



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)  
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)

**«РАДИОИЗМЕРЕНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы специалитета  
по специальности

**25.05.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО  
РАДИООБОРУДОВАНИЯ**

Специализации программы

**«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РАДИООБОРУДОВАНИЯ  
ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА»**

**«ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
НА ТРАНСПОРТЕ И ИХ ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИТА»**

ИНСТИТУТ

Морской

РАЗРАБОТЧИК

Кафедра судовых радиотехнических систем

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПК-4: Способен осуществлять ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и текущий ремонт радиоэлектронных систем.</p>	<p>ПК-4.1: Настройка радиоэлектронных систем при проведении их технического обслуживания.</p>	<p>Радиоизмерения</p>	<p><u>Знать:</u> принципы работы, устройство, технические возможности радиоизмерительного оборудования в объеме выполняемых работ; принципы работы, устройство, технические возможности радиоизмерительного оборудования для контроля технического состояния радиоэлектронных систем; перспективы их совершенствования радиоизмерительного оборудования для контроля технического состояния радиоэлектронных систем.</p> <p><u>Уметь:</u> использовать радиоизмерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем; работать с радиоизмерительным оборудованием для контроля технического состояния радиоэлектронных систем; использовать радиоизмерительное оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронных систем.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками составления перечня основных средств измерений в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем; навыками грамотного выбора необходимых средств измерений для контроля тех-</p>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			нического состояния радиоэлектронных систем; навыками проведения измерений для контроля работоспособности радиоэлектронных систем.

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме дифференцированного зачета, относятся:

- задания по контрольной работе;
- контрольные вопросы по дисциплине.

## **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

### **3.1 Тестовые задания**

Тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемости знаний, приобретенных курсантами (студентами) на лекционных занятиях и для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

#### **3.1.1. Содержание оценочных средств**

Оценочные средства представлены в виде тестов по темам, соответствующим рабочей программе дисциплины. Тесты составлены в трех вариантах по двадцать вопросов в каждом. Три варианта тестов приведены в **Приложении 1**.

#### **3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств**

Шкала оценивания основана на четырехбалльной системе, которая реализована в программном обеспечении.

Оценка «отлично» выставляется при правильном выполнении не менее 90% заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при правильном выполнении не менее 80% заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при правильном выполнении не менее 60% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при правильном выполнении менее 60% заданий.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 60% заданий.

### 3.2 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

#### 3.2.1. Содержание оценочных средств

Лабораторная работа 1. Электромеханические измерительные приборы.

Лабораторная работа 2. Измерение h-параметров маломощных транзисторов.

Лабораторная работа 3. Расширение пределов измерения электромеханических приборов.

Лабораторная работа 4. Изучение цифрового осциллографа.

Лабораторная работа 5. Измерение частоты и временных интервалов осциллографическими методами.

Лабораторная работа 6. Измерение частоты и временных интервалов электронно-счетным частотомером.

Лабораторная работа 7. Измерение фазового сдвига.

Лабораторная работа 8. Измерение спектров радиосигналов и параметров амплитудной модуляции.

Содержание лабораторных работ и вопросы к ним приведены в **Приложении 2**.

#### 3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Оценка «отлично» выставляется в случае, если для лабораторное задание было выполнено в соответствии с требованиями методических указаний и техники безопасности, полученные данные соответствуют ожидаемым результатам, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам и без ошибок, выводы приведены полностью и по существу, курсант (студент) понимает и может пояснить ход лабораторного задания и обосновать применение расчетных формул, а также может дать развернутый и полный ответ на любой из контрольных вопросов, отчет оформлен в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если для лабораторное задание было выполнено в незначительными отклонениями от требований методических указаний и техники безопасности, полученные данные соответствуют ожидаемым результатам с учетом допустимой погрешности, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам, но с некоторыми арифметическими ошибками, отчет оформлен с некоторыми нарушениями требований, однако выводы приведены полностью и по существу, а курсант (студент) понимает и

может пояснить ход лабораторного задания и обосновать применение расчетных формул, а также может дать ответ на любой из контрольных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если для выполнения лабораторного задания по методическим указаниям и соблюдению требований техники безопасности курсанту (студенту) требуется некоторая помощь, при этом грубых нарушений требований техники безопасности не происходит; полученные данные имеют значительные отклонения от ожидаемых значений, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам, но со множеством арифметических ошибок, отчет оформлен с нарушениями требований, выводы приведены не полностью, ответы на контрольные вопросы вызывают затруднения и (или) излишне лаконичны, однако курсант (студент) понимает и может пояснить ход лабораторного задания и привести необходимые расчетные формулы, ответы на контрольные вопросы содержат ошибки и неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если курсант (студент) не может самостоятельно выполнить лабораторное задание или допускает грубые нарушения техники безопасности, расчеты выполнены с использованием неправильных алгоритмов и формул, отчет оформлен с нарушениями требований, выводы приведены не полностью или не приведены вовсе, курсант (студент) плохо понимает (или не понимает вовсе) и не может пояснить ход лабораторного задания, а также не может ответить на контрольные вопросы.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение задания.

## **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета.

К дифференцированному зачету допускаются курсанты (студенты):

- положительно аттестованные по результатам текущего контроля;
- прошедшие все предусмотренные учебным планом виды занятий;
- получившие положительную оценку по результатам тестирования;
- получившие положительные оценки по лабораторным работам;
- получившие положительную оценку по контрольной работе (для заочной формы обучения).

4.2. Задания по контрольной работе (заочная форма обучения).

4.2.1. Содержание оценочных средств

Контрольная работа представляет собой перечень задач, условия которых включает собой текстовую, а при необходимости и иллюстративную часть, с числовыми значениями исходным величин и перечнем величин, для которых необходимо найти либо числовые значения величин, либо их аналитическое описание.

Контрольная работа служит для закрепления и проверки знаний по теоретическим вопросам и приобретения навыков расчета погрешностей, величин сопротивлений дополнительных элементов для расширения пределов измерений приборов и величин различных по

форме напряжений. Контрольная работа содержит три задания по разным разделам изучаемой дисциплины. Варианты заданий выбираются в таблицах исходных данных по двум последним цифрам шифра (номера зачетной книжки или курсантского билета).

Контрольная работа выполняется на листах формата А4 или в школьной тетради (в клетку). Необходимые рисунки и схемы выполняются на миллиметровой (или в клетку) бумаге и должны соответствовать требованиям ГОСТ. Материал располагается в следующем порядке: титульный лист с указанием шифра и номера варианта, условие выполняемого варианта задания, материал этого варианта с пояснением расчетов, схем, чертежей, список использованной литературы. Работа должна быть подписана исполнителем и указана дата ее выполнения. Работы, представленные не в установленной форме, не рецензируются.

Содержание работы следует разделить на разделы, соответствующие отдельным этапам. Применяемая терминология должна быть общепринятой и одинаковой во всем тексте. Особое внимание следует обратить на обозначение единиц физических величин, оно должно соответствовать международной системе СИ. Список использованной литературы составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-84 (так, как это сделано в книгах последних лет издания). В тексте даются ссылки на литературу, указывающую в квадратных скобках порядковый номер источника в списке литературы (например, [1]). Рассчитывая ту или иную величину, необходимо написать ее наименование, далее формулу, определяющую ее, затем подставить в формулу числовые значения величин в той последовательности, в которой они стоят в формуле, наконец, после знака равенства написать общий результат (можно без промежуточных выкладок), сопровождая его единицами измерения в стандартных обозначениях. Все вычисления должны выполняться с точностью до первого десятичного знака (после запятой) с указанием порядка величины (в виде множителя  $10^n$ , где  $n$  - целое число (положительное или отрицательное)). Пояснение обозначения величин, входящих в формулу, нужно давать в порядке следования в формуле. Формулы, на которые имеются ссылки, должны быть пронумерованы. Рисунки и графики должны быть пронумерованы, иметь названия и сопровождаться подрисуночными подписями, а в тексте должны быть ссылки на них.

Текст контрольной работы должен быть написан разборчиво ясным и четким почерком (или, если почерк плохой, чертежным шрифтом). Буквы и цифры в формулах и в вычислениях должны быть выполнены чертежным шрифтом нормального размера (минимальная высота букв и цифр в индексах и/или показателях степени должна быть не менее 2 мм. Следует помнить, что качество оформления контрольной работы свидетельствует об общей и технической культуре автора.

Задания на контрольную работу и исходные данные к ним приведены в **Приложении 3**.

#### 4.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Оценка «отлично» выставляется в случае, если для задания приведено полное теоретическое обоснование, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам и без ошибок, выводы приведены полностью и по существу, курсант (студент) понимает и может пояснить ход решения и привести экспликацию любой формулы, а также может дать развернутый и полный ответ на любой из контрольных вопросов, отчет оформлен в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если теоретическое обоснование приведено с пробелами, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам, но с некоторыми арифметическими ошибками, отчет оформлен с некоторыми нарушениями требований, однако выводы приведены полностью и по существу, а курсант (студент) понимает и может

пояснить ход решения и привести экспликацию любой формулы, а также может дать ответ на любой из контрольных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если теоретическое обоснование приведено формально и излишне кратко, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам, но со множеством арифметических ошибок, отчет оформлен с нарушениями требований, выводы приведены не полностью, ответы на контрольные вопросы вызывают затруднения и (или) излишне лаконичны, однако курсант (студент) понимает и может пояснить ход решения и привести экспликацию любой формулы, а также может дать ответ на любой из контрольных вопросов.

