

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Гаюровский



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Аналоговые и цифровые измерительные приборы

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-2	способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

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 электровакуумных и полупроводниковых приборов.

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.

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.

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.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.N.04 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Информационные процессы и киберфизические системы)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных(ые) единиц(ы) на 36 часа(ов).

Контактная работа - 27 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 9 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 9 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Основные понятия в области метрологии. Понятие измерения. Классификация измерений. Понятие средства измерения. Классификация средств измерений.	6	1	0	1	0	0	0	1
2.	Тема 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ. Элементы теории ошибок. Систематические и случайные погрешности. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями.	6	1	0	1	0	0	0	1
3.	Тема 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ. Общие сведения об электромеханических измерительных приборах. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Расширение пределов измерения.	6	1	0	1	0	0	0	1
4.	Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ. Амплитудный, выпрямительный и среднеквадратический преобразователи. Зависимость показаний от формы измеряемых токов и напряжений. Градуировка вольтметров переменного тока.	6	1	0	1	0	0	0	1
5.	Тема 5. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ. Система классификации радиоизмерительных приборов по ГОСТу.	6	1	0	1	0	0	0	1
6.	Тема 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. Генераторы синусоидальных колебаний звукового и радиочастотного диапазонов. Генераторы прямоугольных импульсов.	6	1	0	1	0	0	0	1
7.	Тема 7. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ. 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.	6	1	0	1	0	0	0	1

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
8.	Тема 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ. Запоминающий, широкополосный, стробоскопический осциллографы.	6	1	0	1	0	0	0	1
9.	Тема 9. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК. Назначение, основные технические характеристики. Блок-схема, принцип действия.	6	1	0	1	0	0	0	1
10.	Тема 10. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ. Природные непрерывные и дискретные физические величины. Преимущества измерения дискретных физических величин. Квантование и дискретизация физической величины, погрешности этих операций. Появление динамических погрешностей.	6	1	0	0	0	0	0	0
11.	Тема 11. . КОДИРОВАНИЕ. Системы счисления. Числовые коды. Методы кодирования.	6	1	0	0	0	0	0	0
12.	Тема 12. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ. Блок-схема цифрового измерительного прибора. Функциональное назначение входного устройства, блока аналого-цифрового преобразования и цифрового отсчетного устройства.	6	1	0	0	0	0	0	0
13.	Тема 13. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО. Цифровые индикаторы, классификация. Принцип действия и основные технические характеристики газоразрядных, люминесцентных, катодо-люминесцентных, светодиодных, жидкокристаллических и накальных цифровых индикаторов.	6	1	0	0	0	0	0	0
14.	Тема 14. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО. Преобразователи код-код (дешифраторы). Дешифратор (1248)-(7-10). Таблица соответствия. Синтез дешифратора.	6	1	0	0	0	0	0	0
15.	Тема 15. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. Классификация. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) с суммированием и делением напряжений. ЦАП с суммированием токов	6	1	0	0	0	0	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
16.	Тема 16. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. 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.	6	1	0	0	0	0	0	0
17.	Тема 17. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ. Универсальный вольтметр В7-16.ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ. Методы цифрового измерения фазового сдвига. Неинтегрирующий и интегрирующий цифровые фазометры.	6	1	0	0	0	0	0	0
18.	Тема 18. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ. Типовая структурная схема универсального частотомера. Особенности измерения частоты и интервалов времени. Нониусный измеритель интервалов времени.	6	1	0	0	0	0	0	0
	Итого		18	0	9	0	0	0	9

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Основные понятия в области метрологии. Понятие измерения. Классификация измерений. Понятие средства измерения. Классификация средств измерений.

Метрология - наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. В переводе с греческого "метрология" означает учение о мерах. К разделам метрологии относят теоретическую, законодательную и практическую.

Теоретическая метрология. Раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.

Законодательная метрология. Устанавливаются обязательные технические и юридические требова-ния по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направлен-ных на обеспечение единства и необходимой точности измерений в интересах общества.

Практическая (прикладная) метрология. Предметом являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Измерение физической величины - совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном и неявном виде) измеряемой величины с её единицей и получение значения этой величины.

Измерение - познавательный процесс, заключающийся сравнении путём физического эксперимента данной ФВ с известной ФВ, принятой за единицу измерения.

##### Тема 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ. Элементы теории ошибок. Систематические и случайные погрешности. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями.

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

Истинное значение физической величины - значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в количественном и качественном отношениях соответствующее свойство объекта.

Результат любого измерения отличается от истинного значения физической величины на некоторое значение, зависящее от точности средств и методов измерения, квалификации оператора, условий, в которых проводилось измерение, и т. д. Отклонение результата измерения от истинного значения физической величины называется погрешностью измерения.

**Тема 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ. Общие сведения об электромеханических измерительных приборах. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Расширение пределов измерения.**

**ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.** Общие сведения об электромеханических измерительных приборах. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Расширение пределов измерения.

Из средств измерений постоянных токов и напряжений наименьшую погрешность измерений дают компенсаторы (потенциометры) постоянного тока. Например, компенсатор типа Р332 имеет класс точности 0,0005 и позволяет измерять постоянные ЭДС и напряжения в диапазоне от 10 нВ до 2,121111 В. Постоянные токи измеряют с помощью компенсаторов косвенно с использованием катушек электрического сопротивления. При использовании катушек электрического сопротивления типа Р324 класса точности 0,002 и компенсатора типа Р332 можно измерять токи с погрешностью не более 0,0025 %. Компенсаторы используют при точных измерениях постоянных токов, ЭДС и напряжений и для поверки менее точных средств измерений.

