



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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе дисциплины)  
**«МЕТРОЛОГИЯ И РАДИОИЗМЕРЕНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы специалитета  
по специальности

**25.05.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО  
РАДИООБОРУДОВАНИЯ**

Специализации программы  
**«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»  
«Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте  
и их информационная защита»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Морской  
кафедры судовых радиотехнических систем

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Результаты освоения дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с компетенциями

Код и наименование компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с компетенциями
<p>ОПК-5: Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию видов измерений и инструментального контроля;</li> <li>– классификацию методов измерений и инструментального контроля;</li> <li>- классификацию измерительных приборов.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрать метод измерений и инструментального контроля;</li> <li>- подготовить измерительные приборы к проведению измерений и инструментального контроля в соответствии с их техническим описанием;</li> <li>- грамотно задать режимы измерений измерительным приборам;</li> <li>- провести измерения и инструментальный контроль с максимальной точностью.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками подготовки измерительных приборов к проведению измерений;</li> <li>- навыками проведения прямых измерений;</li> <li>- навыками проведения косвенных измерений;</li> <li>- навыками проведения многократных измерений.</li> </ul>
<p>ПК-6: Способен осуществлять ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и текущий ремонт радиоэлектронных систем</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы работы, устройство, технические возможности радиоизмерительного оборудования в объеме выполняемых работ;</li> <li>- принципы работы, устройство, технические возможности радиоизмерительного оборудования для контроля технического состояния радиоэлектронных систем;</li> <li>- перспективы их совершенствования радиоизмерительного оборудования для контроля технического состояния радиоэлектронных систем.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать радиоизмерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем;</li> <li>- работать с радиоизмерительным оборудованием для контроля технического состояния радиоэлектронных систем;</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с компетенциями
	<p>- использовать радиоизмерительное оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронных систем.</p> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления перечня основных средств измерений в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем;</li> <li>- навыками грамотного выбора необходимых средств измерений для контроля технического состояния радиоэлектронных систем;</li> <li>- навыками проведения измерений для контроля работоспособности радиоэлектронных систем.</li> </ul>
<p>ПК-5: Способен осуществлять разработку электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цели, принципы и методы стандартизации;</li> <li>- основные нормативные документы в области стандартизации;</li> </ul> <p>международные организации по стандартизации: ИСО, МЭК, МСЭ.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать технические регламенты, стандарты связи, протоколы, международные и национальные стандарты в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с ЕСКД и другими стандартами.</li> </ul>

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типа с ключами правильных ответов;
- задания по контрольным работам (в соответствии с учебным планом);

К оценочным средствам промежуточного контроля успеваемости относятся:

- типовые задания для расчётно-графической работы

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой, который выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. При необходимости тестовые задания закрытого и открытого типов могут быть использованы для проведения промежуточной аттестации.

### 1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» – менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» – от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» – от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» – от 81 до 100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Тестовые задания закрытого типа:

Компетенция ПК-5: Способен осуществлять разработку электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения.

1. Комплексная стандартизация – это...

- 1) степень насыщенности изделия унифицированными узлами и деталями
- 2) установление повышенных норм требований к объектам стандартизации
- 3) научно-обоснованное предсказание показателей качества, которые могут быть достигнуты к определенному времени

**4) установление и применение системы взаимосвязанных требований к объекту стандартизации**

2. В международной системе единиц СИ полный вид размерности производных единиц имеет вид:

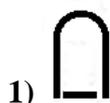
1)  $\text{Dim } x = L^a \cdot M^b \cdot T^c \cdot I^d \cdot \theta^e \cdot N^f \cdot J^s$

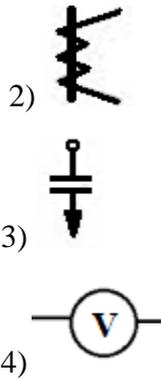
2)  $\text{Dim } x = L \cdot M \cdot T \cdot I \cdot Q$

3)  $\text{Dim } x = I^d \cdot Q^e \cdot N^f$

4)  $\text{Dim } x = L^a M^b \cdot T^c$

3. Условно-графическое обозначение магнитоэлектрического прибора с подвижной рамкой:





Компетенция ОПК-5: Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности.

