. Блок-схема, принцип действия. Свип-генератор.

## X. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ.

1. Природные непрерывные и дискретные физические величины. Принципиальное отличие дискретных величин от непрерывных. Преимущества измерения дискретных физических величин.

2. Квантование и дискретизация физической величины, погрешности этих операций. Динамические погрешности.

## XI. КОДИРОВАНИЕ.

1. Системы счисления. Числовые коды. Методы кодирования.

## XII. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.

1. Блок-схема цифрового измерительного прибора. Функциональное назначение входного устройства, блока аналого-цифрового преобразования и цифрового отсчетного устройства

## XIII. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.

1. Цифровые индикаторы, классификация. Принцип действия и основные технические характеристики газоразрядных, люминесцентных, катодо-люминесцентных, светодиодных, жидкокристаллических и накальных цифровых индикаторов.

## XIV. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.

1. Преобразователи код-код (дешифраторы). Дешифратор (1248)-(7-10). Таблица соответствия. Синтез дешифратора.

#### XV. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.

1. Классификация. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) с суммированием и делением напряжений. ЦАП с суммированием токов.

#### XVI. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ.

1. Классификация аналого-цифровых преобразователей (АЦП). АЦП время-импульсного типа, АЦП с двухтактным интегрированием, АЦП частотно-импульсного типа, АЦП кодо-импульсного типа - развертывающие, следящие и порязрядного уравнивания.

#### XVII. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ.

1. Универсальный вольтметр В7-16. Назначение, основные технические характеристики.

2. Функциональная схема и принцип действия.

3. Состав и назначение входного устройства.

4. Цифро-аналоговый преобразователь. Усреднение сетевой помехи, режимы работы 2 мс и 20 мс.

5. Цифровое отсчетное устройство. Принцип динамической системы индикации.

#### XVIII. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.

1. Функциональная схема типового универсального частотомера.

2. Входной формирователь, БОЧ.

3. Особенности измерения частоты и интервалов времени.

4. Нониусный измеритель интервалов времени.

#### XIX. ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ.

1. Методы цифрового измерения фазового сдвига. Неинтегрирующий и интегрирующий цифровые фазометры.

2. Исключение зависимости результата измерения сдвига фаз от частоты сигнала.

#### XX. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ R, L, C.

1. Методы конденсатора и колебательного контура.

### 7.1. Основная литература:

1. Электронные приборы и устройства: Учебник / Ф.А. Ткаченко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 682 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004658-7, 2000 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=209952>

ЭБС

"Знаниум"

2. Тюрин В.А. Измерение частоты и интервалов времени. Учебно-методическое пособие. Казанский государственный университет. ? Казань, 2007, ? 30 с.. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

3. Тюрин В.А. Вольтметр универсальный В7-16: учебно-методическое пособие. Казанский государственный университет. ? Казань, 2006, ? 15 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

4. Мирина, Т. В. Функциональные электронные узлы измерительных и диагностических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. В. Мирина, Н. В. Мирин.; науч. ред. В. Г. Гусев - 3-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2012. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1518-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=456265>

ЭБС  
"Знаниум"

### **7.2. Дополнительная литература:**

2. Гаврилов А.Г., Овчинников М.Н., Одиванов В.Л. Радиоэлектронные системы контроля параметров флюидонасыщенных пластов Учебно-методическое пособие. - Казань, КФУ. - 2010 г. - 92 стр. -- Режим доступа: [http://www.kpfu.ru/docs/F2064991677/gavrilov\\_MNO\\_odivanov.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F2064991677/gavrilov_MNO_odivanov.pdf)

ЭР  
КФУ  
3. Насыров А.М., Христофоров А.В. Волновые процессы. Часть 7. Распространение упругих волн. Учебно-методическое пособие. - Казань, КГУ. - 1998 г. - 55 стр. - - Режим доступа: <http://www.kpfu.ru/docs/F1721676252/wp7.pdf>

ЭР  
КФУ

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

ZRK(Радиоизмерительные приборы) - <http://www.zrk.ru>  
Актаком(Радиоизмерительные приборы) - <http://aktakom.ru>  
Популярно о радиоэлектронике - <http://radiokot.ru>  
Радиолоцман - <http://www.rlocman.ru>  
Сайт кафедры радиоп физики - <http://radiosys.ksu.ru>  
Сайт учебных пособий кафедры радиоп физики - <http://student.istamendil.info>  
Союзприбор (Радиоизмерительные приборы) - <http://souz-pribor.ru>  
ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>  
ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>  
Электроника для всех - <http://www.easyelectronics.ru>  
Электронные компоненты.Справочные материалы. - <http://www.chipdip.ru>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Аналоговые и цифровые измерительные приборы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Радиоизмерительные приборы в лабораториях кафедры радиофизики.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Телекоммуникационные системы и информационные технологии .

Автор(ы):

Тюрин В.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бойко Б.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.