**Федеральное агентство связи**

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Межрегионального учебного центра переподготовки специалистов

Дисциплина

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ**

Контрольная работа

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил: | *Мусорина Елена Сергеевна* |
| Группа: | *МБВ-52* |
| Вариант: | *02* |
|  |  |
| Проверил: | *Сметанин Владимир Иванович* |

Новосибирск 2018

Содержание

[Задача 1 3](#_Toc502232919)

[Задача 2 9](#_Toc502232920)

[Задача 3 14](#_Toc502232921)

[Задача 4 22](#_Toc502232922)

[Список использованных источников 27](#_Toc502232923)

Задача 1

Для определения расстояния до места повреждения кабельной линии связи был использован импульсный рефлектометр. С его помощью получено n результатов однократных измерений (результатов наблюдений) расстояния li до места повреждения.

Считая, что случайная составляющая погрешности рефлектометра распределена по нормальному закону, определить:

1. *Результат измерения с многократными наблюдениями расстояния до места повреждения кабеля .*
2. *Оценку среднего квадратического отклонения (СКО) погрешности результата наблюдений (стандартн неопределенность единичного измерения) S;*
3. *Границы максимальной неопределенность случайной составляющей погрешности результата наблюдений Δмакс;*
4. *Оценку среднего квадратического отклонения погрешности случайной составляющей результата измерения (стандартную неопределенность результата измерения) S();*
5. *Границы доверительного интервала (расширенную неопределенность) для результата измерения расстояния до места повреждения e при заданной доверительной вероятности Рa;*
6. *Записать результат измерения расстояния до места повреждения в соответствии с нормативными документами.*
7. *Систематическую составляющую погрешности измерения рефлектометра q, если после обнаружения места повреждения было установлено. что действительное расстояние до него составляло lд метров. Сравните ее с доверительным интервалом случайной составляющей погрешности результата измерения, и сделать вывод;*
8. *Предложить способ уменьшения оценки СКО случайной составляющей погрешности результата измерения в D раз.*

Таблица 1.1 – Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение |
| Вариант | **m = 0**  **n = 2** |
| i | 1-5  60-68 |
| lд | 275,4 |
| D | 2,0 |
| a | 0,98 |
| N знач | 14 |

Данные i и li приведены в таблице ниже:

|  |  |
| --- | --- |
| i | li, м |
| 1 | 274,35 |
| 2 | 274,57 |
| 3 | 276,68 |
| 4 | 276,17 |
| 5 | 275,81 |
| 60 | 274,63 |
| 61 | 275,30 |
| 62 | 275,23 |
| 63 | 275,52 |
| 64 | 276,03 |
| 65 | 276,56 |
| 66 | 273,75 |
| 67 | 274,76 |
| 68 | 274,24 |

Данные приведены в соответствии с1.1, 1.2, 1.3, согласно [1, задача 1].

Решение:

1. Истинное значение l измеренной величины неизвестно, поэтому при числе измерений равное n вместо значения l берут наиболее достоверное значение - среднее арифметическое, которое вычисляется по формуле, согласно [6, формула 3.2]:

, (1.1)

В данном случае формула примет вид:

(1.2)

где n - число наблюдений;

i - номер результата однократного измерения (наблюдения);

li - результат единичного измерения (наблюдения).

Абсолютная погрешность измеряемой величины, определяется по формуле согласно [6, формула 2.4]:

(1.3)

