

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Метрология, стандартизация и технические измерения**

: 11.03.03

:  
: 3, : 5

		<b>5</b>
<b>1</b>	( )	4
<b>2</b>		144
<b>3</b>	, .	81
<b>4</b>	, .	36
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	18
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	7
<b>10</b>	, .	63
<b>11</b>	( , , )	.
<b>12</b>		

( ): 11.03.03

1333 12.11.2015 . , : 30.11.2015 .

: 1,

( ): 11.03.03

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . . . . . . .

:

, . . . . . . . . . .

:

. . . . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.8 готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; в части следующих результатов обучения:</b>	
5.	
<b>Компетенция НГТУ: ПК.25.В готовность выполнять работы по метрологическому обеспечению и управлению качеством производства электронных средств; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
2.	
3.	
2.	
3.	
4.	

# 2.

2.1

	(	
--	---	--

<b>.5. 1</b>	
1.Методы математического моделирования процессов измерения	; ;
<b>.8. 5</b>	
2.Организация работ по стандартизации в РФ и сферы стандартизации	; ;
<b>.25. . 1</b>	
3.Организация работ по стандартизации в РФ и сферы стандартизации	; ;
<b>.25. . 2</b>	
4.Система обеспечения единства измерений, основополагающие стандарты ГСИ	; ;
<b>.25. . 3</b>	
5.Система обеспечения единства измерений, основополагающие стандарты ГСИ	; ;
6.Математическое описание средств измерений	; ;
7.Поверка и калибровка средств измерений. Основные методы и схемы	; ;
<b>.25. . 2</b>	







5.	-	,	0	2	5,6	<p>1</p> <p>-</p> <p>- ,</p> <p>.</p> <p>-</p> <p>.</p> <p>-</p> <p>.</p> <p>(</p> <p>).</p> <p>2</p> <p>:</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>.</p> <p>,</p> <p>.</p> <p>-</p> <p>.</p> <p>-</p> <p>.</p>
----	---	---	---	---	-----	---



7.	0	4		-
----	---	---	--	---

8.	0	4	2	.
9.	0	2	3,4	- ,

3.2

	,	.		
:5				
:				
1.	-	2	4	1,4
	.			( - - ) , ( - ) .

2. - . -	2	4	1,2	- - - - .
: ; ,				
3. , .	2	4	1,2,3	- , - - ( )
4. -	2	4	1,2	. - , - . - .
: ; ( ) ;				
5. ( - ) -	2	4	1,2	- ( ) ( ) , - . - , ( - ) , - - - .

6.	-	2	4	1,2	-
:					
4.	- ( )	2	4	1,2	- ( )
7.	-	2	4	1,2	- ( )
8.		2	4	1,2	- 2267-2000.

3.3

:5					
:					
1.	/	0	16	1,2,4	/

4.

: 5				
1		1, 10, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9	16	0
: . . . . . - ;[ . . . . . , . . . . . ] . - , 2016. - 19, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2		1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10	0
: . . . . . - ;[ . . . . . , . . . . . ] . - , 2016. - 19, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	18	0
: . . . . . - ;[ . . . . . , . . . . . ] . - , 2016. - 19, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
4		1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	3	0
: . . . . . - ;[ . . . . . , . . . . . ] . - , 2016. - 19, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
5		1, 2, 4	23	7
, 3.3 : . . . . . - ;[ . . . . . , . . . . . ] . - , 2016. - 19, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

5.

- , ( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail;

6.

( ) ,

. 6.1.

2

-  
15-

ECTS.