4. Результатом измерения микроперемещения измерителем с пределом погрешности  $\pm(0,01x + 1,0)$  мкм, показывающим 100 мкм, является...

- 1)  $100 \pm 2,0$  мкм
- 2)  $100 \pm 1,5$  мкм
- 3)  $100 \pm 1,01$  мкм
- 4)  **$100 \pm 0,5$  мкм**

5. Чтобы амперметр вносил минимальные искажения в работу электрической цепи, его внутреннее сопротивление  $R_A$  должно быть ( $R_y$  – сопротивление цепи, в которой проводятся измерения):

- 1)  $R_A \rightarrow \infty$
- 2)  $R_A \rightarrow R_y$
- 3)  $R_A \gg R_y$
- 4)  **$R_A \ll R_y$**

6. Формула для расчета частоты LC-генератора ...

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

Компетенция ПК-4: Способен осуществлять ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и текущий ремонт радиоэлектронных систем.

7. Особенность двухканального осциллографа состоит в том, что в нем:

1) каналы  $X$  и  $Y$  объединены в один, и добавлен канал  $Z$

**2) электронным лучом поочередно управляют два набора отклоняющих пластин  $X$  и  $Y$**

3) формируется два независимых электронных луча

4) формируется два независимых канала  $Z$

8. Рабочий эталон применяется для:

1) измерений параметров с высокой точностью

2) сличения с эталоном-копией

**3) передачи размера единицы величины рабочим средствам измерений**

4) сличения с эталоном сравнения

9. Виды разверток в осциллографе:

1) пилообразная, треугольная, прямоугольная

2) круговая, эллиптическая, тороидальная

3) кратная 1, 2 и 5 в/дел

**4) автоколебательная, ждущая, однократная**

**Тестовые задания открытого типа:**

Компетенция ОПК-5: Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности.

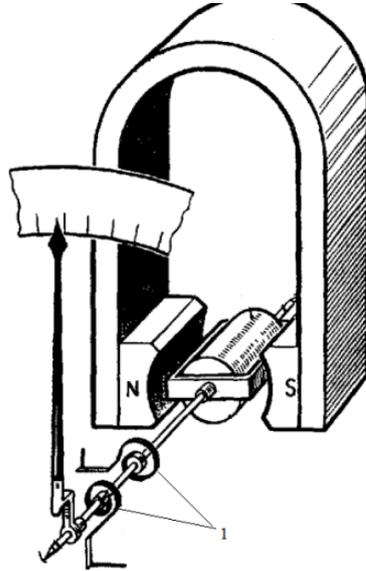
10. Единицы физических величин делятся на \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

**Ответ: основные и производные.**

11. По количеству измерительной информации измерения могут быть \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

**Ответ: однократными и многократными.**

12. На рисунке представлен электромеханический измерительный механизм \_\_\_\_\_ системы

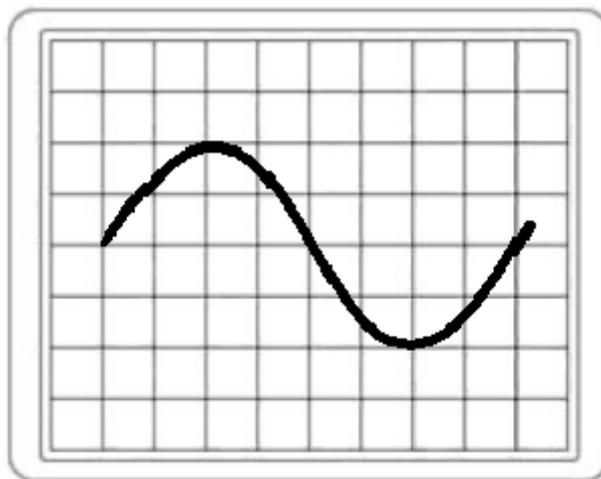


**Ответ: магнитоэлектрической**

13. Пусть внутреннее сопротивление вольтметра 100 Ом. К нему подключили добавочное сопротивление 300 Ом. Его предел изменился в \_\_\_\_\_ раза