Расчет произведен табличным способом, результаты расчетов сведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Результаты расчетов результатов наблюдений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N измер | i | li, м | li-lср, м | (li-lср)2, м2 |
| 1 | 1 | 274,35 | -0,907143 | 0,822908 |
| 2 | 2 | 274,57 | -0,687143 | 0,472165 |
| 3 | 3 | 276,68 | 1,42286 | 2,02452 |
| 4 | 4 | 276,17 | 0,912857 | 0,833308 |
| 5 | 5 | 275,81 | 0,552857 | 0,305651 |
| 6 | 60 | 274,63 | -0,627143 | 0,393308 |
| 7 | 61 | 275,30 | 0,0428571 | 0,00183674 |
| 8 | 62 | 275,23 | -0,027143 | 0,000736735 |
| 9 | 63 | 275,52 | 0,262857 | 0,0690939 |
| 10 | 64 | 276,03 | 0,772857 | 0,597308 |
| 11 | 65 | 276,56 | 1,30286 | 1,69744 |
| 12 | 66 | 273,75 | -1,50714 | 2,27148 |
| 13 | 67 | 274,76 | -0,497143 | 0,247151 |
| 14 | 68 | 274,24 | -1,01714 | 1,03458 |
|  |  |  |  |  |

Подставив значения и произведя вычисления по формуле (1.2) получим среднее значение (оценку математического ожидания) – результат измерения:

Для расчёта оценки среднеквадратического отклонения погрешности результата наблюдений (стандартной неопределенности единичного измерения) S согласно [6, формула 3.4], по формуле:

(1.4)

где vi - отклонение результата единичного измерения l, от среднего значения lcp;

n - число наблюдений.

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

1. Максимальная погрешность результата наблюдений Δмакс или предельно допустимая погрешность определяется, согласно [2, стр. 29] по формуле:

Δmax = 3·S, (1.5)

где S - оценка среднеквадратического отклонения погрешности результата наблюдения.

Подставим значения и произведем вычисления по формуле (1.5) получим:

Δmax = 3·S = 3·0,910262 = 2,73079 ≅ 2,8 м.

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

1. Оценка среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности результата измерений согласно [6, формула 3.5], определяется по формуле:

, (1.6)

где - оценка среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности результата измерений из n наблюдений величины l.

Подставим значения и произведем вычисления по формуле (1.6) получим:

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

1. Доверительный интервал - интервал, в который попадает результат измерения с заданной вероятностью Р. Этот интервал рассматривается как допустимое значение погрешности измерения величины.

Расчета доверительного интервала, произведен согласно [1, стр. 20] по формуле:

(1.7)

Согласно данных таблицы приложения 3 [2, стр. 365-366] определен коэффициент Стьюдента для следующих данных:

* n - 1 = 13;
* α = 0,98.

Тогда коэффициент Стьюдента равен: **tn = 2,65**.

Подставим значения и произведем вычисления по формуле (1.7) доверительный интервал составит:

ε = 2,65·0,243278 = 0,644687 = 0,65 м.

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

1. Запишем результат измерения длины согласно МИ 1317-2004:

*,* при α = 0,98; n = 14; условия измерения нормальные.

1. Систематическая составляющая погрешности измерений рефлектометра, определяется согласно [1, задача 1] по формуле:

(1.8)

где lд = 275,4 м - действительное расстояние до места повреждения;

lср, м - среднее значение результатов наблюдений.

Подставим значения и произведем вычисления по формуле (1.8):

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

1. Способ уменьшения оценки СКО.

При выполнении задания считается, что результаты наблюдений распределены по нормальному закону. Точечная оценка дисперсии для результата наблюдений (квадрат СКО результата наблюдений) S2 при большом числе наблюдений (в пределе при n к ∞) стремится к постоянной величине - дисперсии результата наблюдений σ2 согласно [6, стр. 14].

Известно, согласно [6, формула 3.5], что оценка СКО результата измерений зависит от СКО результата наблюдений и числа наблюдений, и определяется по формуле (1.6).

Из этого выражения видно, что для изменения необходимо изменить n. Отсюда можно получить новое число наблюдений, которое позволит уменьшить в заданное число D раз.

Из этих рассуждений можно получить формулу для вычисления числа наблюдений, необходимого для уменьшения в заданное число D раз:

Для уменьшения оценки СКО случайной составляющей измерений в D раз необходимо увеличить количество наблюдений:

. (1.9)

где n\* - число наблюдений, необходимого для уменьшения в заданное число D раз;

D = 2,2 – кратность изменения числа наблюдений.

