

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО

ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

МГУПС (МИИТ)

**Одобрено кафедрой
«Электрификация и
электрообеспечение»**

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ**

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

по дисциплине

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ**

с методическими указаниями

для студентов II курса

Специальность: 210700.62 Инфокоммуникационные технологии и системы
связи

Специализация: Оптические системы и сети связи

Москва 2012

Составители : к.т.н., доц. Л.Г. Ручкина
к.т.н., доц. В.И. Седов
к.т.н., доц. И.М. Горевой
ст. преп. Г.М. Мамедов

Требования к оформлению контрольных работ

Задание на контрольную работу предназначено для закрепления знаний, полученных студентами при изучении теоретического и практического материала по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», а также для оценки этих знаний преподавателем.

Контрольную работу студенты выполняют самостоятельно после изучения теоретического курса и выполнения лабораторного практикума.

Контрольная работа должна удовлетворять следующим требованиям:

- контрольная работа должна быть выполнена в тетради чернилами и так, чтобы можно было без затруднения прочесть слово, знак или цифру;

- страницы должны быть пронумерованы, на каждой из них необходимы поля;

- все расчеты должны сопровождаться достаточными пояснениями;

- обозначения величин в тексте, в формулах, на векторных диаграммах и в электрических схемах должны быть согласованы и расшифрованы один раз в каждой задаче;

- схемы, векторные диаграммы и графики должны выполняться с соблюдением требований государственных стандартов, чертежными инструментами. Схемы, рисунки, векторные диаграммы и графики должны быть пронумерованы и иметь подрисуночные надписи;

- схемы, рисунки, векторные диаграммы и графики должны иметь размеры не менее 10 x 10 см. Графики и векторные диаграммы должны быть построены на миллиметровой бумаге и подклеены к тексту работы. При выборе масштаба надо иметь в виду, что число единиц в выбранном отрезке длины, принятом за единицу, должно выражаться в виде степенной функции. Например, 1×10^n ; 2×10^n , где n - целое число;

- работа должна быть подписана с указанием даты ее завершения.

Задание на контрольную работу состоит из четырех задач. Вариант контрольной работы выбирается по двум последним цифрам шифра студента.

Студенты должны выполнить контрольную работу в сроки, установленные учебным планом.

Выполненные контрольные работы перед рецензированием должны пройти обязательную регистрацию в порядке, установленном учебным отделом заочного обучения.

Задача № 1

При выполнении задачи №1 студент должен ответить письменно на три контрольных вопроса из табл. 1, выбранных в соответствии с двумя последними цифрами его шифра.

Таблица 1.1

Номера вопросов для задачи №1

Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	30 70	31 29 32 69	28 33 68	27 34 67	26 35 66	25 36 65	24 37 64	23 38 63	22 39 62	21 40 61
1	1 32 71	2 31 72	3 33 73	4 34 74	5 35 75	6 36 76	7 37 77	8 38 78	9 39 79	10 40 80
2	20 50 81	19 49 82	18 48 83	17 47 84	16 46 85	15 45 86	14 44 87	13 43 88	12 42 89	11 41 90
3	21 50 70	22 52 69	23 53 68	24 54 67	25 55 66	26 56 65	27 57 64	28 58 63	29 59 62	30 60 61
4	30 33 90	27 36 89	24 39 88	21 42 87	18 45 86	15 48 85	12 51 84	9 54 83	6 57 82	3 60 81
5	29 38 80	25 34 81	22 37 84	19 40 83	16 43 86	13 46 85	10 49 88	7 52 87	4 58 89	1 55 90
6	28 31 82	25 34 81	22 37 84	19 40 83	16 43 86	13 46 85	10 49 88	7 52 87	4 58 89	1 55 90
7	10 32 74	12 34 76	14 36 73	16 38 80	18 40 82	20 42 84	22 44 86	24 46 88	26 48 90	28 50 72
8	1 60 89	2 59 90	3 58 87	4 7 88	5 56 86	6 55 85	7 54 83	8 53 84	9 52 81	10 51 82
9	11 79	50 80	49 12 77	48 13 78	47 14 76	46 15 75	45 16 75	43 17 44	43 18 74	20 41 72

Вопросы к задаче №1

Вопросы составлены на основании содержания курса «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях».