<b>: 5</b>		
<i>Практические занятия:</i>	5	10
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	30	60

6.2

<b>.5</b>	1.	+	+	+
<b>.8</b>	5.			+
	.25. 1.			+
	.25. 2.			+
	.25. 3.			+
	.25. 2.			+
	.25. 3.			+
	.25. 4.			+

1

## 7.

1. Ананченко В. Н. Системы автоматического контроля. Ч. 2 : учебное пособие / В. Н. Ананченко, И. К. Цыбрий ; Дон. гос. техн. ун-т. - Ростов-на-Дону, 2014. - 227 с. : ил.
2. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и сертификация : учебник для вузов / И. М. Лифиц. - М., 2005. - 350 с. : ил.
3. Аминев А.В. Метрология, стандартизация и сертификация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Аминев, А.В. Блохин. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. — 204 с. — 978-5-7996-1617-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65945.html>

1. Мирский Г. Я. Радиоэлектронные измерения / Г. Я. Мирский. - М., 1975. - 600 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

## 8.

### 8.1

1. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000234042](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042)

### 8.2

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

## 9.

1	( - , , )	

1	( Internet )	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Метрология, стандартизация и технические измерения**

Образовательная программа: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств,  
профиль: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Метрология, стандартизация и технические измерения** приведена в Таблице 1.

Таблица 1.

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	з1. знать математическое описание процессов и средств измерений	Введение в курс. Основ-ные понятия, термины и определения, основные принципы измерений Исследование методов выбора средств изме-рения по критериям точности и экономической эф-фективности Исследования моде-лей метрологической надежности средств измерений (СИ) Метрологическая Экспертиза проектной документации Параметры и характе-ристики устройств и систем связи. Применение стати-стических методов обработки результа-тов многократных измерений. Разработка аппаратурных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора. Разработка и аттеста-ция МВИ параметров (характеристик) эле-ментарного блока Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи. Разработка структурной схемы информационно-измерительной систе-мы. Сертификация аппара-туры связи	Контрольные работы, РГЗ	Экзамен, вопросы 1-21
ПК.25.В готовность выполнять работы по метрологическому обеспечению и управлению качеством производства электронных средств	з1. знать основы метрологии и стандартизации, методы измерения различных физических величин	Заключение Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи.		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.25.В	з2. знать систему обеспечения единства измерений, классификацию	Введение в курс. Основ-ные понятия, термины и определения, основные принципы измерений		Экзамен, вопросы 1-21

	погрешностей измерений, нормирование и метрологическую надежность средств измерений	Заключение Параметры и характеристики устройств и систем связи. Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора.		
ПК.25.В	з3. знать задачи метрологического обеспечения в системах качества	Методы и средства измерений, математические модели Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор.		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.25.В	у2. уметь применять стандарты государственной системы обеспечения единства измерений	Система обеспечения единства измерений		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.25.В	у3. уметь применять стандартные методы оценок погрешностей измерений и методы выбора средств измерений	Прикладная метрология. 6.1. Измерения электрических величин. 6.2. Электрические измерения неэлектрических величин. 6.3. Метрологическое обеспечение проектирования, производства и использование продукции. 6.4. Поверка и калибровка средств измерения. Метрологический контроль и надзор.		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.25.В	у4. уметь применять методы поверки и калибровки средств измерения, оценки метрологической надежности	Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор.		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.8/ПК готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	з5. знать общие положения и требования стандартов к разработке, аттестации, стандартизации и метрологическому надзору	Исследование методов выбора средств измерения по критериям точности и экономической эффективности Исследования моделей метрологической надежности средств измерений (СИ) Метрологическая Экспертиза проектной документации Основы сертификации Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений. Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора. Разработка и аттеста-		Экзамен, вопросы 1-21

		ция МВИ параметров (характеристик) элементарного блока Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи. Разработка структурной схемы информационно-измерительной системы. Сертификация аппаратуры связи		
--	--	--	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ПК.25.В, ПК.8/ПК.

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Список билетов приведен ниже.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ПК.25.В, ПК.8/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Составитель \_\_\_\_\_ Кривецкий А.В.  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

**Паспорт экзамена**

по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения», 5 семестр

**1. Методика оценки**

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам.