**Ответ: 4**

14. Атенюатор канала Y установлен в положение 1 В/дел. Амплитуда сигнала приблизительно равна \_\_\_\_\_ В

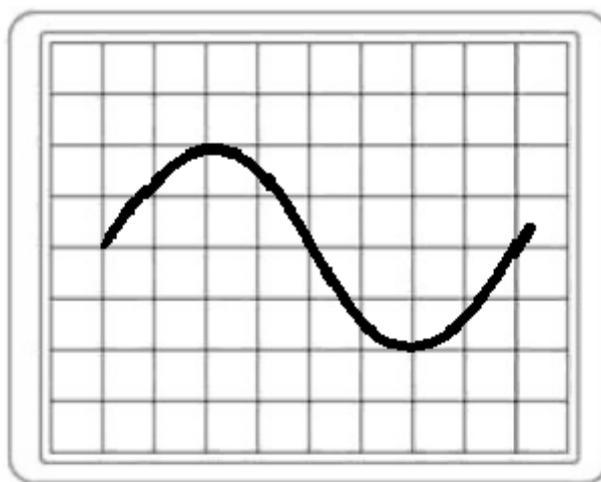


**Ответ: 2**

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

**Ответ: 3.**

16. Атенюатор канала X установлен в положение 0,1 мс. Период сигнала \_\_\_\_\_ мс.



**Ответ: 0,8.**

17. Для измерения напряжения 1000 В вольтметром, предел измерения которого 100 В, а внутреннее сопротивление 1 кОм необходимо использовать добавочное сопротивление \_\_\_\_\_ кОм

**Ответ: 9**

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

**Ответ: 2**

Компетенция ПК-5: Способен осуществлять разработку электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения.

19. Погрешность измерения, обусловленная погрешностью отсчета оператором показаний по шкалам средств измерений, называется \_\_\_\_\_ погрешностью

**Ответ: субъективной**

20. Сертификация бывает \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_

**Ответ: обязательной и добровольной**

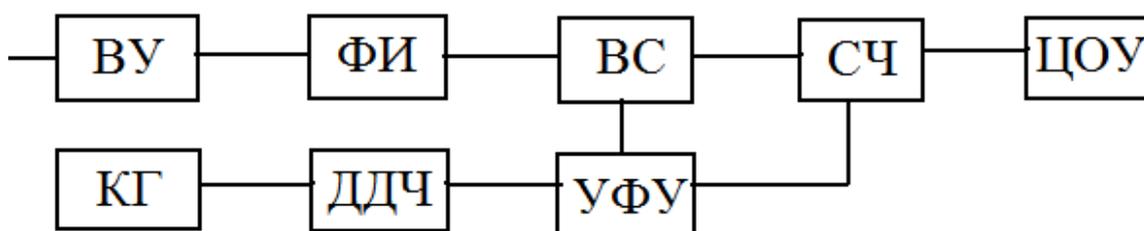
21. Международные стандарты ИСО для стран-участниц имеют \_\_\_\_\_ статус

**Ответ: рекомендательный**

22. Шунт служит для \_\_\_\_\_ амперметра

**Ответ: расширения пределов измерения**

23. 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

**Ответ: цифровой.**

24. На рисунке приведена структурная схема частотомера. Соответствующий ей метод измерения частоты называется \_\_\_\_\_.



**Ответ: гетеродинный**

25. Схема синхронизации обеспечивает неподвижность изображения. Для этого необходимо, чтобы начало развертки \_\_\_\_\_; период развертки \_\_\_\_\_

**Ответ: было связано с одной и той же характерной точкой сигнала; соответствовал целому количеству периодов сигнала;**

26. Предварительная калибровка осциллографа заключается в проверке корректности воспроизводимого им изображения с использованием \_\_\_\_\_

**Ответ: эталонного сигнала калибратора**

27. Основным способом доказательства соответствия при сертификации средств измерений является \_\_\_\_\_

**Ответ: испытание**

Компетенция ПК-4: Способен осуществлять ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и текущий ремонт радиоэлектронных систем.