1. Краткая история развития метрологии.
2. Основные статьи закона «Об обеспечении единства измерений».
3. Области и виды измерений.
4. Международная система единиц.

5. Статические и динамические методы измерений.
6. Прямое, косвенное, совместное, совокупные измерения.
7. Три класса измерений. Измерение максимально возможной точности, контрольно-поверочные измерения. Технические измерения.
8. Абсолютные и относительные измерения. Поэлементный и комплексный методы измерения.
9. Метод непосредственной оценки. Метод сравнения с мерой.
10. Инструментальный, экспериментальный, эвристический методы оценки.
11. Виды контроля. Неразрушающий и разрушающий.
12. Самоконтроль, контроль мастером, контроль ОТК, летучий контроль.
13. Входной, операционный и приёмочный контроль.
14. Активный и пассивный контроль.
15. Подвижный и стационарный контроль. Однократный и многократный контроль.
16. Сплошной и выборочный контроль.
17. Виды средств измерения. Образцовые и рабочие.
18. Меры измерения. Разряды мер.
19. Стандартные образцы.
20. Измерительные преобразователи.
21. Измерительные приборы прямого действия, приборы сравнения, аналоговые и цифровые, регистрирующие.
22. Виды измерительных сигналов.
23. Метрологические показатели средств измерения.
24. Классы точности средств измерения.
25. Погрешность измерений.
26. Систематические и случайные погрешности.
27. Обработка результатов измерений и определение погрешности измерений.
28. Выбор измерительных средств по допустимой погрешности измерения.
29. Метрологические службы в составе Госстандарта РФ и их функции.
30. Основы квалиметрии.
31. Краткая история развития стандартизации.
32. Государственная система стандартизации (ГСС).
33. Основные задачи стандартизации.
34. Основные понятия и определения в системе стандартизации.
35. Вопросы, решаемые Госстандартом России.
36. Виды нормативных документов по стандартизации.
37. основополагающие стандарты, стандарты на продукцию (услуги), технические условия, стандарты на работу (процессы).
38. Порядок разработки государственных стандартов.
39. Государственный контроль и надзор в области стандартизации.
40. Объекты государственного контроля и надзора.
41. Закон РФ «О защите прав потребителей» – основа правовой деятельности Госстандарта.
42. Система предпочтительных чисел.

43. Основные принципы стандартизации.
44. Методы стандартизации.
45. Виды унификации. Уровень унификации.
46. Направления типизации.
47. Основные задачи комплексной стандартизации.
48. Опережающая стандартизация.
49. Основные задачи Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
50. Основные задачи Единой системы технологической документации (ЕСТД).
51. Комплексы стандартов по безопасности жизнедеятельности.
52. Межгосударственная система стандартизации (МГСС).
53. Порядок разработки межгосударственных стандартов.
54. Международная организация по стандартизации (ИСО).
55. Международные организации, участвующие в работах по стандартизации, метрологии и сертификации.
56. Региональные организации по стандартизации, метрологии и сертификации.
57. Национальные организации по стандартизации за рубежом.
58. Экономическая эффективность стандартизации.
59. Краткие сведения по истории, развитию сертификации.
60. Основные термины и определения, цели и объекты сертификации.
61. Роль сертификации в повышении качества продукции.
62. Понятие о конкурентоспособности продукции.
63. Методы оценки конкурентоспособности продукции.
64. Пути достижения конкурентоспособности продукции.
65. Термины и определения в области качества продукции.
66. Взаимосвязь количества и качества продукции.
67. Контроль и оценка качества продукции.
68. Показатели качества продукции.
69. Количественная оценка качества продукции (квалиметрия).
70. Основные показатели квалиметрии.
71. Методы определения качества продукции.
72. Моральное старение продукции.
73. Оптимальный уровень качества продукции.
74. Управление качеством продукции.
75. Системы качества по международным стандартам.
76. Требования к системе управления качеством.
77. Принципы управления качеством продукции.
78. Процессный подход к управлению качеством продукции.
79. Маркетинг, поиск и изучение рынка.
80. Сертификация систем качества.
81. Качество продукции и защита прав потребителей.
82. Виды аудитов качества.
83. Системы сертификации.