**Форма экзаменационного билета**

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

**Билет № \_\_\_\_\_**

к экзамену по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

**2. Критерии оценки**

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-29 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 30-40 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 41-50 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 51-60 баллов.

**3. Шкала оценки**

Оценка отлично = 87-100 баллов

Оценка хорошо = 73-86 баллов

Оценка удовлетворительно = 50-72 баллов

Оценка неудовлетворительно = ниже 0-49 баллов

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Билеты к экзамену по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»

1. Основные метрологические термины и определения. Измерение. Единство измерений. Точность измерений. Объект измерения. Средство измерения.

2. Цели и задачи стандартизации.

3. Найти коэффициент шума системы, представленной последовательным соединением усилителей со следующими параметрами:

$G_1 = 10; F_1 = 0,9; G_2 = 2,0; F_2 = 1,9; G_3 = 1,33; F_3 = 3,0; G_4 = 4,0; F_4 = 6,0$ , где индекс обозначает порядковый номер каскада;  $G_i$  – коэффициент усиления по мощности  $i$ -го каскада (в раз);  $F_i$  – коэффициент шума  $i$ -го каскада (в раз).

Билет 2

1. Основные метрологические термины и определения. Принцип измерений. Метод измерений. Методика измерений. Условия измерений. Результат измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Стандартизация. Объекты стандартизации. Стандарт. Технические условия.

3. Определить мощность шума на выходе тракта, состоящего из антенны и антенного усилителя при полном отсутствии сигнала в эфире, мощности собственного шума антенны  $P_a = 0,1$  мкВт, коэффициенте усиления по мощности антенного усилителя  $G=33$ , коэффициенте шума антенного усилителя  $F=8$ , шумовой полосе тракта  $\Delta F = 10$  МГц. Тракт работает при температуре окружающей среды  $T_0 = 23^\circ\text{C}$  ( $296^\circ\text{K}$ ).  
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \right]$ .

Билет 3

1. Основные метрологические термины и определения. Погрешность измерения. Истинное значение. Действительное значение. Сходимость измерений. Воспроизводимость измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Методы стандартизации.

3. Найти отношение сигнал/шум (в раз) на выходе приемного тракта, состоящего из антенны и двухкаскадного усилителя. Отношение сигнал/шум на выходе антенны (входе усилителя)  $\frac{P_{с.сх}}{P_{ш.сх}} = 1$  (0 дБ). Коэффициенты усиления по мощности и, соответственно,

коэффициенты шума усилителей составляют  $G_1 = 6,0; F_1 = 1,25; G_2 = 2,3; F_2 = 1,9$ .

Билет 4

1. Средства измерений и их классификация. Мера. Измерительный преобразователь. Измерительный прибор. Измерительная установка. Измерительная система. Информационно-измерительная система. Информационно-измерительный комплекс.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды стандартизации.

3. При измерении действительного напряжения 9.15 В вольтметр с пределом шкалы 100 В выдал показание 9.33 В. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения а также приведенную погрешность измерителя.

Билет 5

1. Метрологические характеристики средств измерений. Функция преобразования. Чувствительность. Цена деления шкалы. Порог чувствительности. Диапазон измерений. Вариация показаний. Надежность средства измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Категории стандартов.
3. При измерении действительной частоты 48,50 Гц частотомер с пределом шкалы 999 МГц выдал показание 49.00 Гц. Определить класс точности прибора.

Билет 6

1. Виды измерений. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
2. Основы сертификации. Заявление о соответствии. Аттестация соответствия. Сертификация соответствия.
3. В электронно-счетном измерителе частоты погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки опорного генератора  $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ Гц}$  и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемой частоты частоте опорного генератора  $\Delta_2 = \pm 1 \text{ Гц}$ . Определить абсолютную среднеквадратическую погрешность прибора.