Наиболее распространенными средствами измерения постоянных токов и напряжений являются амперметры (микро-, милли-, килоамперметры) и вольтметры (микро-, милли-, киловольт-метры), а также универсальные и комбинированные приборы (например, микровольтнаноамперметры, нановольтамперметры и т. п.).

Для измерения малых и средних значений постоянных токов и напряжений наибольшее распространение имеют цифровые и магнитоэлектрические приборы. Измерения больших постоянных токов осуществляют обычно магнитоэлектрическими килоамперметрами с использованием наружных шунтов, а очень больших токов - посредством трансформаторов постоянного тока. Для измерений больших постоянных напряжений используют магнитоэлектрические и электростатические киловольтметры. Электродинамические амперметры и вольтметры редко используют для технических измерений токов и напряжений в цепях постоянного тока. Их чаще применяют в качестве образцовых приборов при поверке средств измерений более низкого класса точности наряду с цифровыми и магнитоэлектрическими приборами высоких классов точности.

**Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ. Амплитудный, выпрямительный и среднеквадратический преобразователи. Зависимость показаний от формы измеряемых токов и напряжений. Градуировка вольтметров переменного тока.**

**ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ.** Амплитудный, выпрямительный и среднеквадратический преобразователи. Зависимость показаний от формы измеряемых токов и напряжений. Градуировка вольтметров переменного тока.

Измерения переменных токов и напряжений.

В основу измерений переменных токов и напряжений положены государственный специальный эталон, воспроизводящий силу тока 0,01- 10 А в диапазоне частот 40-1 ? 105 Гц, и государственный специальный эталон, воспроизводящий напряжение 0,1-10 В в диапазоне частот 20,3×107 Гц.

Рабочими средствами измерений переменных токов и напряжений являются амперметры (микро-, милли-, килоамперметры), вольтметры (микро-, милли-, киловольтметры), компенсаторы переменного тока, универсальные и комбинированные приборы, а также регистрирующие приборы и электронные осциллографы. При измерении переменных токов и напряжений могут измеряться их действующие, амплитудные, средние выпрямленные, средние и мгновенные значения. В практике электрических измерений чаще всего приходится измерять синусоидальные переменные токи и напряжения, которые характеризуются действующим значением. Поэтому подавляющее большинство средств измерений переменных токов и напряжений градуируются в действующих значениях для синусоидальной формы кривой тока или напряжения.

**Тема 5. РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ. Система классификации радиоизмерительных приборов по ГОСТу.**

**РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.** Система классификации радиоизмерительных приборов по ГОСТу.

Радиоизмерительные приборы (электронные измерительные приборы, электронные средства измерений) - большая группа средств измерений, предназначенных для определения электрических, магнитных и электромагнитных величин, характеризующих работу радиотехнических и электронных устройств и систем. Исторически радиоизмерительные приборы (далее РИП) появились в результате развития электротехнических измерений, поэтому граница между группами радиоизмерительных и электроизмерительных приборов размыта.

Класс РИП охватывает средства измерений разных видов - не только собственно измерительные приборы, но и меры, измерительные преобразователи, измерительные установки, различные вспомогательные устройства.

В состав РИП входят самые разнообразные средства для измерений параметров радиоустройств и их компонентов, характеристик электрических сигналов, электромагнитного поля, электрических и магнитных свойств материалов.

РИП применяются в производстве и эксплуатации средств радиосвязи, радиолокации, радионавигации, вычислительной техники, автоматики и телемеханики, измерительной техники, бытовой электроники и других электронных устройств, а также в физических исследованиях, радиоастрономии, метрологии.

Большое значение РИП стали приобретать в конце XX века в связи с быстрым развитием средств связи и вычислительной техники.

Совместно с измерительными преобразователями (датчиками) радиоизмерительные приборы можно применять для измерения неэлектрических величин, благодаря чему они широко используются в различных областях науки, техники и в медицине.

### **Тема 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. Генераторы синусоидальных колебаний звукового и радиочастотного диапазонов. Генераторы прямоугольных импульсов.**

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.** Генераторы синусоидальных колебаний звукового и радиочастотного диапазонов. Генераторы прямоугольных импульсов.

Измерительный генератор (генератор сигналов, от лат. generator - производитель, сигнал-генератор) - электронное устройство, мера для воспроизведения электромагнитного сигнала (синусоидального, импульсного, шумового или специальной формы). Генераторы применяются для проверки и настройки радиоэлектронных устройств, каналов связи, при поверке и калибровке средств измерений и в других целях.

Генератор является радиоэлектронным устройством, в зависимости от вида сигнала содержащий разные функциональные узлы. Общими узлами, для разных видов генераторов, являются: источник исходного сигнала (перестраиваемый автогенератор или стабилизированный кварцевый синтезатор частоты), усилители, выходные формирователи сигнала, выходной аттенуатор, устройства и цепи управления, цепи стабилизации выходного уровня сигнала и блок питания. Дополнительно, в составе генератора могут быть различные модуляторы, формирователи временных интервалов и другие устройства. В некоторых генераторах форма выходного сигнала синтезируется цифровым методом, с помощью ЦАП. Существуют также генераторы сигнала оптического диапазона, их работа основана на принципах квантовой электроники.

По ГОСТ 15094 генераторы подразделяются на 6 видов: низкочастотные, высокочастотные, импульсные, сигналов специальной формы, шумовых сигналов и качающейся частоты. Однако, следует учитывать, что классификационные границы условны, некоторые генераторы занимают промежуточное положение между низко- и высокочастотными, некоторые бывают комбинированными по виду сигнала. Для оптических генераторов существует аналогичная классификация. Кроме генераторов стандартизованных видов бывают генераторы отраслевого назначения (в составе контрольно-измерительной аппаратуры).