84. Обязательное подтверждение соответствия.
85. Добровольная сертификация.
86. Обязательная сертификация.
87. Схемы сертификации продукции.
88. Органы сертификации, испытательные лаборатории.
89. Международная сертификация.
90. Региональная сертификация.

Ответы на задачу подробно указаны в литературе [1,2,3,3,5].

Задача № 2

КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОСТОЯННОМУ ТОКУ

2.1. Исходные данные

Косвенный метод измерения - это метод, при котором по нескольким величинам, измеренным прямым методом, определяют искомую величину, связанную с ними известной теоретической зависимостью.

Для измерения косвенным методом сопротивления постоянному току использованы два прибора магнитоэлектрической системы: амперметр и вольтметр.

Измерения производили по схеме включения приборов, обеспечивающей минимальную систематическую погрешность, при температуре окружающего воздуха $T, ^\circ\text{C}$.

При решении задания необходимо:

- рассчитать величину сопротивления R'_x по показаниям приборов;
- определить и начертить примененную схему включения приборов;
- рассчитать величину сопротивления R_x с учетом выбранной схемы включения приборов;
- найти наибольшие погрешности (относительную δ и абсолютную ΔR) результата измерения заданного сопротивления;
- определить, в каких пределах находится действительное значение измеренного сопротивления.

Характеристики приборов и числовые данные для каждого варианта приведены в табл. 2.1.

Числовые данные для контрольного задания № 2

Прибор	Наименование величин	Ед. измерения	Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вольтметр	Предел измерения U_N	В	-	380	150	15	75	300	30	300	150	75	30
	Ток полного отклонения стрелки прибора при U_N	мА	-	3	7,5	1	1	7,5	1	1	3	1	7,5
	Класс точности К	%	-	0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0
	Напряжение вольтметра U	В	0;5	220	140	12	60	240	27	270	100	50	20
		В	1;6	280	130	10	70	260	25	180	ПО	60	26
		В	2; 7	250	120	8	65	210	23	230	140	70	18
		В	3;8	170	ПО	11	75	250	28	240	120	65	22
В	4; 9	290	150	14	55	200	29	160	130	75	25		
Амперметр	Предел измерения I_N	А	-	1,5	3,0	1,5	7,5	0,3	15	1,5	1,5	0,3	15
	Падение напряжения на зажимах прибора при I_N	мВ		100	95	100	140	27	100	100	100	27	100
	Класс точности К		-	1,5	1,0	0,2	0,5	1,0	0,2	1,0	0,5	0,2	1,5
	Показание амперметра I	А	0; 1	1,0	0,5	1,0	5	0,29	9	0,5	0,4	0,1	10
		А	6; 2	1,3	0,7	1,2	6	0,18	10	0,6	0,5	0,15	8
		А	7;3	1,1	0,7	1,2	6	0,18	10	0,6	0,5	0,15	8
А		8; 4	1,5	1,1	0,6	4	0,24	11	1,0	1,0	0,17	14	
А	9; 5	1,4	1,3	0,7	3,5	0,16	13	1,5	0,8	0,3	5		
Группа приборов	-	-	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	
Температура t	°С	-	15	20	-10	30	10	0	25'	30	40	10	

2.2. Методические указания

При косвенном измерении сопротивления постоянному току при помощи амперметра и вольтметра применяются две схемы включения этих приборов в измерительную цепь (рис. 2.1). Приближенное значение измеряемого сопротивления R_x , в соответствии с законом Ома определится как

$$R'_x = \frac{U}{I} \quad (2.1)$$

где U и I напряжение и ток, измеренные вольтметром и амперметром соответственно.