28. В процессе эксплуатации измерительного прибора проводят \_\_\_\_\_ поверку.

**Ответ: периодическую.**

29. Создание изделий из унифицированных элементов путем их установки в различном количестве и в различных сочетаниях называют \_\_\_\_\_

**Ответ: унификацией**

30. Для измерения тока амперметр подключают в схему \_\_\_\_\_

**Ответ: последовательно**

31. Принцип действия прибора основан на сравнении измеряемой частоты с собственной резонансной частотой градуированного колебательного контура или резонатора. Перестраиваемая 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 \_\_\_\_\_.

**Ответ: резонансный**

32. Полоса пропускания анализатора спектра определяет его \_\_\_\_\_

**Ответ: разрешающую способность**

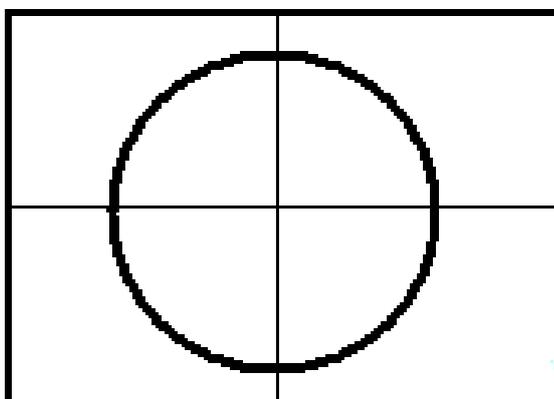
33. Чтобы найти среднеквадратическое значение напряжение, необходимо амплитудное (пиковое) значение умножить на \_\_\_\_\_

**Ответ: 0,7**

34. Для наблюдения быстротекущих процессов применяются \_\_\_\_\_ осциллографы

**Ответ: стробоскопические**

35. Осциллограмма, представленная на рисунке, получится, если к пластинам X и Y приложено напряжение \_\_\_\_\_ формы



**Ответ: синусоидальной**

36. Прибор для измерения коэффициента гармоник называется \_\_\_\_\_

**Ответ: измеритель нелинейных искажений**

Таблица 3 – Использование тестовых заданий для текущего контроля успеваемости

Элементы (разделы дисциплины, темы лабораторных работ, практических занятий и пр.), подлежащие контролю	Номера вопросов закрытого типа	Номера вопросов открытого типа
Метрология	2, 4	10,11,19
Стандартизация, сертификация	1,8	20,21,27-29
Радиоизмерения	3, 5-7, 9	12-18,22-26,30-36

### 3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

#### 3.1. Типовые задания на контрольную работу

*Контрольная работа №1* состоит из двух индивидуальных заданий.

#### **Задание №1 Обработка результатов многократных измерений**

Для определения величины некоторого параметра (радиосигнала, например) было проведено множество независимых равноточных измерений. Необходимо произвести обработку этих выборок результатов в следующей последовательности:

1. Вычислить оценку наиболее достоверного (близкого к истинному) результирующего значения измеряемой величины.
2. Вычислить смещённую оценку среднеквадратического значения отклонения результатов отдельных измерений от наиболее достоверного (внутри одной выборки).
3. Вычислить несмещённую оценку среднеквадратического значения отклонения результатов отдельных измерений от наиболее достоверного (внутри одной выборки).
4. Вычислить границы доверительного интервала случайных отклонений (погрешностей) отдельных результатов измерений (внутри одной выборки) при заданной доверительной вероятности  $P_{\text{дов}}$ .
5. Выявить и исключить промахи (грубые ошибки) из ряда наблюдений внутри одной выборки (результаты которых не попадают в доверительный интервал).
6. После исключения промахов, если они имелись, повторить пп. 1-4. для новой выборки.
7. Вычислить оценку среднеквадратического значения погрешности (отклонения) наиболее достоверного результирующего значения измеряемой величины.
8. Вычислить оценку максимальной погрешности (отклонения) наиболее достоверного результирующего значения измеряемой величины при заданной доверительной вероятности  $P_{\text{дов}}$ .
9. Записать результат в установленной форме.