Г2 - генераторы шума, имитируют белый или розовый шум.

ПРИМЕРЫ: Г2-37, Г2-47, Г2-59

Г3 - генераторы низкой частоты, обычно от 20 Гц до 200 кГц, реже до 2 или 10 МГц, модуляция сигнала в генераторах производства до 80-х гг, как правило, не предусмотрена.

ПРИМЕРЫ: Г3-102, Г3-109, Г3-118, Г3-119, Г3-122

Г4 - генераторы высокой частоты, предназначены для работы в радиочастотном диапазоне с различными видами модуляции.

ПРИМЕРЫ: Г4-83, Г4-129, Г4-153, Г4-154, РГ4-14, РГ4-17-01А, Г4-219, Г4-220

Г5 - генераторы импульсов, воспроизводят последовательности прямоугольных импульсов, некоторые генераторы способны генерировать кодовые импульсные последовательности.

ПРИМЕРЫ: Г5-54, Г5-60, Г5-80, Г5-89, Г5-100, Г5-103, Г5-109

Г6 - генераторы сигналов специальной формы, воспроизводят последовательности импульсов разной формы: треугольной, пилообразной, трапециoidalной и др.

ПРИМЕРЫ: Г6-17, Г6-22, Г6-39

Г7 - синтезаторы частот, используют различные методы синтеза частоты из опорного сигнала, могут иметь в своем составе модуляторы.

ПРИМЕРЫ: Г7-14, Г7-15, Г7М-20, Г7М-40

Г8 - генераторы качающейся частоты

ПРИМЕРЫ:

ОГ - генераторы оптического диапазона

ПРИМЕРЫ: ОГ-2-1, ОГ4-163, ОГ5-87

Генераторы отраслевого назначения - воспроизводят специальные сигналы, например, сложной формы или со сложными комбинированными методами модуляции, манипуляции; наравне с калибраторами предназначены для проверки и настройки определенных видов радиоаппаратуры.

ПРИМЕРЫ: И-331 (в авионике), ГКС-69 (в авионике), ГТИС-01 (телевизионный)

Мультиметр со встроенными генераторами-пробниками частот 1 и 465 кГц



Генераторы-пробники - очень простые компактные устройства для оперативной проверки функционирования электронных систем. Обычно генерируют одну или несколько фиксированных частот без строгого нормирования параметров сигнала. Такие генераторы часто встраивают в мультиметры.

**Тема 7. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ. 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.**

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ. 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.

Электронно-лучевой осциллограф - прибор, предназначенный для наблюдения формы и измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов в диапазоне частот от постоянного тока до десятков гигагерц, основным элементом которого является электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) с электростатическим управлением луча и люминесцирующим экраном.

Для преобразования исследуемого сигнала в видимое изображение на экране вертикально и горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ перемещают электронный луч в двух взаимно перпендикулярных направлениях, которые можно рассматривать как координатные оси. Поэтому для получения на экране ЭО изображения мгновенных значений сигнала, т. е. осциллограммы изменения сигнала во времени, исследуемый сигнал подается на вертикально отклоняющие пластины и одновременно электронный луч отклоняется с постоянной скоростью в горизонтальном направлении с помощью линейно изменяющегося (пилообразного) напряжения, приложенного к горизонтально отклоняющим пластинам. Напряжение, отклоняющее луч в горизонтальном направлении, называют развертывающим. По окончании цикла развертки развертывающее напряжение принимает первоначальное значение, при этом луч возвращается в исходное положение и цикл повторяется. Чувствительность ЭЛТ мала и для отклонения луча на весь экран требуется напряжение 3-200 В. Напряжения исследуемого сигнала и развертки могут быть малыми, поэтому в каналах вертикального (ВО) и горизонтального (ГО) отклонений ЭО предусматриваются усилители.

По назначению и принципу действия различают универсальные, стробоскопические, запоминающие и специальные осциллографы.

Универсальный осциллограф - это ЭО, в котором исследуемый сигнал подается через канал ВО (аттенюаторы, усилители) на вертикально отклоняющую систему ЭЛТ, а горизонтальное отклонение осуществляется генератором развертки.

**Тема 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ. Запоминающий, широкополосный, стробоскопический осциллографы.**

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ. Запоминающий, широкополосный, стробоскопический осциллографы.

Стробоскопический осциллограф (СО) - осциллограф, использующий для изображения формы сигнала упорядоченный (или случайный) отбор мгновенных значений исследуемого сигнала и осуществляющий временное преобразование сигнала.

Запоминающий осциллограф (ЗО) - осциллограф, который при помощи специального устройства, например ЭЛТ с памятью или электронного ЗУ, позволяет сохранять на определенное время исследуемый сигнал и при необходимости представлять его для однократного или многократного визуального наблюдения или для дальнейшей обработки.

Специальный осциллограф - это ЭО, который содержит специфические узлы и предназначен для целевого применения (вычислительный, цифровой с АЦП, скоростной, для телевизионных измерений и т.д.).

По числу одновременно наблюдаемых сигналов осциллографы делят на многолучевые и многоканальные.

Многолучевой осциллограф - это ЭО, в котором ЭЛТ имеет два или более электронных лучей, управляемых отдельно или совместно.

Многоканальный осциллограф - ЭО, в котором специальным устройством достигается получение изображения двух или более сигналов, поступающих по нескольким каналам, на экране однолучевой ЭЛТ.

По назначению, принципу действия и числу одновременно наблюдаемых сигналов особое место занимает многофункциональный осциллограф со сменными блоками.