Первая схема измерения сопротивления (ключ K в положении "а") используется тогда, когда измеряемое сопротивление велико по сравнению с сопротивлением амперметра, а вторая схема (ключ K в положении "б") - в тех случаях, когда измеряемое сопротивление мало по сравнению с сопротивлением вольтметра. Поскольку в том и другом случае на результат измерения R'_x , а значит, и на погрешность измерения влияют сопротивления приборов (амперметра R_A и вольтметра R_V), поэтому необходимо выбрать такую схему, чтобы величина погрешности была наименьшей.

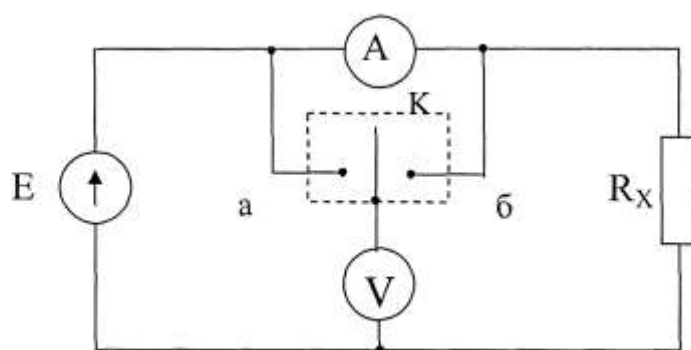


Рис. 2.1. Схема измерения R_x методом амперметра и вольтметра

Правильный выбор схемы зависит от соотношений измеряемого сопротивления с сопротивлениями приборов. Поэтому сначала следует рассчитать отношения R'_x/R_A и R_V/R'_x и по наибольшему из них принять и начертить схему включения приборов.

Действительная величина измеряемого сопротивления R_x определяется с учетом внутреннего сопротивления амперметра R_A или вольтметра R_V , в зависимости от принятой схемы измерения.

Приступая к решению последних двух пунктов, необходимо знать, что погрешности электроизмерительных приборов, в данном случае

магнитоэлектрических, зависят от влияния окружающей среды. Она может воздействовать на процесс измерения изменением давления, влажности и температуры. В зависимости от состояния указанных выше параметров окружающей среды погрешности делят на основные и дополнительные.

Основные погрешности определяют при нормальных значениях параметров окружающей среды, а дополнительные - при отклонении их значений от нормальных. Таким образом, в этом случае необходимо учесть как основную погрешность прибора, так и дополнительную.

Общая погрешность будет равна алгебраической сумме основной и дополнительной погрешностей прибора

$$\pm \delta = \pm \delta_{oc} \pm \delta_i \quad (2.2)$$

где δ_{oc} - основная погрешность прибора (класс точности прибора),
 δ_i - дополнительная погрешность, вызванная отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной (принимаемой $m = 20^\circ \text{C}$).

Величина основной погрешности прибора δ_{oc} может быть определена по следующей формуле

$$\delta_{oc} = K \frac{X_N}{X} \quad (2.3)$$

где K - класс точности прибора,
 X - показания прибора,
 X_N - предел измерения прибора.

Относительная погрешность при косвенном методе измерения сопротивления постоянному току равна

$$\pm \delta_R = \pm \delta_A \pm \delta_V, \quad (2.4)$$

где δ_A - общая относительная погрешность амперметра,
 δ_V - общая относительная погрешность вольтметра.

Для определения абсолютной погрешности измерения сопротивления ΔR , а также пределов измерения действительного значения измеряемого сопротивления R , следует воспользоваться соотношением

$$\Delta R = 0,01 \cdot \delta_R \cdot R_x \quad (2.5)$$

Для вычисления относительных погрешностей в зависимости от условий внешней среды следует помнить, что все приборы в зависимости от климатических условий подразделяются на три группы: А, Б и В.

В табл. 2.2 приведены нормы для рабочих климатических условий по температуре для приборов различных групп.