4.3. Контрольные вопросы для дифференцированного зачета (46 вопросов) приведены в **Приложении 4**.

4.3. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Представленные вопросы для проведения дифференцированного зачета komponуются в билеты по два вопроса, относящиеся к различным темам. На усмотрение преподавателя, дифференцированный зачет может быть проведен в письменной, устной или комбинированной форме. При наличии сомнений в отношении знаний и умений обучающегося преподаватель может (имеет право) задать дополнительные вопросы.

Шкала заключительной аттестации по дисциплине основана на четырехбалльной системе.

Оценка «отлично» выставляется, если курсант/студент показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант/студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант/студент имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант/студент допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос.

Итоговая оценка за зачет выводится по двум частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

Если суммарный балл, набранный курсантом/студентом за этапы промежуточных аттестаций, предшествующих заключительной аттестации, соответствует категории **«отлично»**, то он может быть освобожден от сдачи зачета с выставлением ему оценки **«отлично»**.

Если суммарный балл, набранный курсантом/студентом за этапы промежуточных аттестаций, предшествующих заключительной аттестации, соответствует категории **«хорошо»**, то курсант/студент может быть освобожден от сдачи зачета с выставлением ему оценки **«хорошо»**, либо он проходит заключительную аттестацию с целью повышения оценки до **«отлично»**.

Если суммарный балл, набранный курсантом/студентом за этапы промежуточных аттестаций, предшествующих заключительной аттестации, соответствует категории **«удовлетворительно»**, то он проходит заключительную аттестацию на общих основаниях.

Если суммарный балл, набранный курсантом/студентом за этапы промежуточных аттестаций, предшествующих заключительной аттестации, соответствует категории **«неудовлетворительно»**, то он проходит заключительную аттестацию на следующих основаниях:

1) при условии положительного результата прохождения заключительной аттестации курсанту/студенту выставляется оценка **«удовлетворительно»**, если он дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет неудовлетворительную оценку (кроме контрольной работы);

2) при условии положительного результата прохождения заключительной аттестации курсанту/студенту выставляется оценка **«хорошо»** или **«отлично»**, если он дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет оценку **«удовлетворительно»** или **«неудовлетворительно»** (кроме контрольной работы).



## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Радиоизмерения» основной профессиональной образовательной программы по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования», специализаций «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота» и «Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита».

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем 22.04.2022 (протокол № 8).

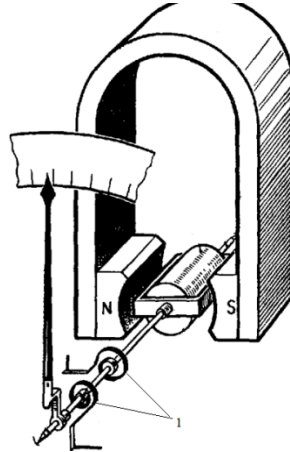
Заведующий кафедрой  Е.В. Волхонская

## Приложение 1

### Перечень тестовых заданий (вопросов)

#### Вариант 1.

Вопрос 1. На рисунке представлен электромеханический измерительный механизм








Варианты ответов:

- 1) магнитоэлектрический;
- 2) электромагнитный;
- 3) электродинамический;
- 4) ферродинамический;
- 5) электростатический.

Вопрос 2. Условно-графическое обозначение магнитоэлектрического прибора с подвижной рамкой

Варианты ответов:

- 1)  ; 2)  ; 3)  ; 4)  ; 5)  .

Вопрос 3. Для измерения тока амперметр подключают в схему

Варианты ответов:

- 1) последовательно;
- 2) параллельно;
- 3) с делителем;
- 4) с умножителем;
- 5) с преобразователем.

Вопрос 4. Чтобы амперметр вносил минимальные искажения в работу электрической цепи, его внутреннее сопротивление  $R_A$  должно быть ( $R_{\text{ц}}$  - сопротивление цепи, в которой проводятся измерения)

Варианты ответов:

- 1)  $R_A \rightarrow 0$ ;
- 2)  $R_A \rightarrow \infty$ ;
- 3)  $R_A \rightarrow R_u$ ;
- 4)  $R_A \gg R_u$ ;
- 5)  $R_A \ll R_u$ .

Вопрос 5. Шунт служит для

Варианты ответов:

- 1) увеличения емкости амперметра;
- 2) повышения класса точности амперметра;
- 3) увеличения массы амперметра;
- 4) повышения точности амперметра;
- 5) расширения пределов измерения амперметра.

Вопрос 6. Пусть внутреннее сопротивление вольтметра 100 Ом. К нему подключили добавочное сопротивление 300 Ом. Его предел изменился в ... раза

Варианты ответов:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 2;
- 4) 0,33;
- 5) 1,5.

Вопрос 7. Формула для расчета частоты LC-генератора

Варианты ответов:

- 1)  $f = 2\pi\sqrt{LC}$ ;
- 2)  $f = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$ ;
- 3)  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ;
- 4)  $f = 2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$ ;
- 5)  $f = \frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$ .

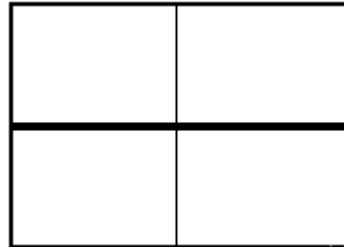
Вопрос 8. Виды разверток в осциллографе

Варианты ответов:

- 1) пилообразная, треугольная, прямоугольная;
- 2) круговая, эллиптическая, тороидальная;
- 3) кратная 1, 2 и 5 в/дел;

- 4) кратная 1, 2 и 5 мс/дел;
- 5) автоколебательная, ждущая, однократная.

Вопрос 9. Осциллограмма, представленная на рисунке, получится, если к пластинам X и Y приложено напряжение



Варианты ответов:

- 1) X - пилообразное, Y –изменяющееся по гармоническому закону;
- 2) X и Y - изменяющееся по гармоническому закону равной амплитуды и со сдвигом по фазе на  $90^\circ$ ;
- 3) X - пилообразное, Y –равное нулю;
- 4) X и Y - изменяющееся по гармоническому закону со сдвигом по фазе на  $0^\circ$ ;
- 5) X и Y - пилообразное со сдвигом по фазе на  $0^\circ$ .

Вопрос 10. Назначение канала Z в осциллографе

Варианты ответов:

- 1) подсветка прямого хода луча;
- 2) передача на пластины горизонтального отклонения развертывающего напряжения;
- 3) передача на пластины вертикального отклонения исследуемого сигнала;
- 4) синхронизация каналов вертикального и горизонтального отклонения;
- 5) калибровка осциллографа.

Вопрос 11. Особенность двухканального осциллографа состоит в том, что в нем

Варианты ответов:

- 1) каналы X и Y объединены в один, и добавлен канал Z;
- 2) есть канал X и канал Y;
- 3) электронным лучом поочередно управляют два набора отклоняющих пластин X и Y;
- 4) формируется два независимых электронных луча;
- 5) формируется два независимых канала Z.

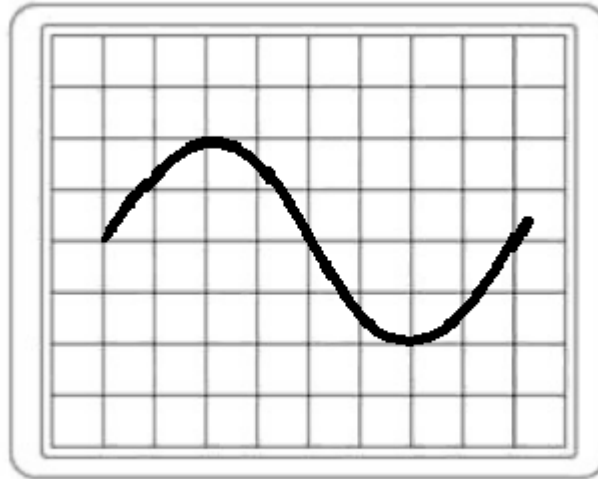
Вопрос 12. Разрешающая способность электронно-лучевой трубки зависит от

Варианты ответов:

- 1) диаметра светового пятна;
- 2) напряжения на аноде;

- 3) напряжения на пластине модуляции яркости;
- 4) времени послесвечения;
- 5) скорости развертки изображения.

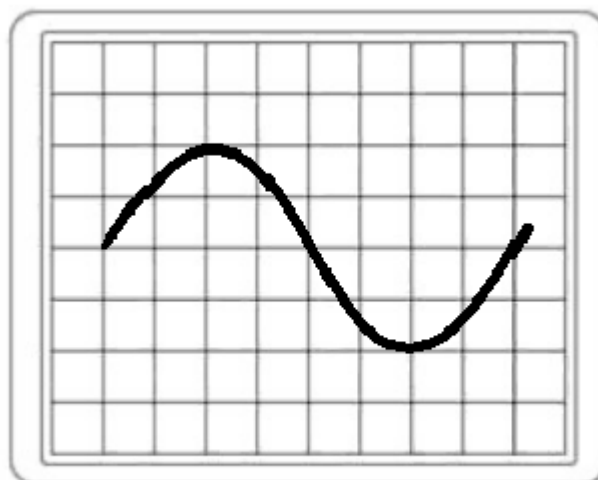
Вопрос 13. Атенюатор канала Y установлен в положение 1 В/дел. Амплитуда сигнала ... В.