Осциллограф со сменными блоками - ЭО, у которого заменой сменных блоков можно изменить его параметры, например полосу пропускания, коэффициенты отклонения и развертки, и (или) расширить функциональные возможности, например многоканальные усилители, задерживающие развертки, стробоскопические преобразователи, и (или) получить специфические функции, например анализатор спектра, характернограф.

**Тема 9. ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК. Назначение, основные технические характеристики. Блок-схема, принцип действия.**

ИЗМЕРИТЕЛИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК. Назначение, основные технические характеристики. Блок-схема, принцип действия.

Приборы для исследования (точнее - снятия) АЧХ позволяют снимать кривую зависимости амплитуды напряжения на выходе цепи от частоты синусоидального напряжения на входе при постоянной его амплитуде. При исследовании ФЧХ определяют частотную зависимость разности фаз между синусоидальными напряжениями на выходе и входе исследуемого устройства.

Измерительные приборы для исследований АЧХ линейных цепей и устройств называют измерителями АЧХ. Их широко используют для настройки и контроля радиоаппаратуры, в частности усилителей и радиоприемников.

Структурная схема измерителя АЧХ линейных цепей приведена на рис. 14.12, а. Диапазонный генератор гармонических колебаний перестраивают в исследуемом диапазоне частот. Амплитудночастотную характеристику удобно снимать с помощью цифрового вольтметра по точкам при последовательной настройке генератора на частоты  $f_1$

$f_2$   $f_3$  и т. д. По результатам измерений графически строят искомую АЧХ (рис. 14.12, б). Этот метод достаточно трудоемок. Кроме того, могут быть упущены изменения АЧХ в промежутках между точками измерений. Недостатки метода особенно заметны при настройке радиотехнических схем, когда после каждого изменения элементов схемы всю процедуру снятия АЧХ приходится повторять.

**Тема 10. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ. Природные непрерывные и дискретные физические величины. Преимущества измерения дискретных физических величин. Квантование и дискретизация физической величины, погрешности этих операций. Появление динамических погрешностей.**

**ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ.** Природные непрерывные и дискретные физические величины. Преимущества измерения дискретных физических величин. Квантование и дискретизация физической величины, погрешности этих операций. Появление динамических погрешностей.

В практике электрических измерений все шире используются цифровые методы и средства преобразования, хранения, обработки, передачи и представления информации. Цифровые инструменты активно вытесняют аналоговые средства при измерении самых разных физических величин. Сегодня в мире в различных областях человеческой деятельности (в том числе и в быту) успешно используются миллиарды (!) цифровых средств измерений, решающих самые разнообразные задачи статических и динамических измерений различных физических величин (как электрических, так и неэлектрических). Широко применяются цифровые вольтметры, мультиметры, частотомеры, омметры, ваттметры, контактные и бесконтактные термометры, расходомеры, тахометры, манометры, анемометры, измерители относительной влажности, освещенности, цифровые регистраторы, осциллографы, анализаторы различных параметров, компьютерные измерительные устройства, комплексы, системы и др.

С развитием микроэлектронных технологий, вычислительной техники, с увеличением серийности выпуска цифрового измерительного оборудования цены на него, естественно, снижаются, что приводит к все большей доступности и распространенности цифровых средств статических и динамических измерений, к более широкому применению сложных динамических моделей объектов исследования и процессов, использованию все более производительных алгоритмов автоматического преобразования, передачи и представления информации.

Во всем многообразии цифровых средств измерений наибольший интерес для нас представляют две большие группы (два вида СИ): измерительные приборы и измерительные преобразователи. Первую группу составляют автономные, сравнительно медленно действующие цифровые измерительные приборы, предназначенные в основном для статических однократных измерений, выполняемых вручную оператором (пользователем). Вторая группа - это различные цифровые измерительные преобразователи, предназначенные для работы в составе информационно-измерительных систем, измерительно-вычислительных комплексов, автоматизированных измерительных установок. Они обладают, как правило, высоким быстродействием или имеют другие специальные характеристики и функциональные возможности.

Довольно широко распространены цифровые регистрирующие измерительные приборы и преобразователи, обеспечивающие возможности длительной регистрации процессов (от нескольких суток до месяцев и даже лет), последующей переписи больших зарегистрированных массивов в память персонального компьютера для автоматической обработки с помощью специального программного обеспечения.

Принцип работы цифровых измерительных приборов основан на дискретном представлении непрерывных величин. Непрерывная величина  $x(t)$  - величина, которая может иметь в заданном диапазоне  $D$  бесконечно большое число значений в интервале времени  $T$  при бесконечно большом числе моментов времени (рис. 9.4, а). Величина может быть непрерывной либо по значению, либо по времени.

**Тема 11. . КОДИРОВАНИЕ. Системы счисления. Числовые коды. Методы кодирования.**

**КОДИРОВАНИЕ.** Системы счисления. Числовые коды. Методы кодирования.

Кодирование информации

Одно из основных достоинств компьютера связано с тем, что это удивительно универсальная машина. Каждый, кто хоть когда-нибудь с ним сталкивался, знает, что занятие арифметическими подсчетами составляет совсем не главный метод использования компьютера. Компьютеры прекрасно воспроизводят музыку и видеофильмы, с их помощью можно организовывать речевые и видеоконференции в Интернет, создавать и обрабатывать графические изображения, а возможность использования компьютера в сфере компьютерных игр на первый взгляд выглядит совершенно несовместимой с образом суперарифмометра, перемалывающего сотни миллионов цифр в секунду.

Составляя информационную модель объекта или явления, мы должны договориться о том, как понимать те или иные обозначения. То есть договориться о виде представления информации.

Человек выражает свои мысли в виде предложений, составленных из слов. Они являются алфавитным представлением информации. Основу любого языка составляет алфавит - конечный набор различных знаков (символов) любой природы, из которых складывается сообщение.