Исходные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Последняя цифра	Выборки результатов измерений для различных значений предпоследней цифры шифра и доверительной вероятности											
	0				1				2			
	5				3				4			



Для заданных в таблице 5 объектов необходимо найти соответствующие ГОСТы (из числа действующих на момент поиска) и другие нормативные документы, привести условно-графическое обозначение (УГО) элементов в электрических схемах и основные положения правил выполнения схем, маркировки и т.д. в соответствии с конкретным заданием.

Таблица 5

Последняя цифра шифра	Содержание задания
0	Для резисторов (постоянных, переменных, подстроечных, нелинейных (варисторов), термо- и фоточувствительных) и предохранителей привести: их условно-графические обозначения (УГО) с размерами и буквенное обозначение на схемах, ряды номинальных величин, ряды допустимых отклонений от номиналов и величин мощности рассеивания, маркировку (буквенно-цифровую и цветную) и современную классификацию резисторов разных типов из разных материалов с указанием ГОСТов
1	Для конденсаторов (постоянных, переменных, подстроечных, нелинейных (варикондов), электролитических) и пьезоэлектрических (кварцевых) резонаторов и фильтров привести: их условно-графические обозначения (УГО), ряды номинальных величин, ряды допустимых отклонений от номиналов, величины температурных коэффициентов ёмкости, маркировку и современную классификацию конденсаторов, резонаторов и фильтров различных типов из разных материалов с указанием ГОСТов
2	Для интегральных микросхем (ИМС) аналоговых и цифровых привести: их условно-графические обозначения (УГО) с размерами и буквенное обозначение на схемах, маркировку (буквенно-цифровые обозначения) ИМС различных типов (по технологии, материалам, назначению), основные типы корпусов с указанием ГОСТов
3	Для выключателей и переключателей, разъёмов, гнезд, а также катушек индуктивности (в том числе подстроечных с сердечниками, дросселей и трансформаторов), реле, антенн привести их условно-графические обозначения (УГО) с размерами и буквенное обозначение на схемах, маркировку и современную классификацию с указанием ГОСТов (их номеров и названий)
4	Для полупроводниковых диодов и тиристоров (в том числе свето- и фото-) привести: их условно-графические обозначения (УГО) с размерами и буквенное обозначение на схемах, современную классификацию, маркировку (буквенно-цифровую и цветную) приборов различных типов по мощности, материалам, назначению (выпрямительные, импульсные, детекторные, стабилитроны, диоды с барьером Шоттки, варикапы, туннельные и другие, в том числе оптроны), основные типы корпусов с указанием ГОСТов (их номеров и названий)
5	Для полупроводниковых транзисторов (биполярных и полевых, фото-) привести: их условно-графические обозначения (УГО) с размерами и буквенное обозначение на схемах, современную классификацию и маркировку (буквенно-цифровую и цветную) транзисторов различных типов по мощности, материалам, назначению (НЧ, ВЧ, СВЧ и другие, в том числе оптроны с транзисторами), основные типы корпусов с указанием ГОСТов (их номеров и названий)
6	Единая система конструкторской документации (ЕСКД): назначение, области применения, структура, содержание. Условные обозначения государственных стандартов (указать, в каких буквах и цифрах содержится какая информация). Показать, как обозначаются государственные стандарты, оформленные на основе применения аутентичного текста международного или регионального стандарта, если они не содержат дополнительных требований и если имеются дополнительные требования.