Подставим значения и произведем вычисления по формуле (1.9):

n\* = 2,02·14 = 56.

Для уменьшения оценки СКО случайной составляющей измерений, количество наблюдений необходимо довести до 56.

Задача 2

При определении вносимого ослабления четырехполюсника необходимо измерить абсолютный уровень мощности **рн**, отдаваемой генератором с внутренним сопротивлением **Rг** и ЭДС E в сопротивление нагрузки **Rн** (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Схема четырехполюсника

Мощность в нагрузке измеряют с помощью либо вольтметра V, либо амперметра А при нормальных условиях измерения. Показания этих приборов и их метрологические характеристики – условное обозначение класса точности и конечное значение шкалы прибора или диапазона измерения приведены в таблицах.

*В таблице приведены метрологические характеристики измерительного генератора:*

* *Rг - числовое значение внутреннего сопротивления генератора;*
* *δRг - относительная погрешность внутреннего сопротивления генератора;*
* *Rн - значения сопротивления нагрузки;*
* *δRн - относительная погрешность сопротивления нагрузки.*

1. *Абсолютный уровень напряжения на сопротивлении нагрузки рUv или абсолютный уровень падения напряжения на внутреннем сопротивлении генератора рUг, или абсолютный уровень ЭДС генератора рЕ.*
2. *Абсолютный уровень мощности, выделяемой на внутреннем сопротивлении генератора рг, или абсолютный уровень мощности, выделяемой на сопротивлении нагрузки рн, или абсолютный уровень суммарной мощности, выделяемой на внутреннем сопротивление генератора и сопротивлении нагрузки рS.*
3. *Оценить границы абсолютной погрешности измерения абсолютных уровней напряжения и мощности, определенных в п.1 и п.2.*
4. *Оформить результаты измерения абсолютных уровней напряжения и мощности в соответствии с нормативными документами.*

Таблица 2.1 – Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Значение | |
| Вариант | m = 0 | n = 2 |
| Показание вольтметра Uv, В | 7,2 | |
| Класс точности вольтметра % | 2,5 | |
| Конечное значение шкалы вольтметра или диапазон измерения, В | 0÷10 | |
| Rг, Ом | 75 | |
| Относительная погрешность δRг, % | 7,2 | |
| Rн, Ом | 450 | |
| Относительная погрешность δRн, % | 3,5 | |
| Определить абсолютный уровень напряжения | pE | |
| Определить абсолютный уровень мощности | pS | |

Данные приведены в соответствии с[1, таблица 2.1, 2.3].

Решение:

1. Определение абсолютного уровня напряжения ЭДС pE

Определим абсолютный уровень ЭДС генератора р**Е**, если известно значение напряжения, приложенного к нагрузке UV. Используя закон Ома, выразим ток IH протекающий через сопротивление нагрузки:

Этот же ток протекает через внутреннее сопротивление генератора. Используя этот факт, а также согласно закона Ома, выразим ЭДС *Е* через известные параметры:

Абсолютный уровень ЭДС р**Е** таким образом определяется по формуле [1, КЗ, Задача 3, п.7]:

где U0 = 0,775 В - напряжение принятое за нулевое значение шкалы абсолютных уровней напряжения. По рекомендации МККТТ за нулевую отметку шкалы уровней мощности принят 1 мВт, поэтому нулевое значение шкал абсолютных уровней напряжения определяют исходя из того сопротивления, на котором данное напряжение выделяет 1 мВт.

дБ.

Округление значения абсолютного уровня ЭДС *р****E*** будет произведено ниже по правилам математики после вычисления и округления значения абсолютной погрешности.

Для оценки границ абсолютной погрешности измерения воспользуемся выражением для оценки погрешности косвенного измерения:

, [1, задача 3]

где А является функцией нескольких переменных .