Одна и та же запись может нести разную смысловую нагрузку. Например, набор цифр 251299 может обозначать: массу объекта; длину объекта; расстояние между объектами; номер телефона; запись даты 25 декабря 1999 года.

Для представления информации могут использоваться разные коды и, соответственно, надо знать определенные правила - законы записи этих кодов, т.е. уметь кодировать.

Код - набор условных обозначений для представления информации.

Кодирование - процесс представления информации в виде кода.

## **Тема 12. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ. Блок-схема цифрового измерительного прибора. Функциональное назначение входного устройства, блока аналого-цифрового преобразования и цифрового отсчетного устройства.**

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

Цифровыми измерительными приборами (ЦИП) называют такие, которые в соответствии со значением измеряемой величины образуют код, а затем в соответствии с кодами измеряемую величину представляют на отсчетном устройстве в цифровой форме. Код может подаваться в цифровое регистрирующее устройство, вычислительную машину или другие автоматические устройства, что обусловило широкое практическое применение этих приборов в технике. Например, такие электронные аналоговые приборы, как частотомеры и фазометры, вытесняются цифровыми приборами, которые обладают относительной простотой преобразования этих параметров в кодовый сигнал.

ЦИП обладает рядом преимуществ: объективность и удобством отсчета результата измерения; возможностью измерений с высокой точностью при полной автоматизации процесса измерения; высокой быстротой действия и чувствительностью; возможностью дистанционной передачи результатов в виде кода без потерь точности; сочетанием ЦИП с вычислительными и различными автоматическими устройствами.

К недостаткам ЦИП относятся сложность, (следовательно, малая надежность, и высокая стоимость), Развитие микроэлектроники устраняют эти недостатки.

Особенно плодотворные результаты дает использование микропроцессоров, которые позволяют осуществлять, например, такие функции, как автоматическая коррекция систематических погрешностей, диагностика неисправностей, обработка полученных данных, управление отдельными узлами ЦИП и т.д.

Принцип работы ЦИП основан на дискретном представлении непрерывных величин.

ЦИП состоит из двух обязательных узлов; аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и цифрового отсчетного устройства (ОУ). АЦП выдает код в соответствии со значением измеряемой величины. ОУ отражает это значение в цифровой форме. АЦП применяются также в измерительных, информационных управляющих и других системах и выпускаются промышленностью в качестве самостоятельных средств измерения. Обычно они имеют на выходе двоичный код и могут быть значительно быстрее действовать по сравнению с АЦП, применяемыми в ЦИП. Быстродействие же ЦИП ограничивается инерционностью зрительного восприятия. Многие ЦИП содержат предварительные аналоговые преобразователи (АП). Их используют для изменения масштаба входной величины  $X$  или ее преобразования в другую величину  $y=f(x)$ , более удобную для выбранного метода кодирования.

## **Тема 13. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО. Цифровые индикаторы, классификация. Принцип действия и основные технические характеристики газоразрядных, люминесцентных, катодо-люминесцентных, светодиодных, жидкокристаллических и накальных цифровых индикаторов.**

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

ЦОУ - цифровое отчетное устройство, применяемое в цифровых измерительных приборах, автоматически выдающее результат измерения в принятых единицах (герцах, вольтах, амперах, и т.п).

## **Тема 14. ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО. Преобразователи код-код (дешифраторы). Дешифратор (1248)-(7-10). Таблица соответствия. Синтез дешифратора.**

**ЦИФРОВОЕ ОТСЧЕТНОЕ УСТРОЙСТВО.** Преобразователи код-код (дешифраторы). Дешифратор (1248)-(7-10). Таблица соответствия. Синтез дешифратора.

Преобразователем кодов называется цифровое устройство, осуществляющее преобразование слов входного алфавита ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) в слова выходного алфавита ( $y_1, y_2, \dots, y_k$ ). Соотношения между числами пик могут быть любыми:  $n = k$ ,  $n > k$ ,  $n < k$ . Преобразователи кодов можно разделить на два типа:

с весовым преобразователем кодов;

с невесовым преобразователем кодов

Примером преобразователей первого типа являются преобразователи десятичных кодов в двоичные, двоично-десятичных кодов в двоичные, двоичных кодов в десятичные и двоично-десятичных в двоичные. Преобразователи второго типа используются для преобразования двоично-десятичного кода в код семисегментного индикатора десятичных цифр, двоичного кода в код Грея и другие. Эти задачи решаются разными путями. Одним из таких путей является применение комбинационных узлов, называемых преобразователями кодов.

Логические устройства разделяют на два класса: комбинационные и последовательностные.

Устройство называют комбинационным, если его выходные сигналы в некоторый момент времени однозначно определяются входными сигналами, имеющими место в этот момент времени.

Иначе устройство называют последовательностным или конечным автоматом (цифровым автоматом, автоматом с памятью). В последовательностных устройствах обязательно имеются элементы памяти. Состояние этих элементов зависит от предыстории поступления входных сигналов. Выходные сигналы последовательностных устройств определяются не только сигналами, имеющимися на входах в данный момент времени, но и состоянием элементов памяти. Таким образом, реакция последовательностного устройства на определенные входные сигналы зависит от предыстории его работы.

### **Тема 15. ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. Классификация. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) с суммированием и делением напряжений. ЦАП с суммированием токов**

**ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. Классификация. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) с суммированием и делением напряжений. ЦАП с суммированием токов.**

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) - устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд). Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами.

