

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «НетПроб»



М.П. К.В. Быков
« 24 » 05 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Испытательного Центра
ФГУП ЦНИИС



М.П. В.П. Лупанин
« 25 » 05 2016 г.

Комплексы программно-аппаратные IQMA

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 425760-002-87579980-16

н.р. 64551-16

Общие сведения

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки СИ "Комплексы программно-аппаратные IQMA" (в дальнейшем – комплексы), находящиеся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

Методика распространяется на программно-аппаратный комплекс IQMA и выполняется на аппаратной части комплекса - тестерах-анализаторах различного исполнения (настольного и стоечного) IQMA-P100/P1000/IQMA-R100/IQMA-R1000/IQMA-R10G (далее – анализаторах или устройствах) с программным обеспечением IQMA, подключенных к персональному компьютеру (ПК), на который загружено программное обеспечение IQMM.

Методика разработана в соответствии с требованиями рекомендации РМГ 51-2002 ГСИ. "Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения".

Периодическую поверку комплекса осуществляют один раз в 2 года метрологические службы юридических лиц, аккредитованные в Федеральной службе по аккредитации на данные виды работ.

Требования настоящей методики поверки обязательны для метрологических служб юридических лиц, независимо от форм собственности.

1 Операции поверки

При первичной и периодической поверке должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Пункт методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодич. поверке
1.1 Внешний осмотр	7.1	+	+
1.2 Опробование	7.2	+	+
1.3 Определение погрешности измерения количества переданной информации в сетях передачи данных	7.3	+	+

2 Средства поверки

2.1 Поверка должна производиться с помощью основных и вспомогательных средств поверки, перечисленных в табл. 2.

Таблица 2.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки, метрологические и технические характеристики
7.2	Персональный компьютер* (ПК): <ul style="list-style-type: none"> · Операционная система Linux или FreeBSD · Свободный объем жесткого диска 200 Гбайт · Порт 10/100/1000 BASE-T
7.4	Формирователь IP соединений «Амулет-М» <ul style="list-style-type: none"> · Пределы измерений 10 байт - 100 Мбайт · Основная погрешность, ± 1 байт

*Может использоваться как ПК, входящий в состав комплекса, так и другой, обеспечивающий указанные требования.

2.2 Допускается использовать другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых приборов с требуемой точностью (далее в тексте – испытания).

2.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма.

2.4 В приложении А приведены характеристики прибора АМУЛЕТ-М и математический аппарат, положенный в основу обработки результатов поверки (испытаний).

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей радиоэлектронных средств, знающие основы вычислительной техники, имеющие опыт работы в операционной среде Linux и FreeBSD и изучившие эксплуатационную документацию комплексов и средств поверки. К поверке могут привлекаться представители изготовителя или владельца комплекса, имеющие опыт работы с комплексами.

4 Требования безопасности

При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах и инструкциях по эксплуатации поверяемого комплекса и средств поверки.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды (20 ± 5)°С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление (100 ± 8) кПа.;
- напряжение сети питания (220 ± 11) В;
- частота промышленной сети ($50 \pm 0,5$) Гц.

6 Подготовка к проведению поверки

6.1 Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

- проверить срок действия свидетельств о поверке СИ, служащего рабочим эталоном;
- установить программное обеспечение IQMA на аппаратной части комплекса – анализаторах IQMA-P100/P1000/IQMA-R100/IQMA-R1000/IQMA-R10G;
- подготовить к работе средства поверки.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешний осмотр проводят визуально. Проверяют качество покрытий анализатора, отсутствие видимых повреждений, целостность соединительных кабелей и разъемов.

7.1.2 При обнаружении повреждений или дефектов по результатам внешнего осмотра поверку прекращают до их устранения.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование работы комплекса

Опробование комплекса проводят в следующей последовательности:

- соединяют аппаратную часть комплекса - анализатор IQMA с ПК, входящим в комплекс, или другим ПК, в который загружено ПК комплекса, через порт Ethernet на боковой панели кабелем Ethernet согласно рисунку 7.1;

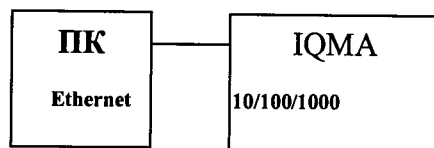


Рисунок 7.1

- включают питание испытуемого устройства, подключив вилку устройства в сеть переменного тока с напряжением 220В;