При измерении абсолютного уровня ЭДС:

Вычисляем производные, учитывая, что U0 является константой

Формула для вычисления абсолютной погрешности результата косвенного измерения:

Абсолютные погрешности вольтметра, значения внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки:

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

1. Определение абсолютного суммарного уровня мощности pS

Так как сопротивление нагрузки и внутреннее сопротивление генератора включены последовательно, значит, через эти сопротивления протекает один и тот же ток . Зная значение протекающего в цепи тока, выразим суммарную мощность, выделяемую на внутреннем сопротивлении генератора и сопротивлении нагрузки рS:

Абсолютный уровень суммарной мощности рS, выделяемой на внутреннем сопротивлении генератора и сопротивлении нагрузки:

где P0 = 1 мВт,

Округление значения абсолютного уровня мощности рS будет произведено ниже по правилам математики после вычисления и округления значения абсолютной погрешности.

Определим границы абсолютной погрешности абсолютного уровня суммарной мощности, выделяемой на внутреннем сопротивлении генератора и сопротивлении нагрузки:

Вычисляем производные, учитывая, что U0 является константой

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

Таким образом, вычислив и округлив значения абсолютной погрешности, округлим значения абсолютного уровня ЭДС р**E** и абсолютного уровня суммарной мощности рS, выделяемой на внутреннем сопротивлении генератора и сопротивлении нагрузки до сотых долей.

Запись результата измерения согласно МИ 1317-2004:

pE = 20,70 ± 0,32 дБ; при α = 0,997; условия измерения нормальные.

pS = 21,28 ± 0,36 дБ; при α = 0,997; условия измерения нормальные.

Задача 3

Для данной осциллограммы периодических сигналов, которые наблюдали на выходе исследуемого устройства.

Требуется найти:

1. *Аналитическое описание исследуемого сигнала.*
2. *Пиковое (Um), среднее (Ucp), средневыпрямленное (Ucp.в) и среднеквадратическое (U) значения напряжения выходного сигнала.*
3. *Пиковое (), среднее , средневыпрямленное и среднеквадратическое значения напряжения переменной составляющей заданного выходного сигнала.*
4. *Коэффициент амплитуды(Ка, ), формы (Кф, ), и усреднения (Ку, ), всего исследуемого сигнала и его переменной составляющей.*
5. *Показания вольтметров с различными типами преобразователей с закрытым (3) или открытым (О) входом в соответствии с заданием, если вольтметры проградуированы в среднеквадратических значениях для гармонического сигнала.*
6. *Оценить предел допускаемой относительной погрешности (расширенной неопределенности) показаний вольтметров, определенных в 5 пункте задания, если используемые измерительные приборы имеют класс точности у и конечное значение шкалы (предел измерения).*
7. *Оформить результаты измерений напряжения вольтметрами в соответствии с нормативными документами, если измерения проводились в нормальных условиях.*

Таблица 3.1 – Исходные данные

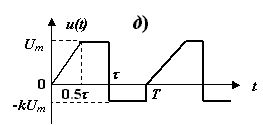
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Значение | |
| Вариант | **m = 0** | **n = 2** |
| Рисунок вида сигнала | д | |
| Т, мкс | 30 | |
| τ, мкс | 15 | |
| Класс точности γ | 2 | |
| Uк, В | 1 | |
| Um, В | 0,75 | |
| k | 0,25 | |

Данные приведены в соответствии с [1, таблица 3.1, 3.3].

Найти показания вольтметров:

1. **СВ(О)** - вольтметр с преобразователем средневыпрямленных значений с открытым входом;
2. **ПВ(З)** -пиковый вольтметр с закрытым входом;
3. **КВ(З)** - вольтметр с преобразователем среднеквадратических значений с закрытым входом;
4. **КВ(О)** - вольтметр с преобразователем среднеквадратических значений с открытым входом.

Вид сигнала:



Решение:

1. Аналитическое представление сигнала:
2. Определение пикового (Um), среднего (Ucp), средневыпрямленное (Ucp.в) и среднеквадратическое (U) значения напряжения выходного сигнала:

Пиковое значение сигнала:

Um = 0,75 В.

