«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Метрология и радиоизмерения

: 11.03.01

, :

: 3 4,

: 6 7

		6	7
1	()	0	3
2		0	108
3	, .	2	19
4	, .	2	8
5	, .	0	0
6	, .	0	4
7	, .	0	0
8	, .	0	2
9	, .		5
10	, .	0	87
11	(, ,)		
12			

(): 11.03.01

179 06.03.2015 ., : 20.03.2015 .

: 1,

(): 11.03.01

, 3 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; в части следующих результатов обучения:	
2.	
1.	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
3.	
Компетенция ФГОС: ОПК.8 способность использовать нормативные документы в своей деятельности; в части следующих результатов обучения:	
1.	
2.	
3.	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов; в части следующих результатов обучения:	
1.	
2.	
1.	
2.	

2.

2.1

--	--

.8. 1	
1.Знать основные требования законодательства в области стандартизации	
2.Знать основы международной стандартизации	
3.Знать классификацию документов по стандартизации	
4.Знать основные принципы стандартизации	
5.Знать основные методы стандартизации	
6.Знать систему предпочтительных чисел	
.2. 1	
7.Знать классификацию средств измерений	
.5. 2	
8.Знать основные методы измерений	
.2. 1	
9.Знать классификацию вольтметров	;
10.Знать основные значения напряжения	;

11.Знать структурные схемы электронных вольтметров	;
12.Знать структурную схему универсального осциллографа	;
13.Знать основные характеристики универсального аналогового осциллографа	;
14.Знать структурную схему цифрового осциллографа	;
15.Знать основные характеристики цифрового осциллографа	;
16.Знать классификацию частотомеров	;
17.Знать метод дискретного счета	;
18.Знать структурную схему гетеродинного анализатора спектра	;
19.Знать основные характеристики гетеродинного анализатора спектра	;
20.Знать основные методы измерения параметров электрических цепей	;
.7. 3	
21.Знать основные направления автоматизации измерений	
22.Знать принципы построения информационно-измерительных систем	
23.Знать основы технологии виртуальных приборов	
.5. 2	
24.Знать основные термины и определения метрологии	;
25.Знать единицы и шкалы величин	
26.Знать Международную систему единиц СИ	
27.Знать классификацию измерений	
28.Знать назначение и классификацию эталонов	
29.Знать основные формы обеспечения единства измерений	
.2. 2	
30.Знать классификацию погрешностей измерений	;
31.Знать методы устранения систематической погрешности	;
32.Знать математическое описание случайной погрешности	;
33.Знать основные методы статистической обработки результатов измерений	;
34.Знать метод вычисления погрешностей косвенных измерений	;
.2. 1	
35.Уметь выполнять измерения параметров электрических сигналов и оценивать их результаты	
.5. 1	
36.Уметь выполнять измерения параметров электрических цепей и оценивать их результаты	
.2. 2	
37.Уметь вычислять погрешности измерений	;

.8. 3		
38.Знать основы законодательства в области подтверждения соответствия		
.8. 2		
39.Знать формы подтверждения соответствия		
40.Знать основные системы сертификации		
41.Знать схемы подтверждения соответствия		
42.Знать основные этапы сертификации		
.2. 2		
43.Уметь выполнять отдельные операции по поверке средств измерений		;
.5. 1		
44.Уметь выполнять аппаратурный анализ спектра сигналов при исследовании электромагнитных излучений		

3.

3.1

: 6			
:			
1.	0	2	24
: 7			
:			
2.	0	2	30
3.	0	2	31, 32, 33, 34
:			
4.	0	1	10, 11, 9
5.	0	1	12, 13, 14, 15, 18, 19
6.	0	1	16, 17
7.	0	1	20

3.2

: 7			
:			
1.	0	4	35, 36, 37, 43, 44

:7				
:				
1.	0	2	25, 26	.
2.	0	2	27, 7, 8	.
3.	0	2	28, 29	.
:				
4.	0	2	1, 2	.
5.	0	2	3	.
6.	0	2	4, 5, 6	.
:				
7.	0	2	38	.
8.	0	2	39, 40	.
9.	0	2	41, 42	.
:				
10.	0	2	21, 22	.
11.	0	2	23	.

4.

:7				
1		37	30	2
<p>210405 " / . . . 210300 " , 210400 " , 2010. - 1 (CD-ROM). - . 18893. - :http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011 . . . , 2008. - 57, [2] . : . - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar . . . 3 , " " ; [. . .] . - , 2012. - 29, [1] . : . - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001</p>				

2		1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 4, 40, 41, 42, 5, 6, 7, 8, 9	22	1
<p> (210400.62) - , 11.03.02 (210700.62) - 3 : (: 11.03.01 / - ; [. . . .] . - , 2015. - 14, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214852 " [. . . .] : - : 210300 ", 210400 " ", 210405 " " / . . - , 2010. - 1 (CD-ROM). - . - . 18893. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011 . . 3 : 3 " , " " / - ; [. . . .] . - , 2013. - 14, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185151 / ; - . - , 2008. - 57, [2] . : . - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar , 3 : 3 " , " " " " " / - ; [. . . .] . - , 2012. - 29, [1] . : .. , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001 </p>				
3		1, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 4, 40, 41, 42, 43, 5, 6, 7, 8, 9	13	2

	:http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/5514
	:http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/5514

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

	.	
: 7		
<i>Лабораторная:</i> Выполнение и защита	12	20
<i>РГЗ:</i> Выполнение и защита	30	60
<i>Зачет:</i>	8	20

6.2

6.2

.5	2.		+
	1.	+	
.7	3.		+
.8	1.		+
	2.		+
	3.		+
.2	1.		+
	2.		+
	1.	+	
	2.	+	

1

7.