Последовательные ЦАП

ЦАП с широтно-импульсной модуляцией

Последовательный ЦАП на переключаемых конденсаторах

Параллельные ЦАП

ЦАП с суммированием весовых токов

ЦАП на источниках тока

Формирование выходного сигнала в виде напряжения

Параллельный ЦАП на переключаемых конденсаторах

ЦАП с суммированием напряжений

### **Тема 16. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. Классификация аналого-цифровых преобразователей (АЦП). АЦП время-импульсного типа, АЦП с двухтактным интегрированием, АЦП частотно-импульсного типа, АЦП кодо-импульсного типа ? развертывающие, следящие и поразрядного уравнивания.**

**АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. Классификация аналого-цифровых преобразователей (АЦП). АЦП время-импульсного типа, АЦП с двухтактным интегрированием, АЦП частотно-импульсного типа, АЦП кодо-импульсного типа ? развертывающие, следящие и поразрядного уравнивания.**

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) - это устройства, предназначенные для преобразования аналоговых сигналов в цифровые. Для такого преобразования необходимо осуществить квантование аналогового сигнала, т. е. мгновенные значения аналогового сигнала ограничить определенными уровнями, называемыми уровнями квантования.

Характеристика идеального квантования имеет вид, приведенный на рис. 3.92.

Квантование представляет собой округление аналоговой величины до ближайшего уровня квантования, т. е. максимальная погрешность квантования равна  $0,5h$  ( $h$  - шаг квантования).

К основным характеристикам АЦП относят число разрядов, время преобразования, нелинейность и др. Число разрядов - количество разрядов кода, связанного с аналоговой величиной, которое может вырабатывать АЦП. Часто говорят о разрешающей способности АЦП, которую определяют величиной, обратной максимальному числу кодовых комбинаций на выходе АЦП. Так, 10-разрядный АЦП имеет разрешающую способность  $(2^{10} = 1024) - 1$ , т. е. при шкале АЦП, соответствующей 10В, абсолютное значение шага квантования не превышает 10мВ. Время преобразования  $t_{пр}$  - интервал времени от момента заданного изменения сигнала на входе АЦП до появления на его выходе соответствующего устойчивого кода.

Источник: <http://pue8.ru/silovaya-elektronika/920-analogo-tsifrovye-preobrazovateli-naznachenie-ustrojstvo-primenenie.html> ? AdMe.ru

### **Тема 17. ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ. Универсальный вольтметр В7-16. ЦИФРОВЫЕ ФАЗОМЕТРЫ. Методы цифрового измерения фазового сдвига. Неинтегрирующий и интегрирующий цифровые фазометры.**

**ЦИФРОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ.** Универсальный вольтметр В7-16. Входное устройство. АЦП время-импульсного типа. Режим измерения 2 мс. Режим измерения 20 мс. Ослабление сетевой помехи. Задающий генератор, ФАПЧ.

Цифровые вольтметры (ЦВ) - это цифровые приборы, автоматически вырабатывающие дискретные сигналы измерительной информации, показания которых представляются в цифровой форме [2-6]. В ЦВ в соответствии со значением измеряемого напряжения образуется код, а затем в соответствии с кодом измеряемая величина представляется на отсчетном устройстве в цифровой форме. ВУ содержит делитель напряжения. АЦП преобразует аналоговый сигнал в цифровой, представляемый цифровым кодом. Процесс аналого-цифрового преобразования составляет сущность любого цифрового прибора, в том числе и ЦВ. Использование в АЦП цифровых вольтметров двоично-десятичного кода облегчает обратное преобразование цифрового кода в десятичное число, отражаемое ЦОУ. ЦОУ измерительного прибора регистрирует измеряемую величину. УУ объединяет и управляет всеми узлами вольтметра.

По типу АЦП цифровые вольтметры могут быть разделены на четыре основные группы:

- 1) кодово-импульсные (поразрядного уравнивания);
- 2) время-импульсные;
- 3) частотно-импульсные;
- 4) пространственного кодирования.

В настоящее время ЦВ строятся чаще всего на основе кодово-импульсного и время-импульсного преобразования. В кодово-импульсном ЦВ постоянного тока выполняется последовательное сравнение измеряемого напряжения с рядом дискретных значений известной величины, изменяющейся по определенному закону, заложенному в схеме вольтметра, которая либо больше, либо меньше измеряемого напряжения, но постепенно стремится к нему до тех пор, пока не будет достигнуто равенство измеряемой и известной величин. Процесс измерения напряжения в кодово-импульсном вольтметре напоминает взвешивание на весах, поэтому такие приборы иногда называют ЦВ поразрядного уравнивания. Точность кодово-импульсного ЦВ зависит от стабильности опорного напряжения, точности изготовления делителя, порога срабатывания сравнивающего устройства.

Принцип действия время-импульсного ЦВ основан на преобразовании с помощью АЦП измеряемого напряжения в пропорциональный интервал времени, который заполняется счетными импульсами, следующими с известной стабильной частотой следования. В результате такого преобразования дискретный сигнал измерительной информации на выходе преобразователя имеет вид пачки счетных импульсов, число которых пропорционально уровню измеряемого напряжения.

### **Тема 18. ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ. Типовая структурная схема универсального частотомера. Особенности измерения частоты и интервалов времени. Нониусный измеритель интервалов времени.**

**ЦИФРОВЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.** Типовая структурная схема универсального частотомера. Особенности измерения частоты и интервалов времени. Нониусный измеритель интервалов времени.