Билет 7

1. Методы измерений. Метод непосредственной оценки и сравнения с мерой. Разновидности метода сравнения.
2. Измерение и оценка качества. Квалиметрия. Инструментальные методы.
3. В электронно-счетном измерителе длительности периода погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки периода опорного генератора  $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ нС}$  и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемого периода периоду опорного генератора  $\Delta_2 = \pm 0,5 \text{ мкС}$ . Определить относительную среднеквадратическую погрешность прибора при измерении периода длительностью 10 мкС.

Билет 8

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по способу оценки.
2. Классификация датчиков по физическим явлениям, положенным в основу принципа действия.
3. Укажите доверительный интервал показаний вольтметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 1 В.

Билет 9

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по причинам возникновения.
2. Классификация датчиков по виду выходного сигнала. Примеры.
3. Укажите максимальный модуль показаний амперметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,707 А, значения выше которого при многократных измерениях игнорируются (считаются промахами).

Билет 10

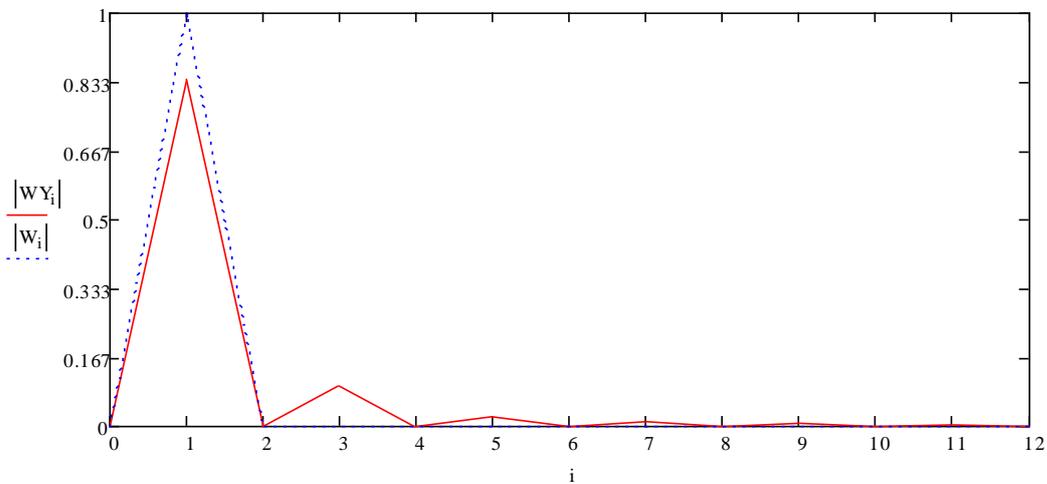
1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по характеру проявления.
2. Цели и задачи стандартизации.
3. Найти среднеквадратическую случайную и систематическую погрешности цифрового вольтметра, на вход которого подано действительное напряжение  $U_d = 4,096 \text{ В}$  и получены 10 результатов измерений со значениями:  
4,795; 4,758; 4,774; 4,701; 4,186; 4,520; 4,273; 4,709; 4,445; 4,306 [В]

Билет 11

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по характеру зависимости от измеряемой величины.
2. Измерение параметров переменного напряжения. Коэффициент формы гармонического сигнала.

3. В амплитудном спектре гармонического сигнала единичной амплитуды, усиленного усилителем с нелинейной характеристикой наблюдаются нормированные гармоники с амплитудами:

$$A_1 = 0.838 B; A_3 = 0.0989 B; A_5 = 0.02498 B; A_7 = 0.01109 B; A_9 = 0.00899 B; A_{11} = 0.00362 B;$$



Вычислить коэффициент гармоник и коэффициент нелинейных искажений, характеризующие усилитель.

Билет 12

1. Характеристики случайных погрешностей. Математическое ожидание и его оценка. Дисперсия и ее оценка. Доверительный интервал. Доверительная вероятность.

2. Цели и задачи стандартизации.