Таблица 2.2

Нормы по климатическим условиям

Параметры окружающего воздуха	Группы приборов		
	А	Б	В
Температура	От+10...+35°C	От+10...+40°C	От-50..+60 °С

Изменение показаний приборов, вызванное отклонением температуры внешней среды от нормальной до любой в пределах рабочих температур, не должно превышать значений, указанных в табл. 3.3, на каждые + 10 °С изменения температуры.

Значение дополнительной погрешности прибора, в зависимости от класса точности

Таблица 2.3

Класс точности прибора	Погрешности		
	А	Б	В
0,05	±0,05	-	-
0,1	±0,1	-	-
0,2	±0,2	±0,15	±0,15
0,5	±0,5	±0,4	±0,3
1,0	±1,0	±0,8	±0,5
1,5	±1,5	±1,2	±0,8
2,5	±2,5	±2,0	±1,2
4,0	±4,0	±3,0	±2,0

Решение задачи дано в литературе [4,5].

Задача № 3
ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ
РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЙ

В электрической цепи постоянного тока цифровыми приборами произведены прямые измерения напряжения и сопротивления.

Для уменьшения влияния случайных помех на результаты измерений произведено n -независимых наблюдений одного и того же напряжения и сопротивления.

Результаты измерений представлены в табл. 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Число наблюдений, n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Показание вольтметра, В	8,906	8,915	8,913	8,921	8,925	8,929	8,917	8,915	8,919	8,914	8,921	8,921	8,925	8,923	8,917
Показание омметра, Ом	16,812	17,015	16,930	16,783	16,861	16,744	17,055	16,856	16,978	16,900	16,856	16,813	16,833	16,909	16,878

Таблица 3.2

Наименование величин	Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра учебного шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеряемая величина и число наблюдений (n)	напряжение 1, 3, 5, 7, 9	8	5	12	9	14	7	13	6	10	15
	сопротивление 0, 2, 4, 6, 8	12	8	6	13	10	5	4	11	7	9
Значения доверительных вероятностей, P_d	0 — 9	0,80; 0,95	0,95; 0,98	0,80; 0,99	0,95; 0,99	0,80; 0,99	0,95; 0,99	0,95; 0,98	0,80; 0,98	0,80; 0,99	0,80; 0,95

По исходным данным, приведенным в таблицах 3.1 и 3.2, требуется определить:

- выборочное среднее значение проведенных наблюдений — \bar{A} ;
- абсолютную погрешность каждого из n -наблюдений — $\bar{\Delta}_i$;
- среднеквадратичное отклонение результата наблюдений — $\bar{\delta}$ и среднеквадратичное отклонение результата измерения — $\bar{\delta}_{\text{изм}}$;
- верхнюю Δ_B и нижнюю границу Δ_H доверительного интервала, используя распределение Стьюдента, для значений двух доверительных вероятностей, указанных в табл. 2;
- записать результат обработки измерений в виде $\bar{O} = \bar{A} \pm \Delta$;

Методические указания к решению задачи №3

При практическом осуществлении процесса измерения, независимо от точности средств измерений и правильности методики измерений, результаты измерений отличаются от истинного значения измеряемой величины, т.е. неизбежны погрешности результата измерений.

Погрешности измерений имеют случайные $\overset{\circ}{\Delta}$ и систематические погрешности $\Delta_{СИ}$.

Систематические погрешности имеют определенную закономерность и в ряде случаев их можно вычислить и исключить.

Влияние случайной погрешности определяют использованием многократных измерений.

Аналитически случайная погрешность измерений описывается и оценивается с помощью аппарата теории вероятностей и математической статистики.

По результатам наблюдений находят наилучшую оценку истинного значения $X_{И}$ и интервал, в котором находится сама величина $X_{И}$ с заданной вероятностью.