Для измерения частоты  $f_x$  периодического сигнала достаточно сосчитать число  $N$  его периодов за известный интервал времени  $t_0$ . Результат измерения определяется отношением. С другой стороны, при измерении неизвестного интервала времени  $t_x$  достаточно подсчитать число периодов  $T_0$  сигнала известной частоты  $f_0$  за измеряемый интервал  $t_x$ . Результат измерения представляется выражением. Период сигнала известной частоты  $T_0$  определяет в данном случае, по сути дела цену деления "электронной линейки", с помощью которой измеряют неизвестный временной интервал. Аппаратурное выполнение электронно-счётного частотомера и измерителя временных интервалов весьма схоже, поэтому часто измерение временного интервала и частоты осуществляется одним прибором. Исследуемый сигнал поступает на входное устройство, где осуществляется необходимое усиление (или ослабление) и фильтрация сигнала. Формирующее устройство преобразует исследуемый сигнал в последовательность импульсов, частота которых равна частоте исследуемого сигнала. Селектор представляет собой управляемый электронный ключ, который пропускает на электронный счётчик сформированные импульсы неизвестной частоты только при наличии на управляющем входе стробирующего импульса  $u_{ст}$ , длительность которого определяет время измерения  $t_0$ . Стробирующий импульс вырабатывает устройство управления с помощью делителей частоты из сигнала высокостабильного опорного генератора, и его длительность выбирается кратной  $10k$ , где  $k$  - целое число. Число импульсов  $N$ , отсчитываемое электронным счётчиком на выходе селектора и фиксируемое цифровым отсчётным устройством (ЦОУ), пропорционально частоте входного сигнала. Так как  $t_0 = 10k$ , частота  $f_x = N / 10k$  Гц. Значение множителя  $10$  к учитывается положением десятичной запятой на ЦОУ с указанием размерности получаемого результата (Гц, кГц).

##### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

##### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

##### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

электронная библиотека "Знаниум" - <http://www.znanium.com>

электронная библиотека "Книгафонд" - <http://knigafund.ru>

электронная библиотека "Лань" - <http://elanbook.ru>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Методические рекомендации по составлению конспекта:</p> <p>Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;</p> <p>Выделите главное, составьте план;</p> <p>Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;</p> <p>Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.</p> <p>Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.</p> <p>В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.</p> <p>Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
<p>практические занятия</p>	<p>Рекомендации по подготовке к практическим занятиям</p> <p>Практические занятия являются одним из видов занятий при изучении курса дисциплины "Экономическая теория" и включают самостоятельную подготовку студентов по заранее предложенному плану темы, конспектирование предложенной литературы, составление схем, таблиц, работу со словарями, учебными пособиями, первоисточниками, написание эссе, подготовку докладов, решение задач и проблемных ситуаций.</p> <p>Целью практических занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей.</p> <p>Задачей практического занятия является формирование у студентов навыков самостоятельного мышления и публичного выступления при изучении темы, умения обобщать и анализировать фактический материал, сравнивать различные точки зрения, определять и аргументировать собственную позицию. Основой этого вида занятий является изучение первоисточников, повторение теоретического материала, решение проблемно-поисковых вопросов. В процессе подготовки к практическим занятиям студент учится:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) самостоятельно работать с научной, учебной литературой, научными изданиями, справочниками;</li> <li>2) находить, отбирать и обобщать, анализировать информацию;</li> <li>3) выступать перед аудиторией;</li> <li>4) рационально усваивать категориальный аппарат.</li> </ol> <p>Самоподготовка к практическим занятиям включает такие виды деятельности как:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) самостоятельная проработка конспекта лекции, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы;</li> <li>2) конспектирование обязательной литературы; работа с первоисточниками (является основой для обмена мнениями, выявления непонятого);</li> <li>3) выступления с докладами (работа над эссе и домашними заданиями и их защита);</li> <li>4) подготовка к опросам и контрольным работам и экзамену.</li> </ol>
<p>самостоятельная работа</p>	<p><b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ.</b></p> <p>Самостоятельной работой в данном курсе является подготовка домашнего задания.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При подготовке домашнего задания следует руководствоваться вопросами к самостоятельной работе по данной теме.</li> <li>2. После ознакомления с литературой рекомендуется проиллюстрировать ответы собственными примерами.</li> <li>3. Накануне занятия, на котором будет рассматриваться тот или иной измерительный прибор, рекомендуется выбрать время для посещения лаборатории, в которой можно поработать с этим прибором. Сделать это можно также и во время своих лабораторных занятиях по расписанию.</li> <li>4. Быть готовым обсудить эти вопросы с преподавателем во время занятий.</li> </ol>