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : [учебное пособие для вузов по специальности 090106 (075600) "Информационная безопасность телекоммуникационных систем"] / С. И. Боридько [и др.]. - М., 2007. - 374 с. : ил.
2. Метрология, стандартизация и сертификация : [учебник по специальности "Радиоаппаратостроение" / А. С. Сигов и др.] ; под ред. А. С. Сигова. - М., 2012. - 328 с. : ил.

1. Баран Е. Д. Измерения в LabVIEW : учебное пособие / Е. Д. Баран, Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 161 с. : ил., схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/baran.pdf>
2. Мирский Г. Я. Радиоэлектронные измерения / Г. Я. Мирский. - М., 1975. - 600 с. : ил.
3. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : [учебник по направлениям подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов в области техники и технологии] / Ю. В. Димов. - Санкт-Петербург [и др.], 2013. - 496 с.
4. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник для бакалавров / И. М. Лифиц. - М., 2012. - 393 с. : ил., табл.
5. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М., 2012. - 820 с. : ил., табл., граф.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8.

8.1

1. Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения : конспект лекций / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 57, [2] с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar>
2. Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций : для направлений 210300 "Радиотехника", 210400 "Телекоммуникации", 210405 "Радиосвязь" / Морозов Ю. В. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Рег. свидетельство №18893. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011
3. Метрология и радиоизмерения. Ч. 2 : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2017
4. Метрология, стандартизация и сертификация. Практические упражнения : методические указания для студентов 3 курса РЭФ, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Телекоммуникации" и "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001
5. Метрология и радиоизмерения. Ч. 3 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ по направлениям "Радиотехника", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2013. - 14, [2] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185151

6. Метрология и радиоизмерения. Ч. 4 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направления подготовки: 11.03.01 (210400.62) - Радиотехника, 11.03.02 (210700.62) - Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2015. - 14, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214852

8.2

1 National Instruments

9.

-

1	(-) , ,	
2	4-27	
3	5-54	
4	4-129(.4, .434)	
5	3-112	
6	-5080	
7	3-33	
8	3-35 . . .	
9	1-47	-
10	Tektronix AFG3021B	
11	TOS2024C (.4, .434)	
12	4-80	
13	National Instruments USB-6366	

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Метрология и радиоизмерения приведена в Таблице.

Таблица

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	з2. знать основные методы выполнения инструментальных измерений в радиотехнике	Величины и единицы величин Классификация измерений, методов и средств измерений Обеспечение единства измерений Основные понятия метрологии		Зачет, вопросы 1-10
ОПК.5	у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	Выполнение радиотехнических измерений и обработка результатов измерений	РГЗ	
ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	з3. знать основные направления автоматизации измерительной техники	Информационно-измерительные системы Технология виртуальных приборов		Зачет, вопросы 26-28
ОПК.8 способность использовать нормативные документы в своей деятельности	з1. знать основные требования международных и национальных стандартов к радиоэлектронным устройствам	Документы, объекты и работы по стандартизации Правовые основы стандартизации Принципы и методы стандартизации		Зачет, вопросы 11-15
ОПК.8	з2. знать основные методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	Схемы подтверждения соответствия Формы и системы подтверждения соответствия		Зачет, вопросы 16-19
ОПК.8	з3. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям	Правовые основы подтверждения соответствия		Зачет, вопросы 16-19

	технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов			
ПК.2/НИП способность реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	з1. знать основные средства измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов	Классификация измерений, методов и средств измерений Средства измерений параметров электрических цепей Средства измерения частоты и интервала времени Средства измерения электрического напряжения Средства исследования формы и спектра сигналов		Зачет, вопросы 20-25
ПК.2/НИП	з2. знать основные методы обработки результатов измерений	Классификация погрешностей измерений Основные методы обработки результатов измерений		Зачет, вопросы...
ПК.2/НИП	у1. уметь осуществлять выбор средств измерения для решения задач профессиональной деятельности	Выполнение радиотехнических измерений и обработка результатов измерений	РГЗ	
ПК.2/НИП	у2. уметь обрабатывать результаты измерений	Выполнение радиотехнических измерений и обработка результатов измерений	РГЗ	

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.7, ОПК.8, ПК.2/НИП.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам.