Абсолютной случайной погрешностью Δ_i , выражаемой в единицах измеряемой величины, называют отклонение результата i -го наблюдения X_i от истинного значения $X_{И}$.

$$\Delta_i = X_i - X_{И}.$$

При нормальном законе распределения погрешности Δ_i за истинную величину $X_{И} = A$ принимают ее оптимальную оценку $\bar{O} = \bar{A}$ в виде среднего арифметического значения (оценки математического ожидания) выполненного ряда наблюдений

$$\bar{O} = \bar{A} = \frac{\bar{o}_1 + \bar{o}_2 + \bar{o}_3 + \dots + \bar{o}_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{o}_i}{n}.$$

Абсолютную погрешность каждого из n наблюдений вычисляют

$$\bar{\Delta}_i = X_i - \bar{X}.$$

Алгебраическая сумма случайных отклонений отдельных наблюдений от среднего арифметического значения при достаточно большом числе измерений равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{O}) = 0.$$

Далее определяется оценка среднеквадратичного отклонения $\bar{\delta}$ наблюдений, характеризующая точность метода измерений:

$$\bar{\delta} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{\Delta}_i)^2}.$$

Оценка $\bar{O} = \bar{A}$ измеряемого истинного значения $X_{И} = A$ зависит от числа наблюдений n и является случайной величиной. В связи с этим определяют среднеквадратичное отклонение результата измерения, которое характеризует степень разброса значений $\bar{X} = \bar{A}$ по отношению к истинному значению и определяется по формуле:

$$\bar{\delta}_{\text{нб}} = S(\bar{A}) = \frac{\bar{\delta}}{\sqrt{n}}.$$

На практике для оценки точности и надежности полученных результатов пользуются доверительной вероятностью и доверительным интервалом.

Под доверительной вероятностью P_d понимается вероятность появления погрешности, не выходящей за некоторые принятые границы. Этот интервал называется доверительным интервалом, а характеризующая его вероятность — доверительной вероятностью.

Определим вероятность P_d того, что измеряемая величина $X_{И} = A$ находится в заранее заданном интервале с нижней и верхней границами $(\bar{A} - \Delta_a, \bar{A} + \Delta_a)$.

Учитывая, что \bar{A} случайная величина, можно записать

$$D_a = P(\bar{A} - \Delta_a \leq \bar{O}_E \leq \bar{A} + \Delta_a),$$

где P — вероятность выполнения соответствующих неравенств.

При поиске доверительного интервала вероятность P_d задают равной 0,8-0,99. Если число наблюдений $n < 20$, то для расчета доверительной границы Δ_r можно использовать распределение Стьюдента, учитывающее число « n ». Значения коэффициентов $t(P_d, n)$ этого распределения приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Коэффициенты Стьюдента $t(P_d, n)$

n	P			
	0,80	0,95	0,98	0,99
1	3,08	12,71	31,82	63,66
2	1,89	4,30	6,97	9,93
3	1,64	3,18	4,54	5,84
4	1,53	2,78	3,75	4,60
5	1,48	2,57	3,36	4,03
6	1,44	2,45	3,14	3,71

7	1,42	2,37	3,00	3,50
8	1,40	2,31	2,90	3,35
9	1,38	2,26	2,82	3,25
10	1,37	2,23	2,76	3,17
11	1,36	2,20	2,72	3,11
12	1,36	2,18	2,68	3,05
13	1,35	2,16	2,65	3,01
14	1,34	2,14	2,62	3,00
15	1,34	2,13	2,60	2,95
16	1,34	2,12	2,58	2,92
17	1,33	2,11	2,57	2,90
18	1,33	2,10	2,55	2,88
19	1,33	2,10	2,54	2,86
20	1,32	2,09	2,53	2,84
25	1,32	2,06	2,49	2,79
30	1,31	2,04	2,46	2,75
∞	1,28	1,96	2,33	2,58

Весь необходимый теоретический материал, а также формулы для решения этой задачи могут быть получены из рекомендуемой литературы. [1,2,3]

Задача №4

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЦИФРОВЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Для измерения напряжения в цепи постоянного тока использовался цифровой вольтметр (ЦВ) с времяимпульсным преобразованием. Исходные данные приведены в табл. 4.1

Принять для вариантов (последняя цифра шифра):

0; 2; 4; 6; 8 — времяимпульсный вольтметр с генератором линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН);

1; 3; 5; 7; 9 — времяимпульсный вольтметр с двойным интегрированием.