Варианты ответов:

- 1) 4;
- 2) 2;
- 3) 1;
- 4) 1,4;
- 5) 2,8.

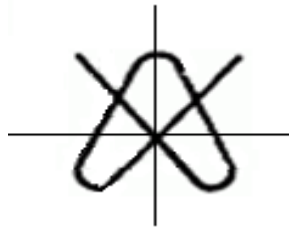
Вопрос 14. Атенюатор канала X установлен в положение 0,2 мс. Период сигнала ... мс



Варианты ответов:

- 1) 0,8;
- 2) 0,4;
- 3) 0,2;
- 4) 1,6;
- 5) 3,2.

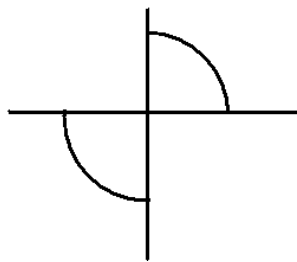
Вопрос 15. Вид фигуры Лиссажу представлен на рисунке. Соотношение частот  $f_x/f_y$  будет равно



Варианты ответов:

- 1) 3/4;
- 2) 4/3;
- 3) 2/3;
- 4) 3/2;
- 5) 1/3.

Вопрос 16. Соотношение частот  $f_x/f_z$  по яркостным меткам будет равно



Варианты ответов:

- 1) 3/4;
- 2) 4/3;
- 3) 2/3;
- 4) 1/2;
- 5) 1/3.

Вопрос 17. Принцип действия основан на сравнении измеряемой частоты с собственной резонансной частотой градуированного колебательного контура или резонатора. Пере-страиваемая колебательная система возбуждается сигналом источника измеряемой частоты.

Интенсивность колебаний в колебательной системе увеличивается в момент резонанса, что фиксируется индикатором резонанса. Этот метод измерения частоты называется

Варианты ответов:

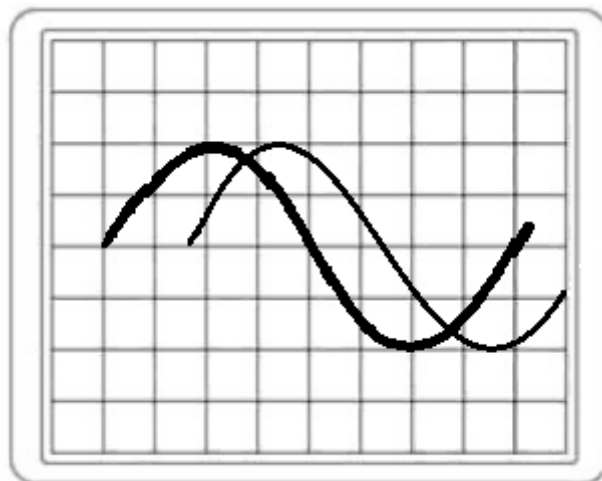
- 1) резонансный;
- 2) гетеродинный;
- 3) цифровой;
- 4) компенсационный;
- 5) колебательный.

Вопрос 18. Формула для расчета сдвига фаз между двумя гармоническими сигналами при использовании метода линейной развертки

Варианты ответов:

- 1)  $\Delta\varphi = \frac{t_2 - t_1}{T} 360^\circ$ ;
- 2)  $\Delta\varphi = \frac{t_2 - t_1}{T} 180^\circ$ ;
- 3)  $\Delta\varphi = \frac{T}{t_2 - t_1} 360^\circ$ ;
- 4)  $\Delta\varphi = \frac{T}{t_2 - t_1} 180^\circ$ ;
- 5)  $\Delta\varphi = (t_2 - t_1)T 360^\circ$ .

Вопрос 19. Атенюатор канала X находится в положении 0,2 мс, тогда разность фаз между двумя гармоническими сигналами одинаковой частоты равна



Варианты ответов:

- 1)  $10^\circ$ ;
- 2)  $30^\circ$ ;
- 3)  $45^\circ$ ;

- 4)  $67,5^{\circ}$ ;
- 5)  $90^{\circ}$ .

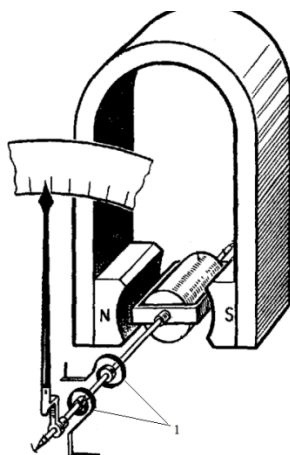
Вопрос 20. Полоса пропускания анализатора спектра определяет его

Варианты ответов:

- 1) предельную частоту;
- 2) предельную амплитуду;
- 3) время работы;
- 4) погрешность;
- 5) разрешающую способность.

### Вариант 2.

Вопрос 1. Спиральные пружины (1) на рисунке предназначены для создания



Варианты ответов:

- 1) успокаивающего момента;
- 2) противодействующего момента;
- 3) вращающего момента;
- 4) задерживающего момента;
- 5) толкающего момента.

Вопрос 2. В схему магнитоэлектрического прибора помимо измерительного механизма могут быть включены дополнительные элементы. На передней панели прибора их наличие обозначается так, как показано на рисунке. Они предназначены для



Варианты ответов:

- 1) понижения частоты переменного тока, так как магнитоэлектрический прибор пригоден только для измерения низкочастотных составляющих тока;
- 2) преобразования переменного тока в постоянный, так как магнитоэлектрический



прибор пригоден только для измерения постоянного тока;

3) преобразования постоянного напряжения в постоянный ток, так как магнитоэлектрический прибор пригоден только для измерения постоянного тока;

4) преобразования постоянного тока в переменный, так как магнитоэлектрический прибор пригоден только для измерения переменного тока;

5) повышения частоты переменного тока, так как магнитоэлектрический прибор пригоден только для измерения высокочастотных составляющих тока.

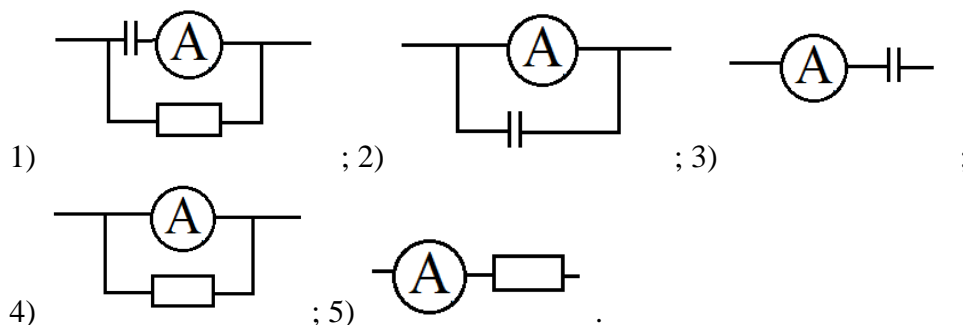
Вопрос 3. Для измерения напряжения вольтметр подключают в схему

Варианты ответов:

- 1) последовательно;
- 2) параллельно;
- 3) с делителем;
- 4) с умножителем;
- 5) с преобразователем.

Вопрос 4. Схема подключения шунта к амперметру представлена на рисунке

Варианты ответов:



Вопрос 5. Для расширения пределов измерения вольтметров используется

Варианты ответов:

- 1) добавочное сопротивление, подключаемое параллельно;
- 2) добавочное сопротивление, подключаемое последовательно;
- 3) добавочный конденсатор, подключаемый параллельно;
- 4) добавочный конденсатор, подключаемый последовательно;
- 5) шунт, подключаемый параллельно.

Вопрос 6. Для измерения тока 500 мА амперметром, предел измерения которого 100 мА, а внутреннее сопротивление 12 Ом, необходимо использовать шунт с сопротивлением ... Ом

Варианты ответов:

- 1) 12;

- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 6;
- 5) 24

Вопрос 7. Отличие измерительных генераторов состоит в том, что

Варианты ответов:

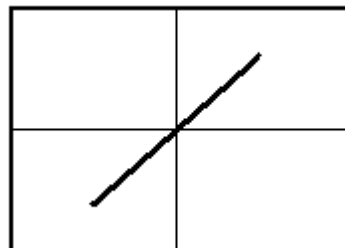
- 1) это самый современный класс генераторов, основанный на цифровых интегральных микросхемах;
- 2) они используются только совместно с компьютерами в составе лабораторных стендов;
- 3) в них предусмотрена возможность точной установки и регулировки, а также высокая стабильность выходных параметров колебаний;
- 4) они предназначены для измерения собственных выходных параметров;
- 5) они генерируют только сигналы синусоидальной формы.

Вопрос 8. Схема синхронизации обеспечивает неподвижность изображения. Для этого необходимо, чтобы начало развертки

Варианты ответов:

- 1) было связано с одной и той же характерной точкой сигнала; период развертки соответствовал целому количеству периодов сигнала;
- 2) совпадало с началом сигнала; период развертки был меньше периода сигнала;
- 3) совпадало с началом сигнала; период развертки был равен половине периода сигнала;
- 4) было связано с одной и той же характерной точкой сигнала; период развертки соответствовал целому количеству полупериодов сигнала;
- 5) совпадало с началом сигнала; период развертки был больше периода сигнала.