- устройство начнет загрузку операционной системы. Во время загрузки, светодиод на корпусе устройства начнет мигать красным цветом, после полной загрузки устройства, светодиод начинает гореть зеленым цветом постоянно,

- на подключаемом Ethernet-интерфейсе компьютера устанавливают IP адрес 192.168.1.2, маску 255.255.255.0,

- в соответствии с руководством по эксплуатации создают ssh соединение с устройством с помощью putty,

- сразу после подключения в строке приглашения терминала появится надпись, свидетельствующая о работоспособности комплекса,

Если приглашение со стороны устройства не выдается, комплекс бракуется, и испытания прекращаются до устранения неисправности.

Проверяют номер версии встроенного программного обеспечения (ПО) с помощью команды `/usr/local/iqm_agent/iqm_agent -v`. Номер высвечивается на экране ПК. Он должен быть не ниже 3.0.

```

root@wtplug:~# /usr/local/iqm_agent/iqm_agent -v
iqm_agent
  
```

```
Version: 3-096001708
```

```
Tests available are:
```

```
U0,U7,BW,GSS,I0,J0,J1,URL,CMD,C0,C1,C2,C3,TW,T1,DNS
```

```
Features available are: CDR,OOS,BWP,SSL,LIVEMON
```

Если появляется информация об ошибке, комплекс бракуется, и испытания прекращаются до устранения неисправности. Если результаты опробования положительные, приступают к дальнейшим испытаниям.

7.2.2 Опробование работы с прибором Амулет-М

Перед проведением испытаний необходимо провести следующие подготовительные работы:

- проверить срок действия свидетельства о поверке прибора Амулет-М;
- разместить на рабочем столе персональный компьютер (ПК), прибор Амулет-М и принтер;

- установить удлинитель с тремя розетками типа «Евро» и подвести к рабочему месту однофазное переменное напряжение 220 В;
- собрать схему измерений в соответствии с рисунком 7.4 и руководством по эксплуатации на прибор Амулет-М;
- ПК должен быть оснащен операционной системой **WINDOWS-98/2000Pro/XP/7/8**;
- откорректировать часы ПК прибора Амулет-М по точным часам;
- подключить прибор «Амулет-М» к поверяемому анализатору (IQM-агент) в соответствии с рисунком 7.2 и руководством по эксплуатации на прибор Амулет: стык прибора «Амулет-М» с коммутатором - электрический (2 порта Fast Ethernet), стык маршрутизатора с коммутатором – электрический (2 порта Gigabit Ethernet);
- учетная информация, измеренная анализатором, передается и снимается с вспомогательного сервера;
- получить у технического специалиста, осуществляющего настройку поверяемого оборудования IP адреса порта и шлюза для двух Ethernet-портов прибора «Амулет-М», задействованных в испытаниях;
- получить пример учетного файла СУ и при необходимости описать его (главное меню/Статистика/Описать новый формат файла СУ...), в соответствии с руководством по эксплуатации прибора «Амулет-М» (смотри Приложение А);
- подготовить оборудование к испытаниям, проводимым с целью поверки;