В соответствии с вариантом:

1. Составить структурную схему цифрового измерительного прибора (ЦИП) и временную диаграмму аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

2. Объяснить назначение отдельных узлов ЦИП.

3. Определить время измерений и число импульсов, прошедших на вход счетчика импульсов (СИ).

4. Объяснить составляющие погрешности ЦИП.

5. Определить погрешность измерения заданного напряжения.

6. Пояснить достоинства и недостатки ЦИП.

Таблица 4.1

Наименование величин	Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показание вольтметра $U_x, U_{xcp}, В$	0; 5	9,74	13,6	27,5	36,8	4,53	93,6	21,4	0,79 1	73,5	2,78
	1; 6	8,35	12,5	26,1	41,3	3,85	87,1	23,6	0,83 5	68,4	2,36
	2; 7	6,24	14,8	27,9	45,1	2,94	74,5	18,4	0,96 4	72,9	2,84
	3; 8	9,11	13,3	22,5	28,6	4,18	94,8	17,9	0,73 1	64,8	2,55
	4; 9	7,65	9,65	28,3	32,4	3,48	76,9	20,7	0,93 9	79,2	2,10
Номинальное напряжение вольтметра — $U_n, В$	0 — 9	10	15	30	50	5	100	25	1,0	80	3,0
Коэффициент скорости	0 — 9	5,2	7,5	7,2	12,5	5,0	8,0	25	4,5	15	3,9

изменения напряжения на выходе ГЛИН — s, В/с											
Частота генератора счетных импульсов — f ₀ , МГц	0 — 9	2,6	2,5	1,2	1,0	4,0	3,2	2	9,0	1,5	2,6
Напряжение на выходе интегратора — U _и = U _{ион} , В	0 — 9	0,62 4	0,6	0,64 8	0,75	0,65	0,56	0,50	0,80	0,60	0,78
Интервал времени интегрирования входного напряжения — T ₁ , с	0 — 9	0,12	0,08	0,09	0,06	0,13	0,07	0,02	0,18	0,04	0,5

Методические указания к решению задачи №4

Пределы допускаемой основной погрешности δ в процентах принято выражать по формуле:

$$\delta = \pm \left[c + d \left(\frac{u_k}{u} - 1 \right) \right],$$

т.е. в виде долевого значения предела допускаемой основной погрешности, где c, d — отвлеченные положительные числа из ряда чисел $1 \cdot 10^n$; $1,5 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $2,5 \cdot 10^n$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$, где n = 1, 0, -1, -2 т.д.;

u_к — конечное значение диапазона измерений прибора;

u — измеряемое напряжение.

Класс точности цифровых средств измерений, у которых аддитивная и мультипликативная составляющие основной погрешности соизмеримы, обозначаются отношением $\frac{c}{d}$, которое должно удовлетворять условию

$$\frac{c}{d} > 1.$$

При определении погрешности измерения в задаче можно принять c = 0,05, d = 0,03.

Более подробно с устройствами и принципами работы цифровых измерительных приборов можно ознакомиться в рекомендуемой литературе. [2,4,5]

Рекомендуемая литература

Основная

1. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие. Ким К.К., Анисимов Г.Н., Барбарович В.Ю., Литвинов Б.Я. СПб.: Питер, 2008
2. Метрология, стандартизация и сертификация Терегеря В.В. М., Юрайт, 2011
3. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. М.: Логос, 2005
4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов. В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова. М.: Высшая школа, 2005
5. Приборы и методы измерения электрических величин: Учебное пособие. Атамалян Э.Г. М.: Дрофа, 2005

Дополнительная

6. Основы стандартизации, метрологии и сертификации: Учеб. для вузов. Лифиц И. М. М.: Юрайт, 2001
7. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пос. Р у ч к и н а Л . Г. М: РГОТУПС, 2004
8. Информационно-измерительная техника и технологии Под ред. Г.Г. Раннева. М.: Высшая школа, 2002
9. Стандартизация, метрология, сертификация Уч.-практич. пос. Гуторова И . А М.: Приор, 2001