Вопрос 9. Осциллограмма, представленная на рисунке, получится, если к пластинам X и Y приложено напряжение



Варианты ответов:

- 2) X - пилообразное, Y –изменяющееся по гармоническому закону;
- 2) X и Y - изменяющееся по гармоническому закону равной амплитуды и со сдвигом по фазе на  $90^0$ ;

- 3) X - пилообразное, Y –равное нулю;
- 4) X и Y - изменяющееся по гармоническому закону со сдвигом по фазе на  $0^0$ ;
- 5) X и Y - пилообразное со сдвигом по фазе на  $0^0$ .

Вопрос 10. Какой параметр сигнала не измеряют с помощью осциллографа?

Варианты ответов:

- 1) амплитуду;
- 2) частоту;
- 3) сдвиг фаз;
- 4) сопротивление;
- 5) глубину амплитудной модуляции.

Вопрос 11. Особенность двухлучевого осциллографа состоит в том, что в нем

Варианты ответов:

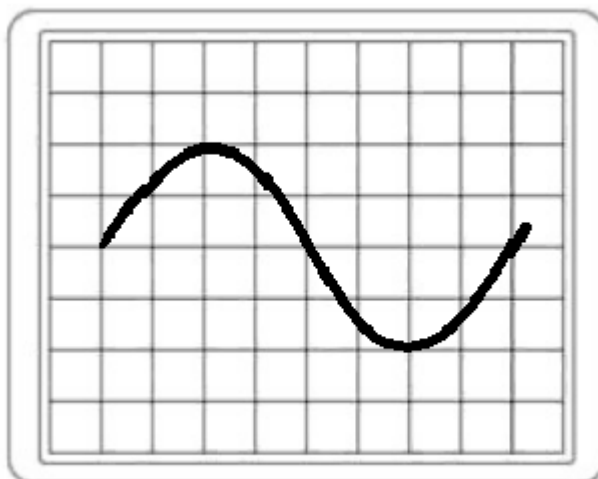
- 1) каналы X и Y объединены в один, и добавлен канал Z;
- 2) есть канал X и канал Y;
- 3) электронным лучом поочередно управляют два набора отклоняющих пластин X и Y;
- 4) формируется два независимых электронных луча;
- 5) формируется два независимых канала Z.

Вопрос 12. Особенность конструкции цифрового осциллографа по сравнению с электронным

Варианты ответов:

- 1) развертка в нем осуществляется с помощью гармонически изменяющегося напряжения;
- 2) усилитель на входе не позволяет измерять параметры слабых (менее 1 В) сигналов;
- 3) амплитудные и временные параметры сигнала определяются с помощью встроенных в прибор измерителей, затем, по полученным данным, формируется изображение;
- 4) отсутствуют аттенюаторы, позволяющие установить цену деления на каналах X и Y; вся работа проводится в автоматическом режиме;
- 5) в осциллографе отсутствует схема синхронизации.

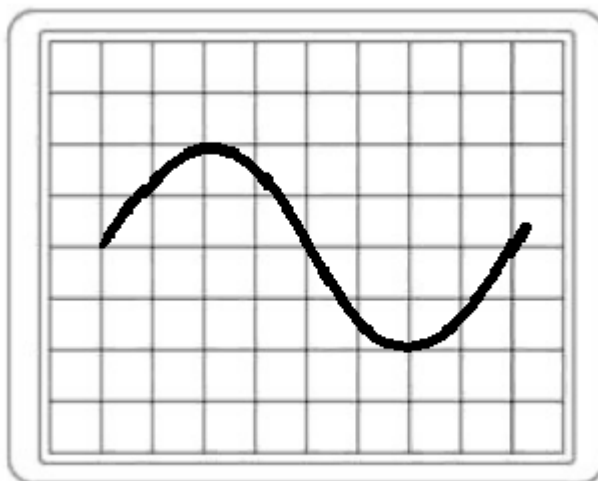
Вопрос 13. Аттенюатор канала Y установлен в положение 0,5 В/дел. Амплитуда сигнала ... В



Варианты ответов:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 0,5;
- 4) 0,35;
- 5) 0,707.

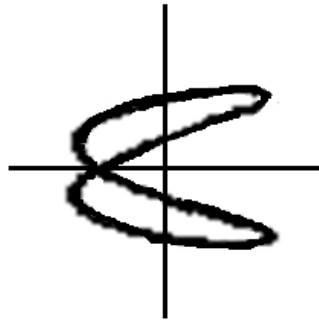
Вопрос 14. Атенюатор канала X установлен в положение 0,1 мс. Период сигнала ... мс



Варианты ответов:

- 1) 0,4;
- 2) 0,2;
- 3) 0,1;
- 4) 1,6;
- 5) 0,8.

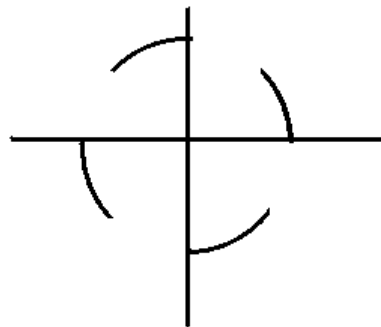
Вопрос 15. Вид фигуры Лиссажу представлен на рисунке. Соотношение частот  $f_x/f_y$  будет равно



Варианты ответов:

- 1) 2/1;
- 2) 2;
- 3) 4;
- 4) 3/4;
- 5) 4/3.

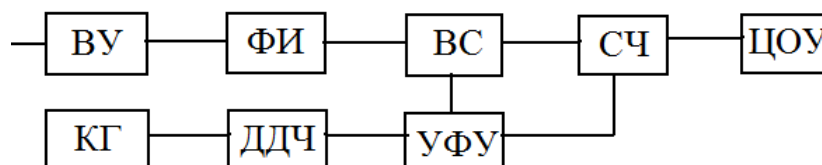
Вопрос 16. Соотношение частот  $f_x/f_z$  по яркостным меткам будет равно



Варианты ответов:

- 1) 1/4;
- 2) 4/3;
- 3) 2/3;
- 4) 1/2;
- 5) 1/3.

Вопрос 17. На рисунке приведена структурная схема частотомера. Соответствующий ей метод измерения частоты называется



ВУ - входное устройство; ФИ – формирователь импульсов; ВС – временной селектор; УФУ – устройство формирования и управления; КГ – кварцевый генератор; ДДЧ – декадный делитель частоты; СЧ – счетчик; ЦОУ – цифровое отсчетное устройство.

Варианты ответов:

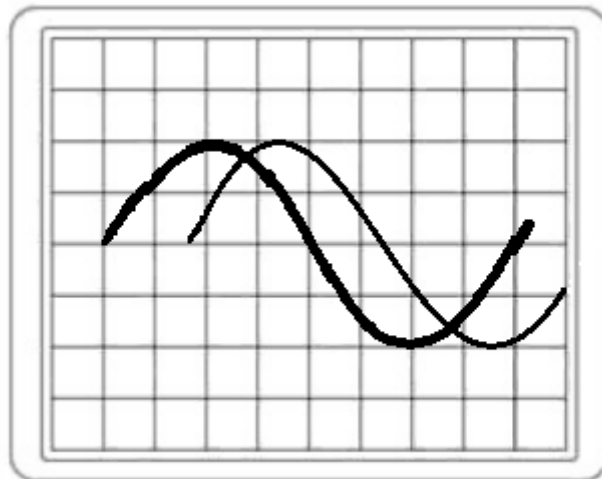
- 1) резонансный;
- 2) гетеродинный;
- 3) цифровой;
- 4) компенсационный;
- 5) такого метода измерения частоты не существует.

Вопрос 18. Недостаток измерения развертки по методу эллипса состоит в

Варианты ответов:

- 1) низкой точности в оценке фазового сдвига;
- 2) невозможности однозначной оценки фазового сдвига в диапазоне от  $0^{\circ}$  до  $360^{\circ}$ ;
- 3) сложности измерительной конструкции для оценки фазового сдвига методом эллипса;
- 4) необходимости включения фазовращателя в измерительную цепь;
- 5) необходимости использования двухканального осциллографа.

Вопрос 19. Атенюатор канала X находится в положении 0,1 мс, тогда разность фаз между двумя гармоническими сигналами одинаковой частоты равна



Варианты ответов:

- 1)  $10^{\circ}$ ;
- 2)  $30^{\circ}$ ;
- 3)  $45^{\circ}$ ;
- 4)  $67,5^{\circ}$ ;
- 5)  $90^{\circ}$ .