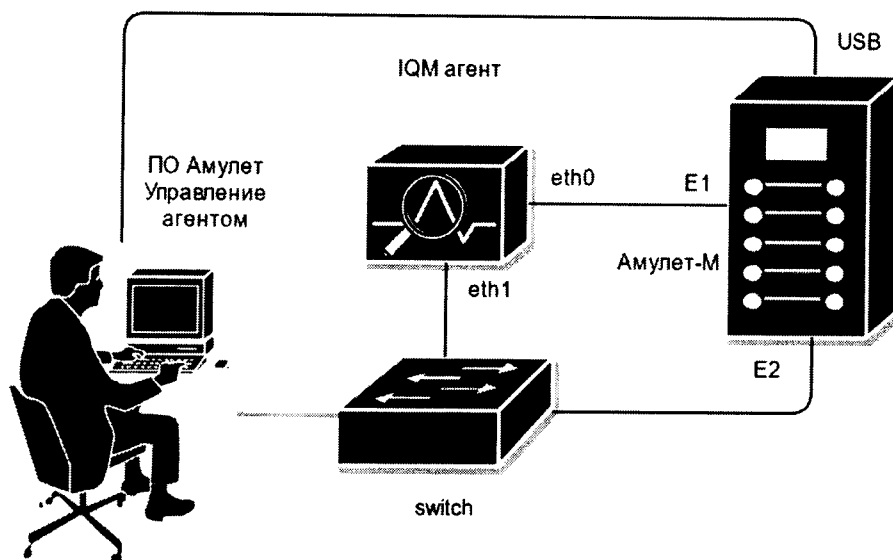


Рисунок 7.2

- включить питание ПК и прибора «Амулет-М» (далее – прибора);
- осуществить инсталляцию программного обеспечения прибора, для этого вставить диск в CD-ROM дисковод. На экране появится диалоговое окно "ПРОГРАММА УСТАНОВКИ". Дважды щелкают мышью по пункту "программа", расположенном в левой части окна. Это приведет к инициализации мастера инсталляции, в дальнейшем необходимо следовать его указаниям;
- после окончания инсталляции на жестком диске ПК будет создан каталог Amulet с программами для управления работой прибора «Амулет-М».

Далее:

- запускают программу amulet.exe из каталога Amulet в операционной среде WINDOWS. После старта ПО на экране видеомонитора возникает основное окно программы, изображенное на рисунке 7.5;

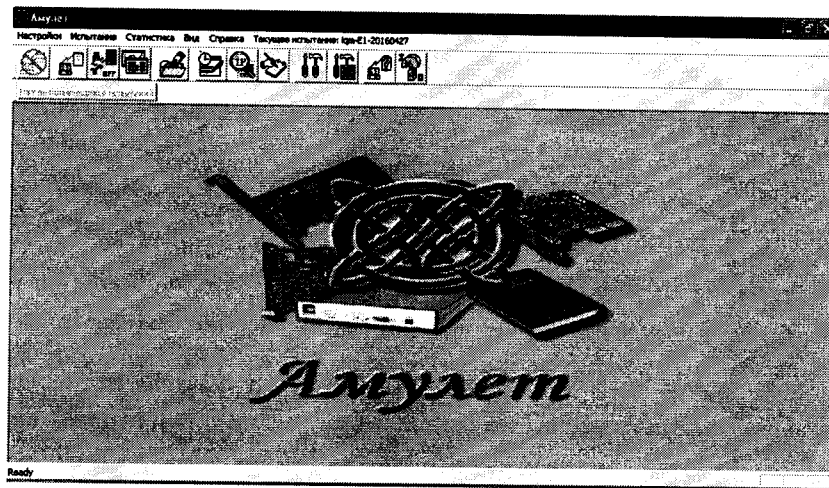


Рисунок 7.3 Основное окно программы

- выполняют подготовительные операции;
- создают СУ (систему учета) нового типа для анализатора. Во вкладке «Статистика» выбирают «Создание нового типа СУ». Необходимо указать параметры сбора данных с прибора;