3. Найти коэффициент шума системы, представленной последовательным соединением усилителей со следующими параметрами:

$G_1 = 10; F_1 = 0,9; G_2 = 2,0; F_2 = 1,9; G_3 = 1,33; F_3 = 3,0; G_4 = 4,0; F_4 = 6,0$ , где индекс обозначает порядковый номер каскада;  $G_i$  — коэффициент усиления по мощности  $i$ -го каскада (в раз);  $F_i$  — коэффициент шума  $i$ -го каскада (в раз).

Билет 13

1. Характеристики случайных погрешностей. Среднеквадратическая погрешность для косвенных и совокупных измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Стандартизация. Объекты стандартизации. Стандарт. Технические условия.

3. Определить мощность шума на выходе тракта, состоящего из антенны и антенного усилителя при полном отсутствии сигнала в эфире, мощности собственного шума антенны  $P_a = 0,1 \text{ мкВт}$ , коэффициенте усиления по мощности антенного усилителя  $G=33$ , коэффициенте шума антенного усилителя  $F=6,5$ , шумовой полосе тракта  $\Delta F = 10 \text{ МГц}$ . Тракт работает при температуре окружающей среды  $T_0 = 23^\circ\text{C}$  ( $296^\circ\text{K}$ ).  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \right]$ .

Билет 14

1. Измерение параметров переменного напряжения. Средневыпрямленное значение гармонического сигнала.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Методы стандартизации.

3. Найти отношение сигнал/шум (в раз) на выходе приемного тракта, состоящего из антенны и двухкаскадного усилителя. Отношение сигнал/шум на выходе антенны (входе усилителя)  $\frac{P_{с.вх}}{P_{ш.вх}} = 1$  (0 дБ). Коэффициенты усиления по мощности и, соответственно,

коэффициенты шума усилителей составляют  $G_1 = 6,0; F_1 = 1,25; G_2 = 2,3; F_2 = 1,9$ .

Билет 15

1. Измерение параметров переменного напряжения. Среднеквадратическое значение

гармонического сигнала.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Категории стандартов.

3. При измерении действительного напряжения 15 В вольтметр с пределом шкалы 100 В выдал показание 15.33 В. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения и приведенную погрешность измерителя.

Билет 16

1. Измерение параметров переменного напряжения. Коэффициент формы гармонического сигнала.

2. Основы сертификации. Заявление о соответствии. Аттестация соответствия. Сертификация соответствия.

3. При измерении действительной частоты 49,75 Гц частотомер с пределом шкалы 999 МГц выдал показание 51.00 Гц. Определить класс точности прибора.

Билет 17

1. Проверка гипотезы о нормальности распределения случайной величины.

2. Измерение параметров переменного напряжения. Среднеквадратическое значение гармонического сигнала.

3. В электронно-счетном измерителе частоты погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки опорного генератора  $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ Гц}$  и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемой частоты частоте опорного генератора  $\Delta_2 = \pm 1 \text{ Гц}$ . Определить абсолютную среднеквадратическую погрешность прибора.

Билет 18

1. Класс точности измерительного прибора.

2. Классификация датчиков по физическим явлениям, положенным в основу принципа действия.

3. В электронно-счетном измерителе длительности периода погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки периода опорного генератора  $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ нС}$  и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемого периода периоду опорного генератора  $\Delta_2 = \pm 0,5 \text{ мкс}$ . Определить относительную среднеквадратическую погрешность прибора при измерении периода длительностью 2 мкс.

Билет 19

1. Датчики параметрические. Примеры.

2. Измерение параметров переменного напряжения. Коэффициент формы гармонического сигнала.

3. Укажите доверительный интервал показаний омметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,1 Ом.

Билет 20

1. Классификация датчиков по виду используемой энергии. Примеры.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды стандартизации.

3. Укажите максимальный модуль показаний вольтметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,05 В, значения выше которого при многократных измерениях игнорируются (считаются промахами).

Билет 21.

1. Датчики параметрические. Примеры.