Последняя цифра шифра	Содержание задания
7	Федеральный закон «О техническом регулировании»: сфера применения, структура, основные положения. Изменения и корректировки настоящего закона, произведённые за последние 5 лет.
8	Технические регламенты, стандарты связи, протоколы, международные и национальные стандарты в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. Цели принятия, виды технических регламентов. Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов. Государственный контроль за соблюдением требований технических регламентов. Ответственность и процедуры, применяемые в случаях несоответствия требованиям технических регламентов.
9	Нормативно-правовая база в области сертификации инфокоммуникационных технологий и систем связи. Схемы сертификации и порядок проведения сертификации в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. От чего зависит выбор определённой схемы проведения сертификации. Приведите форму сертификата соответствия требованиям технических регламентов.

*Контрольная работа №2* состоит из трёх индивидуальных заданий.

1. Обработка результатов многократных измерений.
- 2..
- 3..
- 4..
5. Методы измерения различных физических величин.

### **Задание №3 Расширение пределов измерения токов и напряжений**

Расширение пределов измерения электрических токов и напряжений электроизмерительными приборами производится путём подключения к ним дополнительных элементов: шунтов  $R_{ш}$  и добавочных резисторов  $R_0$  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. Сопротивления дополнительных элементов ( $R_{ш}$  и  $R_{д}$ ) и мощности, рассеиваемые на них.
2. Цену деления шкалы для каждого предела измерения.
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  $R_{д}$ .
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) 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 известную формулу Бесселя. Необходимо получить для искомой погрешности выражение через взвешенную сумму квадратов заданных относительных величин  $\gamma_t$ ,  $\delta_{ш}$ ,  $\delta_{д}$  (при этом весовые

коэффициенты, после упрощений, выражаются просто через отношения известных и рассчитанных величин  $R_n$ ,  $R_u$  и  $R_\delta$ , некоторыми из этих отношений можно затем пренебречь в силу их малости) и лишь потом подставить в полученное выражение численные значения.

Таблица 6.

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

#### Задание №4 Измерение переменных напряжений детекторами различных типов

Измерение переменных напряжения производится электронными вольтметрами с различными типами детекторов:

- среднеквадратических значений (СКЗ);
- средневыврямленных 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.

Таблица 7

Предпоследние цифры шрифта	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	$U_m$ , В	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечётные	3	$U_{СК}$ , В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чётные	4	$U_{max}$ , В	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

### Задание №5 Методы измерения различных физических величин

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.

Таблица 8

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) четырехполосников	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.)

Выбор варианта заданий осуществляется по двум последним цифрам шифра зачетной книжки.

Оценивается наличие решения, правильность выполнения расчетов, качество оформления (логичность и последовательность изложения решения, наличие пояснений к выполняе-

мым математическим действиям, наглядность приведенных графических результатов расчетов).

Шкала оценивания результатов выполнения каждой контрольной работы основана на двухбалльной системе.

Оценка *«зачтено»* выставляется в случае, если все задания выполнены верно и в полном объеме, при незначительных отступлениях от правил оформления результатов выполнения контрольной работы.

Оценка *«незачтено»* выставляется в случае, если часть заданий выполнена неверно при значительных отступлениях от правил оформления результатов выполнения контрольной работы.

### **3.2. Типовые задания на расчетно-графическую работу**

Типовое задание на расчётно-графическую работу включает в себя пять заданий, совпадающих с заданиями на контрольные работы, представленные в п. 3.1. Шкалы и критерии оценивания результатов выполнения расчётно-графические работы такие же, как и для оценивания контрольных работ.

### **3.3. Типовые задания на курсовую работу**

Данный вид контроля по дисциплине не предусмотрен учебным планом.

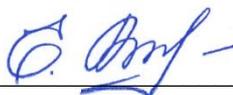
#### 4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Метрология и радиоизмерения» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы специалитета по направлению подготовки 25.05.05 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования (специализации программы: «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота», «Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»).

Преподаватель-разработчик – К.В. Власова, кандидат физико-математических наук

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой судовых радиотехнических систем

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Е.В. Волхонская

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией Морского института (протокол № 13 от 21.08.2024 г).

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_



И.В. Васькина