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

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.7, ОПК.8, ПК.2/НИП, 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. Количество баллов составляет менее 50.

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. Количество баллов составляет от 50 до 72.

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. Количество баллов составляет от 73 до 86.

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. Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт зачета

по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-19, второй вопрос из диапазона вопросов 20-28 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»

1. Вопрос 1

Классификация погрешностей измерений

2. Вопрос 2.

Средства измерения электрического напряжения

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Спектор А.А.

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет 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 *менее 8 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет 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 *8-12 баллов*.

- Ответ на экзаменационный 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 *13-17 баллов*.
- Ответ на экзаменационный 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 *18-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 8 баллов (из 20 возможных).

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

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»

Список вопросов

1. Основные понятия метрологии
2. Величины и единицы величин
3. Классификация измерений
4. Классификация методов измерений
5. Классификация средств измерений
6. Классификация погрешностей измерений
7. Методы исключения систематической погрешности
8. Метод обработки результатов многократных измерений
9. Обеспечение единства измерений: эталоны.
10. Государственное регулирование в сфере обеспечения единства измерений
11. Правовые основы стандартизации
12. Принципы стандартизации
13. Методы стандартизации
14. Номинальные ряды на основе системы предпочтительных чисел.
15. Документы по стандартизации
16. Правовые основы подтверждения соответствия
17. Формы подтверждения соответствия
18. Схемы подтверждения соответствия
19. Основные этапы сертификации
20. Средства измерения электрического напряжения
21. Средства исследования формы сигнала
22. Средства аппаратного анализа спектра сигнала
23. Средства измерения частоты и периода методом дискретного счета
24. Средства измерения параметров электрических цепей на основе метода амперметра-

вольтметра

24. Средства измерения параметров электрических цепей на основе мостового метода
25. Средства измерения параметров электрических цепей на основе резонансного метода
26. Цифровые запоминающие осциллографы
27. Информационно-измерительные системы
28. Технология виртуальных приборов

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»,

5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны решить 5 задач на следующие темы: анализ погрешностей многократных наблюдений, средства измерения напряжений, средства исследования формы и анализа спектра сигналов, средства измерения частоты и периода, средства измерения параметров цепей.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ каждой задачи, выбрать и обосновать путь решения, выполнить решение.

Обязательные структурные части РГЗ: титульный лист, исходные данные и решение каждой задачи.

Оцениваемые позиции: правильность и обоснованность решения задач.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все задачи РГЗ(Р), отсутствует анализ задач, пути решения не выбраны и не обоснованы, есть более одной принципиальной ошибки, оценка составляет менее 12 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ задач выполнен поверхностно, пути решения недостаточно обоснованы, имеется одна принципиальная ошибка, оценка составляет 12-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ задач выполнен в полном объеме, пути решения обоснованы, имеются мелкие ошибки, оценка составляет 15-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ задач выполнен в полном объеме, пути решения обоснованы, имеется не более одной мелкой ошибки, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача 1

При измерении частоты получены следующие результаты наблюдений: 18,305; 18,308; 18,312; 18,309; 18,304 кГц. Предполагается, что погрешности результатов наблюдений распределены по нормальному закону. Определить: результат измерений; среднеквадратическое отклонение результатов наблюдений; среднеквадратическое отклонение результатов измерений; доверительный интервал случайных погрешностей с

доверительной вероятностью 0,95.

Задача 2

Электрическая схема состоит из последовательно включенных источника напряжения с частотой 5 МГц, сопротивлений $R_1=0,1$ МОм и $R_2=0,1$ МОм. Для измерения падения напряжения на R_2 к нему через кабель подключен вольтметр с входным сопротивлением 4 МОм, входной емкостью 30 пФ. Емкость кабеля принять 70 пФ. С какой относительной погрешностью вольтметр покажет падение напряжения на R_2 ?

Задача 3

Гетеродинный анализатор спектра работает в режиме: средняя частота гетеродина 2 МГц, частотная полоса обзора, время анализа 0,1 с, частотная полоса усилителя промежуточной частоты 10 МГц. Наблюдается спектр видеоимпульсов с длительностью 1 мкс и частотой повторения 1 кГц. Изобразить наблюдаемую на экране часть спектра и указать число линий в ней.

Задача 4

Какую частоту счетных импульсов необходимо установить на счетном частотомере в режиме измерения периода колебаний, чтобы измерить период частоты 125 Гц с погрешностью дискретности 0.01%.

Задача 5

Составить схему четырехплечевого уравновешенного моста для измерения параметров катушки: индуктивности, сопротивления потерь и добротности на частоте 1 кГц. Мост должен состоять из трех резисторов с сопротивлениями 5, 10, 20 Ом и образцовой катушки с индуктивностью 0,1 Гн. Проверить условие равновесия моста для исследуемой катушки с индуктивностью 0,05 Гн и сопротивлением потерь 25 Ом. Определить относительные погрешности измерения индуктивности, сопротивления потерь и добротности, если значения элементов моста известны с относительными погрешностями 0.5%, а частота - с погрешностью 1%.