Среднее значение (постоянная составляющая) сигнала:

Средневыпрямленное значение сигнала:



Среднеквадратическое значение сигнала:

1. Определение коэффициентов постоянной составляющей сигнала:

Связь между указанными параметрами периодического сигнала описывается коэффициентами амплитуды Ka,формы Kф и усреднения Ky, которые соответственно равны:

Коэффициент амплитуды:

Коэффициент формы:

Коэффициент усреднения:

Согласно условию [3, стр.86] необходимо выполнения уравнения:

1 ≤ Кф ≤ Ка ≤ Ку.

Данное условие выполняется.

1. Определение пикового (), среднего (), средневыпрямленного () и среднеквадратического () значения напряжения переменной составляющей заданного выходного сигнала:

Пиковое значение переменной составляющей:

Аналитическое представление сигнала переменной составляющей сигнала:

Среднее значение переменной составляющей сигнала:



Средневыпрямленное значение переменной составляющей сигнала:



Среднеквадратическое значение переменной составляющей сигнала:

Определение коэффициентов переменной составляющей сигнала:

Коэффициент амплитуды:

Коэффициент формы:

Коэффициент усреднения:

Согласно условию [3, стр.86] необходимо выполнения уравнения:

1 ≤ Кф ≤ Ка ≤ Ку,

Данное условие выполняется.

1. Показания вольтметров с различными типами преобразователей с закрытым (3) или открытым (О) входом:

Так как среднее значение измеряемого напряжения не равна нулю величина показание приборов с открытым и закрытым входом будут не совпадать.

Оценка границ абсолютной погрешности измеряемого напряжения:

где γ = 2 % – класс точности прибора;

Ан = Uк = 1 В – нормирующее значение.

1. Показания вольтметров

**СВ(О)** - Показание вольтметра с преобразователем средневыпрямленных значений с открытым входом согласно [2, формула 5.8].

Определение коэффициента формы синусоиды:

где Сгр = 1,11 - градуировочный коэффициент.

Оценка относительной погрешности показания вольтметра:

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

Запись результата измерения согласно МИ 1317-2004:

Uv(UСВ.О.) = 0,42 ± 0,02 В; p = 0,997; условия измерения нормальные.

Uv(UСВ.О.) = 0,42 В ± 4,9%; p = 0,997; условия измерения нормальные.

**КВ (О) -** Показания вольтметра с среднеквадратичным значением с открытым входом реагирующего на Uср.кв.

Так как шкала прибора проградуирована в среднеквадратичных значениях:

Оценка относительной погрешности:

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

Запись результата измерения согласно МИ 1317-2004:

Uv(UКВ.О.) = 0,42 ± 0,02 В; p = 0,997; условия измерения нормальные.

Uv(UКВ.О.) = 0,42 В ± 4,5 %; p = 0,997; условия измерения нормальные.

**ПВ(З)** - Показание пикового вольтметра c закрытым входом - реагирующего на , согласно [2, формула 5.10].

Так как шкала прибора проградуирована в среднеквадратичных значениях, то:

Оценка относительной погрешности показания вольтметра:

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5 %.

Запись результата измерения согласно МИ 1317-2004:

Uv(UПВ.З.) = 0,40 ± 0,02 В; p = 0,997; условия измерения нормальные.

Uv(UПВ.З.) = 0,40 В ± 5,1%; p = 0,997; условия измерения нормальные.

**КВ (З)** - Показания вольтметра с среднеквадратичным значением с закрытым входом согласно [2, формула 5.12]:

Оценка относительной погрешности показания вольтметра:

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

Запись результата измерения согласно МИ 1317-2004:

Uv(UКВ.З.) = 0,41 ± 0,02 В; p = 0,997; условия измерения нормальные.

Uv(UКВ.З.) = 0,41 В ± 5,0 %; p = 0,997; условия измерения нормальные.