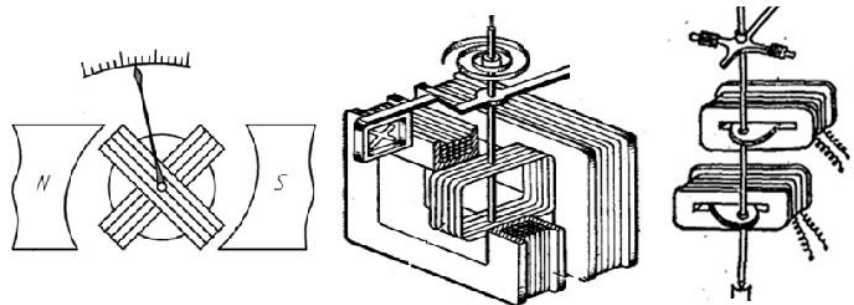
Вопрос 20. Полоса обзора анализатора спектра определяет

Варианты ответов:

- 1) диапазон его рабочих частот;
- 2) его предельную амплитуду;
- 3) его время работы;
- 4) его погрешность;
- 5) его разрешающую способность.

### Вариант 3.

Вопрос 1. Измерительные механизмы, представленные на рисунке, относятся к



Варианты ответов:

- 1) термоэлектрическим;
- 2) выпрямительным;
- 3) вибрационным;
- 4) логометрам;
- 5) противодействующим

Вопрос 2. Амплитудное (пиковое) и среднеквадратическое значения напряжения синусоидальной формы связаны соотношением

Варианты ответов:

- 1)  $U_A = 0,707U_{СК}$ ;
- 2)  $U_A = 2U_{СК}$ ;
- 3)  $U_{СК} = 0,707U_A$ ;
- 4)  $U_{СК} = \sqrt{2}U_A$ ;
- 5) аналитическая связь между указанными значениями напряжения отсутствует.

Вопрос 3. Чтобы вольтметр вносил минимальные искажения в работу электрической цепи, его внутреннее сопротивление  $R_V$  должно быть ( $R_{\text{ц}}$  - сопротивление цепи, в которой проводятся измерения)

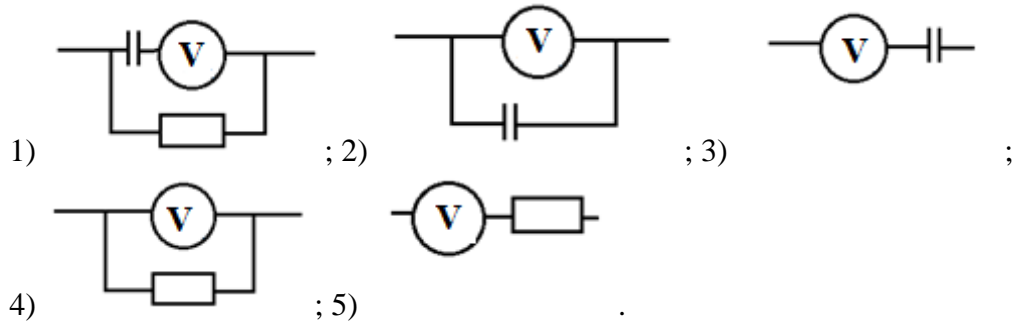
Варианты ответов:

- 1)  $R_V \rightarrow 0$ ;
- 2)  $R_V \rightarrow \infty$ ;

- 3)  $R_V \rightarrow R_u$ ;
- 4)  $R_V \gg R_u$ ;
- 5)  $R_V \ll R_u$ .

Вопрос 4. Схема подключения добавочного сопротивления к вольтметру представлена на рисунке

Варианты ответов:



Вопрос 5. Пусть внутреннее сопротивление амперметра 100 Ом. Для расширения пределов его измерения в два раза необходимо подключить шунт с сопротивлением ... Ом

Варианты ответов:

- 1) 1;
- 2) 50;
- 3) 100;
- 4) 150;
- 5) 200.

Вопрос 6. Для измерения напряжения 1000 В вольтметром, предел измерения которого 100 В, а внутреннее сопротивление 1 кОм необходимо использовать добавочное сопротивление ... кОм

Варианты ответов:

- 1) 1;
- 2) 10;
- 3) 9;
- 4) 15;
- 5) 100.

Вопрос 7. Стационарный режим работы генератора это работа в таком режиме, когда

Варианты ответов:

- 1) изменения частоты, амплитуды и формы генерируемого напряжения минимальны;
- 2) он прогревался в течение двух часов перед эксплуатацией;
- 3) энергия, отбираемая от источника постоянного тока усилителем за один период ко-



лебаний, оказывается равной энергии, расходуемой за то же время в нагрузке;

4) напряжение на выходе генератора за счет обратной связи становится равным напряжению на входе;

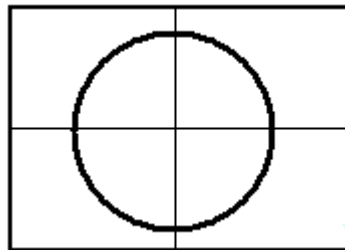
5) на выходе генерируется синусоидальный сигнал с коэффициентом гармоник, равным нулю.

Вопрос 8. При измерении чувствительности трубки при подаче на пластины X напряжения 2 В, световое пятно сместилось на 4 мм от центра экрана вправо. Чувствительность трубки  $S_T$

Варианты ответов:

- 1) 8 мм\*В;
- 2) 2 мм/В;
- 3) В/мм;
- 4) 0,125 1/(мм\*В);
- 5) 16 мм\*В.

Вопрос 9. Осциллограмма, представленная на рисунке, получится, если к пластинам X и Y приложено напряжение



Варианты ответов:

- 1) X - пилообразное, Y –изменяющееся по гармоническому закону;
- 2) X и Y - изменяющееся по гармоническому закону равной амплитуды и со сдвигом по фазе на  $90^0$ ;
- 3) X - пилообразное, Y –равное нулю;
- 4) X и Y - изменяющееся по гармоническому закону со сдвигом по фазе на  $0^0$ ;
- 5) X и Y - пилообразное со сдвигом по фазе на  $0^0$ .

Вопрос 10. Для наблюдения быстротекущих процессов применяются осциллографы

Варианты ответов:

- 1) запоминающие;
- 2) многоканальные;
- 3) многолучевые;
- 4) цифровые;
- 5) стробоскопические.

Вопрос 11. Предварительная калибровка осциллографа заключается в

Варианты ответов:

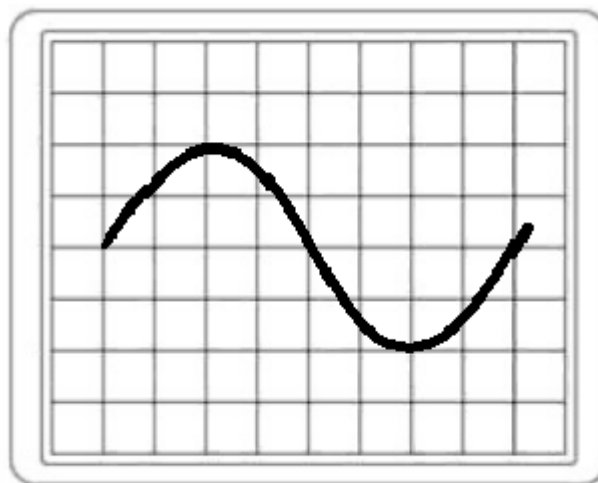
- 1) прогреве катода электронно-лучевой трубки с использованием эталонного сигнала калибратора;
- 2) проверке корректности воспроизводимого им изображения с использованием эталонного сигнала калибратора;
- 3) прогреве люминесцентного экрана электронно-лучевой трубки с использованием эталонного сигнала калибратора;
- 4) установке нулей всех тумблеров и переключателей с использованием эталонного сигнала калибратора;
- 5) центрировании электронного луча с использованием эталонного сигнала калибратора.

Вопрос 12. Дополнительные возможности, предоставляемые цифровым осциллографом по сравнению с электронным

Варианты ответов:

- 1) возможность измерения масштаба изображения и его синхронизации;
- 2) возможность измерения частоты и фазы сигнала;
- 3) возможность измерения по осциллограммам параметров амплитудно-модулированных сигналов;
- 4) дополнительные возможности отсутствуют;
- 5) возможность выполнения математических операций с сигналом, в частности, возможность реализации быстрого преобразования Фурье.

Вопрос 13. Атенюатор канала Y установлен в положение 0,2 В/дел. Амплитуда сигнала ... В

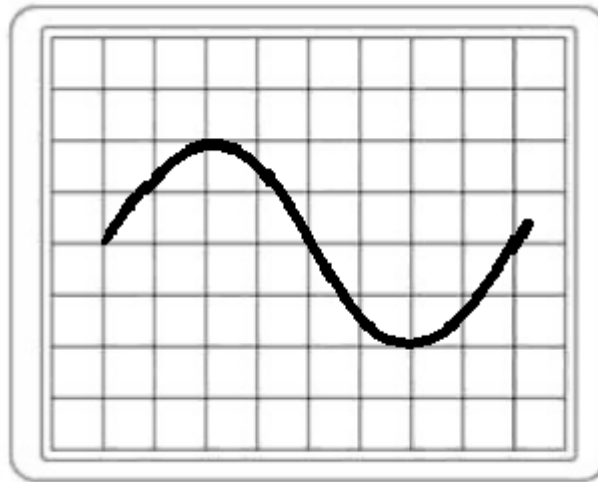


Варианты ответов:

- 1) 0,8;
- 2) 0,4 В;

- 3) 0,2;
- 4) 0,14;
- 5) 0,28.