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p><b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНАМ И ЗАЧЕТАМ</b></p> <p>Изучение каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены.</p> <p>Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.</p> <p>Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний.</p> <p>При осуществлении подготовки в сессионный период и во время самой процедуры зачета или экзамена полезно ориентироваться на следующие проверенные практикой указания.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При подготовке к экзамену следует использовать учебную литературу, предназначенную для студентов высших учебных заведений.</li> <li>2. При возможности выбора, в связи с резким ухудшением качества дореформенной подготовки учебной литературы начиная с 90-х гг. XX в., следует использовать второе или третье издание книги, желательно содержащее указание что издание 'переработано и дополнено'. Это дает некоторую надежду, что выявленные ошибки будут устранены. По возможности, следует перепроверять сведения, содержащиеся в учебниках по другим видам изданий и источникам. Следует также учитывать, что некоторые ошибки переносятся из одного учебника в другой, поэтому при подготовке к экзаменам будет полезно обратиться к лекционному курсу, в котором обращалось внимание на некоторые из наиболее распространенных ошибок.</li> <li>3. При выполнении самостоятельной работы сначала подготовь место для занятий: убери со стола лишние вещи, удобно расположи нужные учебники, пособия, тетради, бумагу, карандаши и т. п.</li> <li>4. Можно ввести в интерьер комнаты желтый и фиолетовый цвета, поскольку они повышают интеллектуальную активность. Для этого бывает достаточно какой-либо картинки в этих тонах или эстампа.</li> <li>5. Составь план занятий. Для начала определи: кто ты - 'сова' или 'жаворонок', и в зависимости от этого максимально используй утренние или вечерние часы. Составляя план на каждый день подготовки, необходимо четко определить, что именно сегодня будет изучаться, не вообще 'немного позанимаюсь', а конкретно какие именно разделы и темы нужно усвоить за определенное время.</li> <li>6. Начни с самого трудного, с того раздела, который знаешь хуже всего. Но если тебе трудно 'раскататься', можно начать с того материала, который тебе больше всего интересен и приятен. Возможно, постепенно войдешь в рабочий ритм, и дело пойдет.</li> <li>7. Меняй занятия и отдых, скажем, 40 минут занятий, затем 10 минут - перерыв. Можно в это время помыть посуду, полить цветы, сделать зарядку, принять душ.</li> <li>8. Не надо стремиться к тому, чтобы прочитать и запомнить наизусть весь учебник. Полезно структурировать материал за счет составления планов, схем, причем желательно на бумаге. Планы полезны и потому, что их легко использовать при кратком повторении материала.</li> <li>9. Одной из самых распространенных в настоящее время ошибок студентов - ответ не по вопросу. Поэтому при подготовке к экзамену следует внимательно вчитываться в формулировку вопроса и уточнить возникшие неясности во время предэкзаменационной консультации.</li> <li>10. Все возникающие сомнения и вопросы следует разрешать только с преподавателем, в этом случае вы можете получить гарантированно точный и правильный ответ.</li> </ol>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "Информационные процессы и киберфизические системы".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

#### Основная литература:

1. Ткаченко, Ф. А. Электронные приборы и устройства: учебник / Ф.А. Ткаченко. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2020. - 682 с.: ил. - (Высшее образование). - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062340> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Мирина, Т.В. Функциональные электронные узлы измерительных и диагностических систем: учеб. пособие / Т.В. Мирина, Н.В. Мирин; под науч. ред. В.Г. Гусева. - 4-е изд., стер. - Москва: ФЛИНТА, 2017. - 271 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1034303> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Нефедов, Е. И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами (с основами проектирования высокочастотной медико-биологической аппаратуры): учеб. пособие / Е.И. Нефедов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин; под ред. Е.И. Нефёдова, А.А. Хадарцева. - Москва: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 344 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944376> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

- Леусенко В.А.; под общ. ред. Д. С. Викторова- Краснояр.: СФУ, 2016. - 508 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967405> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке
2. Тюрин, В.А. Метод прямого цифрового синтеза в генераторах сигналов специальной формы SFG-2110 и АК ИП-3410/3: учебно-методическое пособие / В.А. Тюрин. - Казань: Казанский федеральный университет, 2015. - 74 с. - Текст: электронный. - URL: [http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F233095282/30.08.15\\_Tjurin\\_Metod\\_pryamogo\\_cifrovogo\\_sinteza....pdf](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F233095282/30.08.15_Tjurin_Metod_pryamogo_cifrovogo_sinteza....pdf) (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
  3. Тюрин, В. А. Цифровой запоминающий осциллограф. Устройство и принцип действия: учеб.-метод. пособие / В. А. Тюрин. - Казань: Казан. федеральный ун-т, 2016. - 101 с. - Текст: электронный. - URL: [http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1230964691/Cifrovoj\\_zapominajuschi\\_j\\_oscillograf.pdf](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1230964691/Cifrovoj_zapominajuschi_j_oscillograf.pdf) (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
  4. Тюрин, В. А. Милливольтметр переменного тока АК ИП 2403: учеб.-метод. пособие / В.А. Тюрин. - Казань: КФУ, 2013. - 9 с. - Текст: электронный. - URL: [http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/АК ИП-2403\\_Вольтм.\\_перем.\\_тока.pdf](http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/АК ИП-2403_Вольтм._перем._тока.pdf) (дата обращения: 06.08.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
  5. Тюрин, В.А. Измерение частоты и интервалов времени: учебно-метод. пособие / В.А. Тюрин. - Казань: Казанский университет, 2007. - 31 с. - Текст: электронный. - URL: [http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/ИЗМЕРЕНИЕ\\_ЧАСТОТЫ\\_И\\_ИНТЕРВАЛОВ\\_ВРЕМЕНИ.pdf](http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/ИЗМЕРЕНИЕ_ЧАСТОТЫ_И_ИНТЕРВАЛОВ_ВРЕМЕНИ.pdf) (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
  6. Тюрин В.А. Генераторы сигналов звуковой и ультразвуковой частот ГЗ-33, ГЗ-34: учебно-методическое пособие / В.А. Тюрин. - Казань: Казанский государственный университет, 2006. - 10 с. [Сайт кафедры радиофизики КФУ]. - Текст: электронный. - URL: [http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/ГЗ-33\\_испр\\_и\\_доп.pdf](http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/ГЗ-33_испр_и_доп.pdf) (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
  7. Тюрин, В.А. Вольтметр универсальный В7-16: учебно-методическое пособие/ В.А. Тюрин. - Казань: Казанский госуд. университет, 2006. - 15 с. - [Сайт кафедры радиофизики КФУ]. - Текст: электронный. - URL: [http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/Вольтметр\\_универсальный\\_В7-16.pdf](http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/Вольтметр_универсальный_В7-16.pdf) (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
  8. Милливольтметр В3-38. Паспорт. - [Сайт кафедры радиофизики КФУ]. - Текст: электронный. - URL: <http://radiosys.ksu.ru/book/1206/Devices/В3-38.pdf> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
ФТД.Н.04 Аналоговые и цифровые измерительные приборы*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.