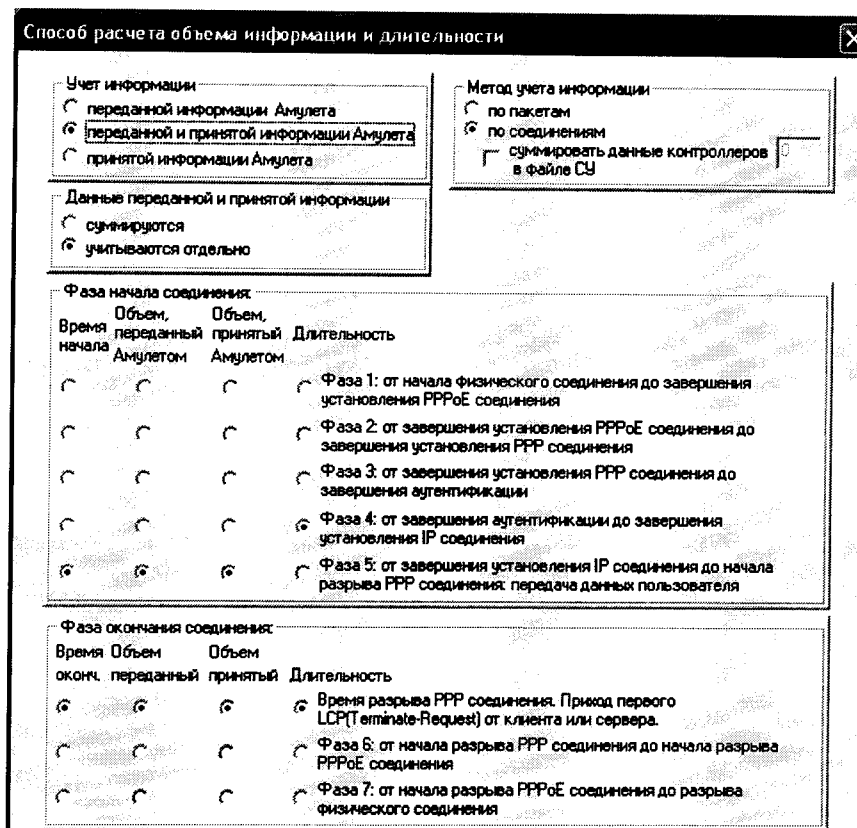


Рисунок 7.4

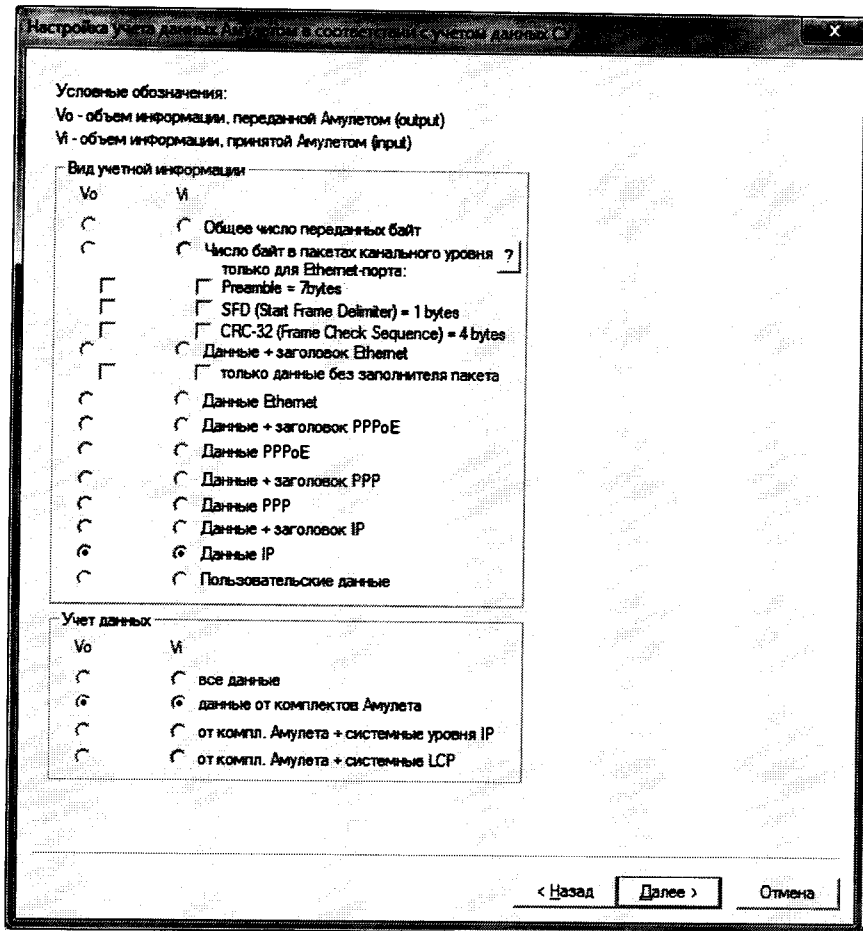


Рисунок 7.5 Новый тип СУ

- описывают новый формат файла СУ для устройства IQMA - анализатора («Статистика» – «Описать Новый формат файла СУ»;