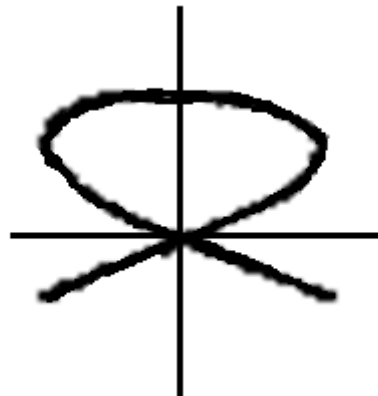
Вопрос 14. Аттенюатор канала X установлен в положение 0,5 мс. Период сигнала ... мс



Варианты ответов:

- 1) 0,5;
- 2) 4,0;
- 3) 0,2;
- 4) 2,0;
- 5) 1,0.

Вопрос 15. Вид фигуры Лиссажу представлен на рисунке. Соотношение частот  $f_x/f_y$  будет равно

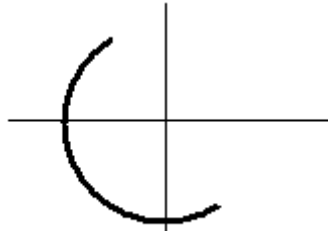


Варианты ответов:

- 1) 2/3;
- 2) 1/2;
- 3) 3/4;

- 4) 3/2;
- 5) 4/3.

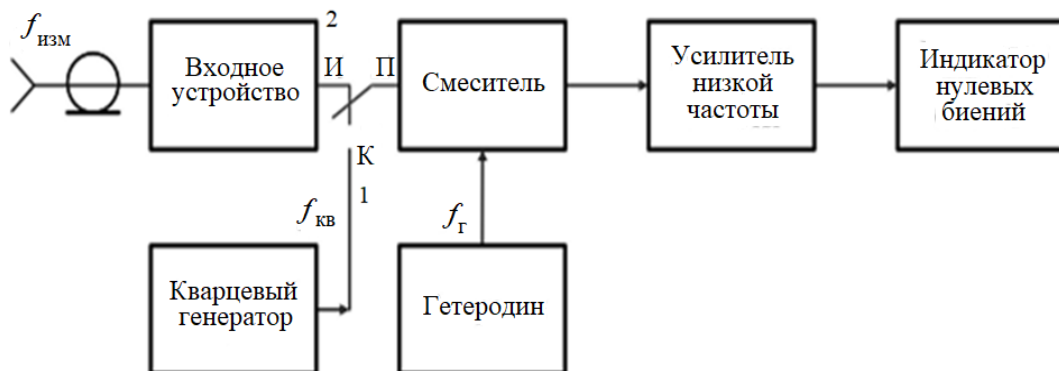
Вопрос 16. Соотношение частот  $f_x/f_z$  по яркостным меткам будет равно



Варианты ответов:

- 1) 1/4;
- 2) 1;
- 3) 2/3;
- 4) 1/2;
- 5) 1/3.

Вопрос 17. На рисунке приведена структурная схема частотомера. Соответствующий ей метод измерения частоты называется



Варианты ответов:

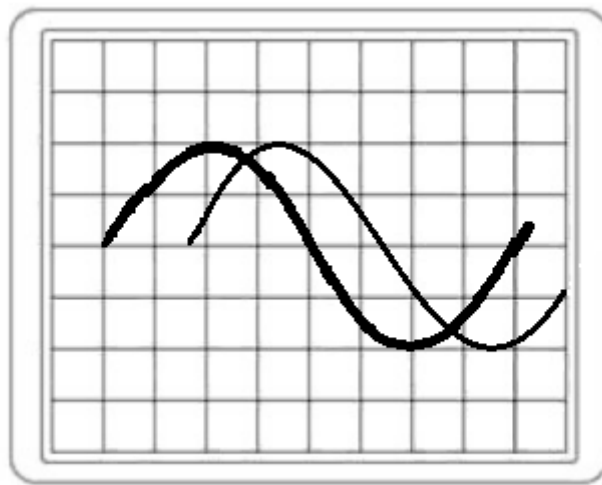
- 1) резонансный;
- 2) гетеродинный;
- 3) цифровой;
- 4) компенсационный;
- 5) такого метода измерения частоты не существует.

Вопрос 18. Если  $A$  и  $B$  – малая и большая оси эллипса соответственно, то фазовый сдвиг по методу эллипса можно рассчитать по формуле

Варианты ответов:

- 1)  $\Delta\varphi = 2\arctg(A/B)$ ;
- 2)  $\Delta\varphi = 2\arccos(A/B)$ ;
- 3)  $\Delta\varphi = 4\arcsin(A/B)$ ;
- 4)  $\Delta\varphi = 2\text{arcctg}(A/B)$ ;
- 5)  $\Delta\varphi = 4\arctg(A/B)$ .

Вопрос 19. Аттенюатор канала X находится в положении 0,5 мс, тогда разность фаз между двумя гармоническими сигналами одинаковой частоты равна



Варианты ответов:

- 1)  $10^0$ ;
- 2)  $30^0$ ;
- 3)  $45^0$ ;
- 4)  $67,5^0$ ;
- 5)  $90^0$ .

Вопрос 20. Прибор для измерения коэффициента гармоник называется

Варианты ответов:

- 1) измеритель гармоник;
- 2) измеритель нелинейных искажений;
- 3) гармониметр;
- 4) гармониграф;
- 5) нелинейномер.

Ключи с правильными ответами к тестовым заданиям приведены в приложении 2.

## Приложение 2

### Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам

#### *Лабораторная работа 1. Электромеханические измерительные приборы*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Определение типа измерительного механизма.
4. Выявление конструкционных особенностей, обуславливающих достоинств и недостатки измерительного механизма.

Контрольные вопросы.

1. Почему магнитоэлектрический прибор боится перегрузок?
2. Почему внешние магнитные поля слабо влияют на показания магнитоэлектрического прибора?
3. Почему шкала магнитоэлектрического прибора равномерная?
4. Приборы магнитоэлектрической системы имеют существенный недостаток: они полярны, соответственно, пригодны только для измерения постоянного тока. Однако порядка 90 % всех стрелочных приборов, используемых в настоящее время – магнитоэлектрические. Как такое возможно? Чем дополнится при этом УГО приборов?
5. Достоинства и недостатки приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем прямо противоположны друг другу (например, магнитоэлектрический прибор боится перегрузок по току – недостаток; электромагнитный прибор не боится перегрузок по току – достоинство). Как можно объяснить этот факт с точки зрения конструкции приборов?
6. Почему в электромагнитных приборах используется преимущественно магнитоиндукционный успокоитель? Почему жидкостный успокоитель используется значительно реже? Почему воздушный успокоитель не используется совсем?
7. В чем отличие приборов электродинамической и ферродинамической системы?
8. Чем отличаются УГО электродинамического и ферродинамического приборов? Чем продиктовано это отличие?
9. Какие существуют способы включения обмоток электродинамического и ферродинамического приборов? Для чего применяются различные способы включения?
10. Почему приборы электростатической системы не пригодны для измерения тока?
11. Приборы электростатической системы предназначены для измерения больших напряжений. Чем объясняется их низкая точность и чувствительность в области малых напряжений?
12. Почему при использовании приборов электростатической системы применяют электростатический экран? Приведите УГО электростатического экрана.
13. Для чего предназначены логометры? В чем их существенное отличие от прочих измерительных механизмов?
14. По какому принципу строится УГО логометра? Как по УГО логометра понять, измерительный механизм какой системы лежит в его основе?

15. Почему для логометров не указываются их достоинства и недостатки?
16. Почему в логометрах отсутствует противодействующий момент?
17. Почему стрелка логометра очень медленно возвращается в исходное положение (не возвращается совсем) после отключения прибора?
18. Опишите конструкцию логометров магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической конструкции?

### *Лабораторная работа 2. Измерение h-параметров маломощных транзисторов*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Измерение h-параметров маломощных транзисторов в схеме с общей базой.
4. Измерение h-параметров маломощных транзисторов в схеме с общим эмиттером.

Контрольные вопросы.

1. Что называют амплитудным, средним, средневыпрямленным и средним квадратическим значениями напряжения?
2. Какие коэффициенты устанавливают связь между амплитудным и средним квадратическим, средним квадратическим и средним значениями напряжения? Чему равны эти коэффициенты для гармонической формы сигнала?
3. Из-за чего может появиться методическая погрешность при измерении несинусоидального сигнала?
4. Приведите основные схемы построения электронных аналоговых вольтметров.
5. Какой принцип реализован в кодоимпульсных цифровых вольтметрах?
6. На каком принципе строят вольтметры времяимпульсного типа?
7. Какова техника измерения напряжений?
8. В чем состоят особенности измерения силы тока?

### *Лабораторная работа 3. Расширение пределов измерения электромеханических приборов*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Измерение сопротивлений шунтов.
4. Расчет параметров амперметра при использовании шунтов.
5. Измерение добавочных сопротивлений
6. Расчет параметров вольтметра при использовании добавочных сопротивлений.

Контрольные вопросы.

1. Как должно изменяться номинальное сопротивление добавочного сопротивления при увеличении пределов измерения вольтметра?
2. Как должно изменяться номинальное сопротивление шунта при увеличении пределов измерения амперметра?

3. Как меняется максимально допустимое напряжение при уменьшении номинального значения добавочного сопротивления?

4. Как меняется максимально допустимый ток при увеличении номинального значения сопротивления шунта?