2. Измерение параметров переменного напряжения. Средневыпрямленное значение гармонического сигнала.

3. При измерении действительного напряжения 16 В вольтметр с пределом шкалы 200 В выдал показание 16.384 В. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения и приведенную погрешность измерителя.

Составитель \_\_\_\_\_ Кривецкий А.В.  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения», 5 семестр

#### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: “Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений” и “Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора”, включает 10 заданий. Выполняется письменно.

#### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент справился с менее чем 4-мя вопросами. Оценка составляет **0-4** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил на 5 вопросов. Оценка составляет **5-6** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на 8 вопросов. Оценка составляет **7-8** баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все 10 вопросов. Оценка составляет **9-10** баллов.

#### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Пример варианта контрольной работы

1. Найти коэффициент шума системы, представленной последовательным соединением усилителей со следующими параметрами:

где индекс обозначает порядковый номер каскада;  $K_i$  – коэффициент усиления по мощности  $i$ -го каскада (в раз);  $F_i$  – коэффициент шума  $i$ -го каскада (в раз).

1. Определить мощность шума на выходе тракта, состоящего из антенны и антенного усилителя при полном отсутствии сигнала в эфире, мощности собственного шума антенны  $P_{ш\text{ант}} = 1 \text{ мкВт}$ , коэффициенте усиления по мощности антенного усилителя  $G = 100$ , коэффициенте шума антенного усилителя  $F = 10$ , шумовой полосе тракта  $B_{ш}$ .  
Тракт работает при температуре окружающей среды  $T = 23^\circ\text{C}$  ( $296^\circ\text{K}$ ).

2. Найти отношение сигнал/шум (в раз) на выходе приемного тракта, состоящего из антенны и двухкаскадного усилителя. Отношение сигнал/шум на выходе антенны (входе

усилителя) = 1 (0 дБ). Коэффициенты усиления по мощности и, соответственно, коэффициенты шума усилителей составляют

3. При измерении действительного напряжения 9.15 В вольтметр с пределом шкалы 100 В выдал показание 9.33 В. Вычислить абсолютную, относительную и приведенную погрешность.

4. При измерении действительной частоты 48,50 Гц частотомер с пределом шкалы 999 МГц выдал показание 49.00 Гц. Определить класс точности прибора.

5. В электронно-счетном измерителе частоты погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки опорного генератора и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемой частоты частоте опорного генератора. Определить абсолютную среднеквадратическую погрешность прибора.

6. В электронно-счетном измерителе длительности периода погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки периода опорного генератора и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемого периода периоду опорного генератора. Определить относительную среднеквадратическую погрешность прибора при измерении периода длительностью 10 мкс.

7. Укажите доверительный интервал показаний вольтметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 1 В.

8. Укажите максимальный модуль показаний амперметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,707 А, значения выше которого при многократных измерениях игнорируются (считаются промахами).

9. Найти среднеквадратическую случайную и систематическую погрешности цифрового вольтметра, на вход которого подано действительное напряжение 4,096 В и получены 10 результатов измерений со значениями: 4,795; 4,758; 4,774; 4,701; 4,186; 4,520; 4,273; 4,709; 4,445; 4,306 [В]

Составитель \_\_\_\_\_ Кривецкий А.В.  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Паспорт  
расчетно-графического задания**

по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения», 5 семестр

**1. Методика оценки**

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны закрепить теоретических знаний, полученные на лекциях.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны

1. Закрепить теоретические знания, полученные на лекциях;
2. Уметь применять теоретические знания на практике;
3. Закрепить навыки расчёта результатов прямых измерений и исключения грубых ошибок;
4. Закрепить навык оценки погрешностей косвенных измерений с использованием результатов многократных прямых измерений.

Обязательные структурные части РГЗ.

- титульный лист
- расчеты с пояснениями и иллюстрациями

**2. Критерии оценки**

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0-9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 14-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 17-20 баллов.