Задача 4

При измерении частоты генератора методом сравнения к входу канала горизонтального отклонения (канала «X») осциллографа приложен гармонический сигнал от генератора образцовой частоты:

*UXобр = Um обр·sin(ωобрt + ψ),*

*а к входу канала вертикального отклонения (канала «Y») – гармонический сигнал исследуемого генератора:*

*UYиссл = Um иссл·sin(ωисслt + φ),*

где ω = 2πƒ – круговая частота,

ƒ – циклическая частота,

ψ и φ – начальные фазовые углы образцового и исследуемого сигналов соответственно.

Измерения проведены в нормальных условиях, границы относительной погрешности частоты образцового генератора dfобр определены с вероятностью P = 0,997.



1. *Определить по заданным значениям частот сигналов ожидаемое отношение числа точек пересечений фигуры Лиссажу с горизонтальной секущей nг к числу точек пересечений фигуры Лиссажу с вертикальной секущей nв.*
2. *Построить фигуру Лиссажу, которую можно наблюдать на экране осциллографа при заданных значениях Um обр, ƒобр, Um иссл, ƒиссл, ψ и φ, считая коэффициенты отклонения каналов Y (ko.в) и X (ko.г) одинаковыми и равными 1 В/см.*
3. *Оценить абсолютную Δƒcр и относительную δƒcр погрешности сравнения частот исследуемого и образцового генераторов, вызванную изменением фигуры Лиссажу, если за время, равное Т секунд, она повторно воспроизводилась 5 раз.*
4. *Оценить границы абсолютной Δƒиссл и относительной δƒиссл погрешности измерения частоты исследуемого генератора, если известны границы относительной погрешности частоты образцового генератора d fобр.*
5. *Записать результат измерения частоты ƒиссл в соответствии с нормативными документами в двух вариантах:*

* *с указанием границ абсолютной погрешности;*
* *с указанием границ относительной погрешности.*

Таблица 4.1 – Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Значение | |
| Вариант | **m = 0** | **n = 2** |
| Um обр, В | 3,0 | |
| ƒобр, Гц | 1400 | |
| φ, рад – фаза исследования | π/2 | |
| δfобр, % | 0,54 | |
| Um иссл, В | 1,5 | |
| ƒиссл, Гц | 1400 | |
| ψ, рад – фаза образца | π/2 | |
| Т, с | 16 | |

Данные приведены в соответствии [1, с4.1, 4.2].







Решение:

1. Построение фигуры Лиссажу

Построение фигуры Лиссажу будем проводится графически по методике, изложенной в [2, параграф 6.6].

На вход Х подается напряжение, согласно [1, формула 4.1]:

(4.1)

На вход Y подается напряжение, согласно [1, формула 4.1]:

(4.2)

Определение частоты исследуемого сигнала по формулам (4.1), (4.2):

Ожидаемое отношение количества точек пересечений фигуры Лиссажу с горизонтальной секущей nг к количеству точек пересечений фигуры Лиссажу с вертикальной секущей nв соответствует отношению, согласно [3, стр.207] по формуле:

(4.3)

nг = 4 - количество точек пересечения по горизонтальной оси (X);

nв = 4 - количество точек пересечения по вертикальной оси (Y).

На рисунке 4.1 приведено построение фигуры Лиссажу, по заданным осциллограммам с шагом t = 0,2·10-4 c.



Рисунок 4.1 – График построения осциллограммы (фигура Лиссажу)

1. Методика оценки погрешности сравнения частот

Оценка абсолютной Δƒcр и относительной δƒcр погрешности сравнения частот исследуемого и образцового генераторов, вызванную изменением фигуры Лиссажу, производится из положения что за время, равное Т секунд, она повторно воспроизводилась H раз. В связи с тем, что направление вращения фигуры Лиссажу неизвестно, погрешности Δƒcр и δfср могут принимать как положительный, так и отрицательный знак.

Погрешность измерения определяется погрешностью установки образцовой частоты и нестабильностью обеих частот. Чем больше нестабильность любой из них, тем быстрее вращается фигура Лиссажу.