5. Как включаются в цепь шунты? Поясните принципы их функционирования.

6. Как включаются в цепь добавочные сопротивления? Поясните принципы их функционирования.

7. Приведите схему включения шунтов для многопредельного амперметра.

8. Приведите схему включения добавочных сопротивлений для многопредельного вольтметра.

9. Используя закон Ома (законы Кирхгофа) для параллельного и последовательного соединения, получите основные формулы для расчета номинальных сопротивлений шунтов (максимальных токов).

10. Используя закон Ома (законы Кирхгофа) для параллельного и последовательного соединения, получите основные формулы для расчета номинальных сопротивлений добавочных сопротивлений (максимальных напряжений).

#### *Лабораторная работа 4. Изучение цифрового осциллографа*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Измерение параметров гармонического сигнала.
4. Измерение спектра гармонического сигнала в режиме работы анализатора спектра.
5. Измерение параметров амплитудно-модулированного сигнала
6. Измерение спектра амплитудно-модулированного сигнала в режиме работы анализатора спектра.
7. Измерение параметров частотно-модулированного сигнала
8. Измерение спектра частотно-модулированного сигнала в режиме работы анализатора спектра.

Контрольные вопросы.

1. Поясните принцип построения цифровых осциллографов.
2. Из каких основных узлов состоит цифровой осциллограф?
3. Назовите основные параметры и характеристики современного цифрового осциллографа?
4. Какие дополнительные (по сравнению с электронно-лучевым) возможности предоставляет цифровой осциллограф?

#### *Лабораторная работа 5. Измерение частоты и временных интервалов осциллографическими методами*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.



3. Измерение периода и частоты методом линейной развертки осциллографа.
4. Измерение частоты методом фигур Лиссажу.
5. Измерение частоты методом яркостных меток на круговой развертке.

Контрольные вопросы.

1. Перечислите основные методы измерения частоты.
2. Как связаны частота и период сигнала?
3. Какие осциллографические методы измерения частоты известны?
4. Какие виды разверток применяются для каждого из перечисленных методов?
5. Приведите структурную схему для измерения частоты по методу фигур Лиссажу.
6. Приведите вид фигуры Лиссажу для соотношения частот 2:3.
7. Приведите структурную схему для измерения частоты методом яркостных меток.
8. Приведите вид осциллограммы при соотношении измеряемых частот 1:4.

*Лабораторная работа 6. Измерение частоты и временных интервалов электронно-счетным частотомером*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Построение градуировочной зависимости для оценки точности установки частоты на ГЗ-112.
4. Оценка нестабильности частоты генератора ГЗ-112 на основании многократных измерений периода.

Контрольные вопросы.

1. Какова основная область применения резонансного метода измерения частоты?
2. В чем заключается принцип работы гетеродинного частотомера?
3. Объясните временные диаграммы, соответствующие режиму измерения частоты цифровым прибором.
4. Объясните временные диаграммы, соответствующие режиму измерения временных интервалов цифровым прибором.
5. Как влияет погрешность дискретности на результат при измерении высоких и низких частот цифровым прибором?

*Лабораторная работа 7. Измерение фазового сдвига*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Измерение разности фаз осциллографическим методом.
4. Измерение разности фаз электронно-счетным частотомером.
5. Измерение разности фаз специализированным прибором.

Контрольные вопросы.

1. На каком принципе работает фазометр с преобразованием фазы в интервал времени?

2. На каком принципе работают компенсационные фазометры?
3. Как измеряют фазовый сдвиг в СВЧ-диапазоне?
4. Поясните принцип действия цифрового фазометра, измеряющего среднее значение фазы. Для пояснения нарисуйте временные диаграммы.
5. Как действует фазометр с гетеродинным преобразованием частоты исследуемого сигнала?
6. В каких случаях применяют фазометры с умножением частоты?
7. Поясните принцип измерения сдвига фазы фазовым детектором.

*Лабораторная работа 8. Измерение спектров радиосигналов и параметров амплитудной модуляции*

Содержание работы (задания).

1. Ознакомление с техникой безопасности.
2. Выполнение задания на самоподготовку.
3. Настройка анализатора спектра.
4. Получение спектрограмм гармонического сигнала и оценка степени подавления гармоник.
5. Получение спектрограммы амплитудно-модулированного сигнала и оценка коэффициента глубины модуляции.

Контрольные вопросы.

1. Для каких целей используют спектральный анализ электрических сигналов?
2. Какой физический смысл лежит в основе прямого и обратного преобразования Фурье?
3. Как аналитически записывают прямое и обратное преобразование Фурье?
4. На чем основан параллельный и последовательный анализ спектра исследуемых сигналов?
5. Как выглядит упрощенная структурная схема анализатора параллельного действия?
6. Какова связь между дискретным преобразованием Фурье и гармоническими составляющими сигнала?
7. Как используют в цифровых анализаторах дискретное преобразование Фурье?
8. В чем состоит суть быстрого преобразования Фурье?
9. Что называют разрешающей способностью анализатора спектра?
10. Как разрешающая способность связана с полосой пропускания фильтра анализатора?
11. Какова упрощенная структурная схема анализатора последовательного типа?
12. Как связана скорость анализа с полосой пропускания анализатора спектра?
13. Чему равно время анализа в схемах последовательного типа?

## Приложение 3

### Задания на контрольную работу для заочной формы обучения

Задание 1. Расширение пределов измерения тока и напряжения аналоговыми электроизмерительными приборами

Расширение пределов измерения электрических токов и напряжений электроизмерительными приборами производится путём подключения к ним дополнительных элементов: шунтов  $R_{ш}$  и добавочных резисторов  $R_{д}$  соответственно или их комбинаций. При этом увеличиваются не только сами пределы измерения тока и напряжения, но и основная погрешность измерения, которая определяется не только классом точности прибора, но и допустимым отклонением величин сопротивлений дополнительных элементов, при этом также изменяются величины внутреннего сопротивления на разных пределах измерения тока  $R_A$  и напряжения  $R_B$ .

В данном задании необходимо составить и привести схемы принципиальные электрические двухпредельных амперметра и вольтметра на основе одного аналогового электроизмерительного прибора с линейной шкалой (например, магнитоэлектрического), и рассчитать для заданных пределов измерений токов и напряжений ( $I_{np}$  и  $U_{np}$ ) величины параметров, перечисленных ниже.

1.1. Сопротивления дополнительных элементов ( $R_{ш}$  и  $R_{д}$ ) и мощности, рассеиваемые на них.

1.2. Цену деления шкалы для каждого предела измерения.

1.3. Суммарную относительную приведённую погрешность измерения для каждого предела измерения по заданному классу точности прибора и допустимым относительным значениям отклонений сопротивлений дополнительных элементов  $\delta_{ш}$  и  $\delta_{д}$  от рассчитанных номинальных значений  $R_{ш}$  и  $R_{д}$ .

1.4. Внутреннее сопротивление измерителя для каждого предела измерения токов  $R_A$  и напряжений  $R_B$ .

Для различных вариантов задания (определяемым по двум последним цифрам шифра) в табл. 1 приведены параметры используемых электроизмерительных приборов (предельный ток  $I_n$  или напряжение  $U_n$ , внутреннее сопротивление  $R_n$ , число делений шкалы  $N$  и класс точности  $\gamma_t$ ) и другие параметры, величины которых заданы: пределы измерений токов ( $I_{np1}$  и  $I_{np2}$ ) и напряжений ( $U_{np1}$  и  $U_{np2}$ ), относительные значения допустимых отклонений сопротивлений шунтов  $\delta_{ш}$  и добавочных резисторов  $\delta_{д}$  от рассчитанных номинальных значений  $R_{ш}$  и  $R_{д}$ .

Если при расчете сопротивлений шунтов в простейшей схеме амперметра (содержащей только шунты) будут получены величины сопротивлений  $R_{ш} < 0,1$  Ом (их практическая реализация весьма затруднительна), то необходимо несколько усложнить схему измерителя таким образом, чтобы новые значения сопротивлений  $R_{ш}$  удовлетворяли условию  $R_{ш\min} \geq 0,1$  Ом.

При определении суммарной приведенной погрешности измерений для каждого предела следует считать класс точности прибора  $\gamma_t$  и допустимые отклонения сопротивлений дополнительных элементов  $\delta_{ш}$  и  $\delta_{д}$  взаимно независимыми величинами, использовать из-

вестную формулу Бесселя. Необходимо получить для искомой погрешности выражение через взвешенную сумму квадратов заданных относительных величин  $\gamma_T$ ,  $\delta_u$ ,  $\delta_o$  (при этом весовые коэффициенты, после упрощений, выражаются просто через отношения известных и рассчитанных величин  $R_n$ ,  $R_u$  и  $R_o$ , некоторыми из этих отношений можно затем пренебречь в силу их малости) и лишь потом подставить в полученное выражение численные значения.