**3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

**4. Примерный перечень тем РГЗ**

**1. Расчет результатов прямых измерений**

**1.1 Расчет среднеарифметического значения результатов наблюдений**

Среднее арифметическое результатов измерений каждого из параметров есть величина

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} x_i \quad (1)$$

где  $x$  - измеряемая величина,

$x_0, x_1, x_0, \dots, x_{n-2}, x_{n-1}$  - результаты отдельных измерений,  $n$ - число отдельных измерений. Результаты измерений величин приводятся в таблице 1.

Таблица 1 - Среднеарифметические значения

	U[B]	I[A]
$\bar{x}$		

## 1.2 Расчет среднеквадратического отклонения результатов наблюдений

Оценка среднеквадратического отклонения результатов единичных измерений ( $\sigma_x$ ):

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Для наблюдений значений среднеквадратические отклонения результатов приводятся в таблице 2.

Таблица 2 - Среднеквадратические отклонения результатов наблюдения

	U[B]	I [A]
$\sigma_x$		

## 1.3 Выявление грубых ошибок

Выявить и исключить грубые ошибки по критерию  $\pm 2\sigma$  и произвести расчет среднеквадратического значения и среднеквадратического отклонения без грубых ошибок. Результаты привести в таблицах 4 и 5.

Таблица 3 – Значения грубых ошибок

	U[B]	I[A]
$ x - \bar{x}  > 2\sigma$		

Таблица 4 - Среднеарифметические значения без грубых ошибок

	U[B]	I[A]
$\bar{x}$		

Таблица 5 - Среднеквадратические отклонения результатов наблюдения без грубых ошибок

	U[B]	I [A]
$\sigma_x$		

## 1.4 Оценка границ доверительного интервала

Для оценки границ воспользуемся выражением

$$\pm \Delta_{\partial_i} = \pm t_{p,n} \cdot \sigma_{\bar{x}_i}, \quad (3)$$

$$\text{где } \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

- среднеквадратическое отклонение среднего арифметического значения результатов измерений;  $t_{p,n}$ - коэффициент Стьюдента, выбранный в таблице величин коэффициента Стьюдента для различных значений доверительной вероятности (см. Приложение 1). Найденные границы доверительных интервалов привести в таблице 6.

Таблица 6 – Границы доверительных интервалов для результатов прямых измерений

	U[B]	I [A]
$\pm \Delta_{\partial}$		

## 2. Расчет результатов косвенных измерений

### 2.1 Расчет среднего значения величины косвенного измерения

Значение величины косвенного измерения находится из средних арифметических значений результатов прямых измерений без грубых ошибок:

$$\text{Например } \bar{R} = f(\bar{U}, \bar{I}) = \frac{\bar{U}}{\bar{I}}.$$

### 2.2 Расчет коэффициентов влияния

Рассчитать абсолютные коэффициенты влияния согласно

$$b_i = \frac{df}{dx_i} \quad (5)$$

Коэффициенты влияния всегда рассчитываются именно для значений наблюдаемых величин.

Найденные коэффициенты влияния занести в таблицу 7.

Таблица 7 – Коэффициенты влияния для результатов прямых измерений

	U [В]	I [А]
<i>b</i>		

### 2.3 Расчет погрешности результата измерения при доверительной вероятности P=0,95

Рассчитывают погрешности результата измерения:

$$\Delta R = \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} (b_i \cdot \Delta_{d_{x_i}})^2} \quad (6)$$

где  $b_i$  - коэффициент влияния;

$\Delta_{d_{x_i}}$  – доверительный интервал  $i$  – го параметра.