Определение погрешности **сравнения частот**

Абсолютную погрешность сравнения частот исследуемого и образцового генераторов, определяется согласно [1, контр, задача 4] по формуле:

(4.4)

Относительная погрешность сравнения частот исследуемого и образцового генераторов, согласно [1, контр, задача 4] по формуле:

(4.5)

Определение погрешности частоты **образцового** генератора

Относительная погрешность частоты образцового генератора, задана исходными данными и соответствует: δfобр = 0,54 %.

Абсолютная погрешность частоты образцового генератора, при заданных значениях, определяется, согласно [1, контр, задача 4] по формуле:

(4.6)

Определение погрешности частоты **исследуемого** генератора

Абсолютная погрешность исследуемого генератора, определяется согласно [1, контр, задача 4] по формуле:

(4.7)

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону верна, не превышает 5%.

Относительная погрешность измерения частоты δfиссл определяется двумя компонентами:

* относительной погрешностью частоты образцового источника δfобр;
* относительной погрешностью сравнения δfср.

Относительную погрешность исследуемого генератора, определяется согласно [2, формула 4.13] по формуле:

(4.8)

Проверка погрешности округления:

Погрешность округления в большую сторону не верна, превышает 5%.

Также для определения относительной частоты справедлива формула:

δfиссл = δfобр + δfср = 0,54 + 0,0223 = 0,5623 ≅0,57 %. (4.9)

Погрешность округления в большую сторону не верна, превышает 5%.

Расчеты, произведенные по формулам (4.8) и (4.9) полностью совпадают.

Запись результата измерения частоты согласно МИ 1317-2004:

fиссл = 1400 ± 8 Гц; р = 0,997; условия измерения нормальные.

fиссл = 1400 Гц ± 0,57%; р = 0,997; условия измерения нормальные.

Список использованных источников

1. Запасный, И. Н., Сметанин В. И. Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях [Электронный ресурс]: Конспект лекций, Контрольная работа, Тема 6. URL: <file:///C:/course88/run.htm> (дата обращения: 25.12.17 г.)
2. Боридько С. И., Дементьев Н. В., Тихонов Б. Н. и др. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учебное пособие. Под общей ред. Б. Н. Тихонова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 374 с.
3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Под ред. В.И.Нефёдова и А.С.Сигова. –М.: Высшая школа, 2005.
4. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи. Учебное Пособие для вузов/Б.П.Хромой, А.В.Кандинов, А.Л.Синявский и др.: Под ред. Б.П.Хромого. –М.: Радио и связь, 1986. - 424 с.
5. Кушнир Ф.В., Савенко В.Г., Верник С.М. Измерения в технике связи. - М.: Связь, 1976. - 432 с.
6. Горлов, Н. И. Оценка инструментальных погрешностей при экспериментальных исследованиях [Текст: электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/Н. И. Горлов, И. Н. Запасный, В. И. Сметанин; Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: СибГУТИ, 2015. - 25 с.
7. Демидова Н.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Институт экономики и права Ивана Кушнира. <http://be5.biz/ekonomika/m003/toc.htm> (дата обращения: 25.12.17 г.)
8. Запасный И.Н., Сметанин В.И. Упрощенная процедура обработки результатов прямых измерений с многократными наблюдениями. Методические указания к лабораторной работе// СибГУТИ. – Новосибирск 2013. – 19 с.
9. Запасный И.Н., Сметанин В.И. Поверка аналогового измерительного прибора. Методические указания к лабораторной работе// СибГУТИ. – Новосибирск 2013. – 19 с.
10. Запасный И.Н., Сметанин В.И. Измерение напряжения электрических сигналов: Методические указания к лабораторной работе// СибГУТИ. – Новосибирск 2013. – 22 с.
11. Запасный И.Н., Сметанин В.И. Измерение параметров сигналов электронно-лучевым осциллографом. Методические указания к лабораторной работе// СибГУТИ. – Новосибирск 2013. – 30 с.
12. Запасный И.Н., Сметанин В.И. Измерение частоты и периода электрических сигналов. Методические указания к лабораторной// СибГУТИ. – Новосибирск 2013. – 22 с.