Исходные данные к заданию 1

Последняя цифра шифра	Параметры, используемого электроизмерительного прибора					Численные значения заданных параметров измерителя I и U для различных значений предпоследней цифры шифра								
						0			нечётные 1,3,5,7,9			чётные 2,4,6,8		
	$I_n$ , мкА	$U_n$ , мВ	$R_n$ , Ом	$N_n$ , дел	$\gamma_T$ , %	$\frac{I_{np1}}{I_{np2}}$ А/А	$\frac{U_{np1}}{U_{np2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_d}$ %/%	$\frac{I_{np1}}{I_{np2}}$ А/А	$\frac{U_{np1}}{U_{np2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_d}$ %/%	$\frac{I_{np1}}{I_{np2}}$ А/А	$\frac{U_{np1}}{U_{np2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_d}$ %/%
0	30	-	300	30	0,5	0,3	3,0	1,0	0,6	1,5	0,5	0,9	4,5	2
						3,0	6,0	2,0	1,5	7,5	1,0	4,5	12	2
1	50	-	200	50	1,0	0,5	5,0	1,0	1,0	2,0	0,5	2,0	2,5	1,0
						1,5	15	2,0	5,0	5,0	1,0	10	7,5	0,5
2	100	-	100	50	1,5	0,3	3,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,5	1,0
						3,0	6,0	2,0	5,0	5,0	0,5	10	7,5	1,0
3	200	-	50	20	2,0	0,4	2,0	1,0	0,6	4,0	2,0	2,0	20	1,0
						1,0	8,0	2,0	1,2	10	2,0	8,0	60	2,0
4	500	-	10	50	2,5	1,0	5,0	2,0	2,5	7,5	1,0	0,5	25	2,0
						5,0	10	2,0	7,5	15	2,0	1,5	50	1,0
5	-	10	500	20	2,0	0,2	2,0	2,0	0,4	4,0	1,0	0,6	0,6	1,0
						1,0	10	2,0	1,2	12	2,0	2,0	16	1,0
6	-	20	200	20	1,5	0,2	2,0	1,0	0,4	0,4	2,0	0,6	6,0	2,0
						0,8	8,0	1,0	1,0	10	1,0	1,8	20	2,0
7	-	50	250	25	1,0	0,25	2,5	2,0	0,5	5	1,0	0,75	1,0	2,0
						0,75	7,5	1,0	1,5	15	2,0	2,5	2,5	2,0
8	-	100	100	50	0,5	1,0	10	2,0	1,5	5,0	1,0	0,5	2,5	2,0
						5,0	50	2,0	7,5	25	2,0	2,5	10	1,0
9	-	150	300	30	2,0	0,3	3,0	1,0	0,6	6,0	2,0	0,9	9,0	1,0
						1,2	12	1,0	1,5	15	2,0	3,0	3,0	2,0

Задание 2. Измерение переменных напряжений различной формы электронными вольтметрами различных типов

Измерение переменных напряжения производится электронными вольтметрами с различными типами детекторов:

- среднеквадратических значений (СКЗ);

- средневыпрямленных значений (СВЗ) с двухполупериодным выпрямителем, проградуированным в среднеквадратических (действующих) значениях напряжений синусоидальной формы;

- пиковых значений, однополярным, проградуированным в среднеквадратических (действующих) значениях напряжения синусоидальной формы.

Каждым из этих вольтметров измеряются поочередно переменные напряжения с нулевым средним значением (без постоянной составляющей) и различной формой: гармонические (синусоидальной формы), треугольные, пилообразные и импульсные в виде прямоугольных импульсов различной скважности (D). Эти переменные напряжения характеризуются следующими параметрами: среднеквадратическими (действующими)  $U_{ск}$ , амплитудными  $U_m$  значениями и максимальным размахом (от пика до пика)  $U_{max}$ . Один из этих параметров задан, а остальные нужно определить (вычислить).

Необходимо также определить показания различных вольтметров (СКЗ, СВЗ и ПЗ) с учетом их градуировки при измерении напряжений всех вышеуказанных форм и привести временные диаграммы этих напряжений с указанием измеряемых параметров.

Примечание: при выполнении данного задания следует считать детекторы вольтметров идеализированными и использовать коэффициенты амплитуды  $K_A$  и формы  $K_\phi$  для переменных напряжения различной формы (эти коэффициенты необходимо найти (определить) и привести их значения в работе); необходимо также учитывать возможную несимметричность импульсных напряжений.

#### Исходные данные к заданию 2

Предпоследние цифры шифра	Скважность импульсов, D	Заданные параметры измеряемых напряжений	Величины заданных параметров напряжений для различных значений последней цифры шифра									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2	$U_m \cdot В$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечётные 1,3,5,7,9	3	$U_{ск} \cdot В$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чётные 2,4,6,8	4	$U_{max} \cdot В$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Задание 3. Методы измерения параметров радиосигналов и цепей, схемы измерительных приборов, их погрешности.

В настоящем задании необходимо изучить по рекомендованной литературе и кратко описать методы измерения заданных физических величин (параметров радиосигналов и цепей в соответствии с выбранным вариантом задания из предыдущего задания) с помощью различных измерительных приборов, привести схемы измерений и структурные схемы построения специализированных приборов для этой цели (с пояснением принципа действия), рассмотреть источники различных погрешностей измерения (методических, инструментальных, округления, дискретизации и др.) и привести их величины и пределы измерений для конкретных типов промышленных измерительных приборов (по справочной литературе), и в заключение показать возможность автоматизации измерения этих величин (в том числе панорамными приборами и с помощью средств вычислительной техники и микропроцессоров) и привести структурные схемы автоматизированных приборов.

Исходные данные к заданию 3

Последняя цифра шифра	Содержание задания для конкретных объектов по последней цифре шифра		
	0	Нечётные: 1,3,5,7,9	Чётные: 2,4,6,8
0	Резисторы	Конденсаторы	Катушки индуктивности
1	п/п диоды	Транзисторы	Комплексные сопротивления на высоких частотах
2	Электрические токи (постоянные и переменные)	Электрические напряжения (постоянные и переменные)	Электрические мощности (поглощаемая и проходящая) на низких частотах
3	Электрическая мощность (поглощаемая и проходящая) на ВЧ и СВЧ	Напряженность поля (электромагнитного) на низких и высоких частотах	Разность фаз двух электрических напряжений (на низких и высоких частотах)
4	Измерительные генераторы шумовых сигналов	Измерительные генераторы гармонических колебаний низких и инфранизких частот	Измерительные генераторы гармонических колебаний высоких частот с амплитудной и частотной модуляциями
5	Измерительные генераторы высокостабильных гармонических колебаний (синтезаторы частоты)	Измерительные генераторы импульсных колебаний	Параметры импульсных сигналов (амплитуда, длительность и др.)
6	Образцовые генераторы и стандарты частоты	Частота электрических колебаний на ВС и СВЧ	Период электрических колебаний
7	Сличение частоты образцовых генераторов по стандартам частоты, компараторы частот	Спектры электрических колебаний	Параметры амплитудной модуляции радиосигналов
8	Параметры угловой модуляции радиосигналов (частотной и фазовой)	Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) четырехполюсников	Нелинейные искажения гармонических колебаний
9	Интервалы времени (однократные и повторяющиеся)	Мостовые измерения параметров R, L, C	Электронные осциллографы (в т.ч. скоростные, стробоскопические, запоминающие и др.)

## Приложение 4

### Контрольные вопросы по дисциплине

1. Электромеханические измерительные приборы: назначение, общие сведения.
2. Магнитоэлектрические измерительные механизмы: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
3. Электромагнитные измерительные механизмы: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
4. Электродинамические и ферродинамические измерительные механизмы: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
5. Электростатические измерительные механизмы: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
6. Выпрямительные и термоэлектрические преобразователи: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
7. Логометры различных систем: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
8. Вибрационные измерительные механизмы: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки, условно-графическое обозначение.
9. Измерение токов и напряжений.
10. Расширение пределов измерений вольтметров и амперметров.
11. Классификация вольтметров.
12. Амплитудный детектор и детектор среднеквадратического значения.
13. Принцип работы вольтметра с кодоимпульсным преобразованием.
14. Принцип работы вольтметра с времяимпульсным преобразованием.
15. Классификация и общий принцип работы измерительных генераторов.
16. Измерительные генераторы звуковых частот.
17. Измерительные генераторы низкой частоты.
18. Измерительные генераторы высокой частоты.
19. Измерительные генераторы СВЧ.
20. Измерительные генераторы сигналов специальной формы.
21. Классификация, назначение и основные параметры осциллографов.
22. Структурная схема универсального осциллографа.
23. Развертка в осциллографах.
24. Синхронизация в осциллографах.
25. Двухканальные и двухлучевые осциллографы.
26. Скоростные и стробоскопические осциллографы.
27. Цифровые осциллографы.
28. Классификация методов измерения частоты.
29. Осциллографические методы измерения частоты.
30. Резонансный метод измерения частоты.
31. Резонансный метод измерения частоты в диапазоне СВЧ.
32. Гетеродинный метод измерения частоты.
33. Цифровой метод измерения частоты.
34. Цифровой метод измерения интервалов времени.
35. Классификация методов измерения фазового сдвига.
36. Осциллографические методы измерения фазового сдвига.
37. Компенсационный метод измерения фазового сдвига.
38. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал.
39. Цифровые методы измерения фазового сдвига.

40. Фазометр с гетеродинным преобразованием частоты.
41. Классификация анализаторов спектра, их назначение и параметры.
42. Анализатор спектра параллельного типа.
43. Анализатор спектра последовательного типа.
44. Цифровые анализаторы спектра.
45. Нелинейные искажения сигнала и их характеристики.
46. Измерение нелинейных искажений сигнала.