### 2.4 Определение результата косвенного измерения с указанием его погрешностей при P = 0,95

Записать результат косвенного измерения в виде:

$$R = \bar{R} \pm \Delta R \quad (7)$$

## Индивидуальные задания

Вариант 1.

$$R = f(U, I) = \frac{U}{I}, n = 128$$

$U = \{66.1623, 31.7407, 63.2482, 44.7133, 61.627, 39.2375, 23.5938, 46.7329, 55.8713, 53.1174, 31.6875, 30.9986, 50.1839, 44.6914, 24.5504, 33.8263, 48.4144, 56.832, 47.4384, 40.6456, 48.8277, 35.7884, 61.5206, 55.9897, 44.2355, 73.9656, 36.6033, 27.0226, 33.7295, 28.5988, 44.7016, 55.7247, 38.6453, 27.0781, 43.7948, 54.3439, 49.1081, 42.306, 70.8627, 55.5967, 34.5965, 56.931, 57.2981, 55.862, 60.4956, 52.6247, 36.7129, 39.9492, 50.0534, 55.6775, 62.007, 57.0196, 53.475, 64.6822, 45.8972, 33.1482, 39.2281, 45.4355, 43.7177, 52.6096, 41.9652, 63.2345, 45.0831, 44.5921, 59.5343, 22.3998, 54.319, 43.9695, 54.6869, 65.9625, 46.7912, 52.7655, 45.4599, 57.9579, 47.4102, 58.167, 62.4191, 54.1396, 56.0066, 62.0783, 45.6925, 52.6098, 75.0622, 65.7765, 51.626, 34.3223, 50.2007, 43.0449, 62.4523, 58.7214, 91.8736, 36.6145, 54.2416, 35.6347, 40.733, 36.2535, 43.8862, 43.2893, 47.3436, 50.1799, 53.9267, 52.6777, 71.4047, 59.1213, 42.77, 48.5335, 50.0757, 38.1026, 39.9007, 45.1365, 38.3572, 56.184, 53.8965, 56.5463, 67.5982, 52.3685, 34.6674, 62.0211, 58.7302, 52.9034, 74.746, 45.26, 73.4053, 51.1474, 75.7446, 55.5644, 39.1766, 34.8676\};$

$I = \{0.378221, 0.318292, 0.556989, 0.515091, 0.477523, 0.584862, 0.520475, 0.492039,$

0.598757, 0.319725, 0.515161, 0.521839, 0.567161, 0.33331, 0.484828, 0.78991, 0.62593, 0.578742, 0.371431, 0.600466, 0.434975, 0.563868, 0.542752, 0.494886, 0.659256, 0.566553, 0.465583, 0.536871, 0.612609, 0.540083, 0.550981, 0.441807, 0.412112, 0.394121, 0.62298, 0.615462, 0.529153, 0.220628, 0.611168, 0.53489, 0.408655, 0.477275, 0.465169, 0.364634, 0.535543, 0.486147, 0.502742, 0.363475, 0.433885, 0.641333, 0.501122, 0.406719, 0.587702, 0.525622, 0.497679, 0.410645, 0.683192, 0.571165, 0.465381, 0.381384, 0.546294, 0.4213, 0.355929, 0.34423, 0.420321, 0.378403, 0.491082, 0.056036, 0.706061, 0.529185, 0.397187, 0.577061, 0.679672, 0.420134, 0.485414, 0.838465, 0.387011, 0.330247, 0.594807, 0.365053, 0.388959, 0.564906, 0.554009, 0.509958, 0.47777, 0.368717, 0.364264, 0.65656, 0.776653, 0.347004, 0.446285, 0.442256, 0.451275, 0.402672, 0.557921, 0.495769, 0.883311, 0.278681, 0.315113, 0.267483, 0.227517, 0.478001, 0.50958, 0.609393, 0.535833, 0.377084, 0.616434, 0.493059, 0.588506, 0.543939, 0.599961, 0.398233, 0.65906, 0.435793, 0.274726, 0.426856, 0.379287, 0.480639, 0.466561, 0.489547, 0.435909, 0.394488, 0.458616, 0.621567, 0.582095, 0.350478, 0.625293, 0.512849};

Составитель \_\_\_\_\_ Кривецкий А.В.  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.