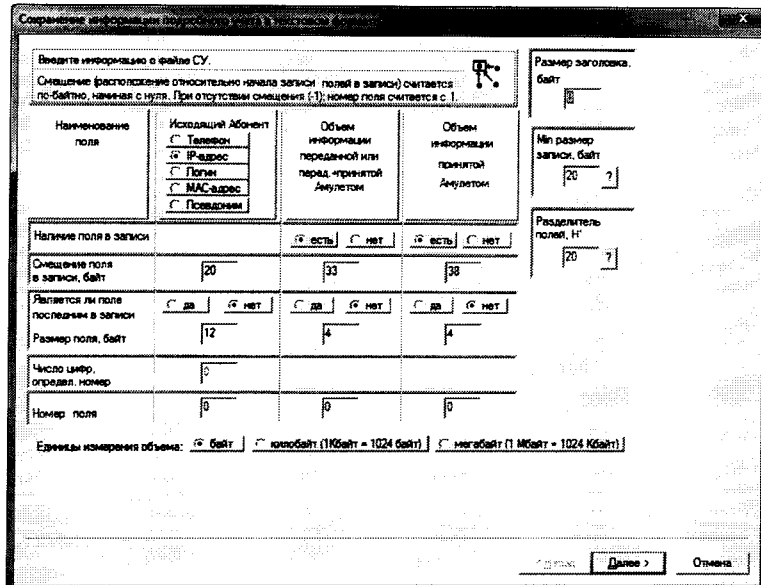


Рисунок 7.6 Настройка формата файла СУ

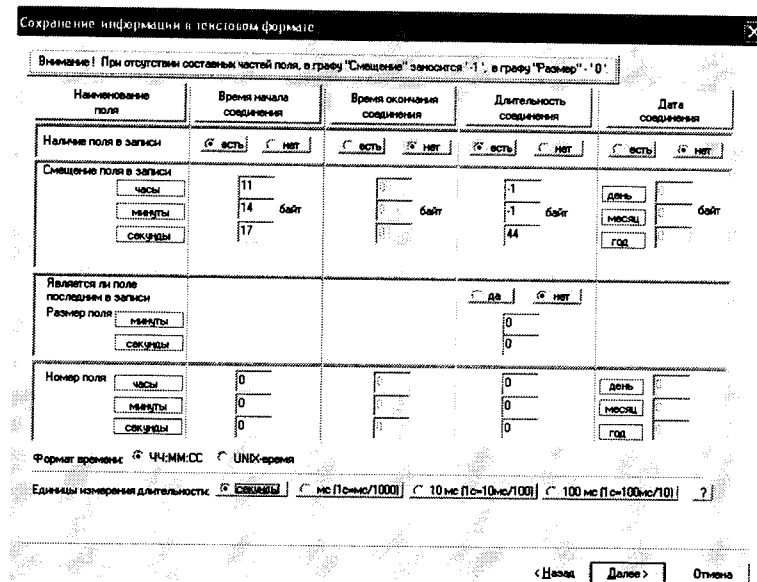


Рисунок 7.7 Настройка формата файла СУ

- создают настройку для испытаний в соответствии с методом измерения количества (объема) информации.
- активируют пункт меню "Настройки/Настройки испытания", в открывшемся окне "Выбор имени испытания" выбирают пункт "Новое испытание" и в строку ввода записывают название испытания, (например, метод учета и тип устройства- IQMA) и щелкают по кнопке ОК.
- в открывшемся окне "Настройки испытания IQMA" содержится семь вкладок: Приборы, Соединение, Протоколы, Этапы, Статистика, Настройка СУ, Допуски.
- во вкладке "Приборы" необходимо выбрать и настроить порты, участвующие в испытаниях;

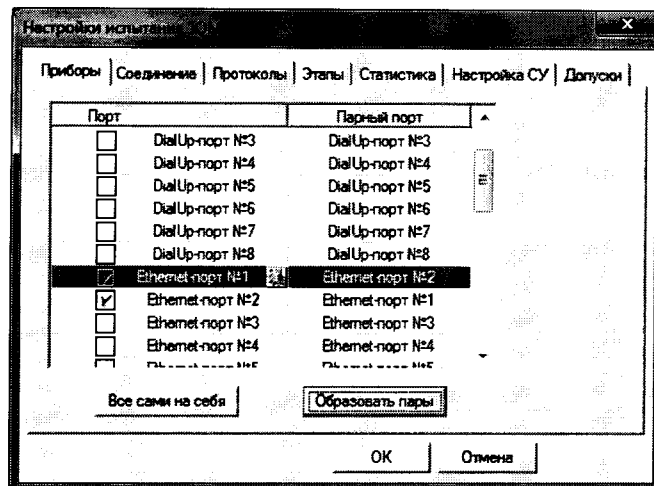


Рисунок 7.8 Настройки испытания. Приборы.

- выделяют порт и щелкают по пиктограмме настройки (🔧), при нажатии на которую на экран вызывается окно настроек данного порта, необходимо произвести настройку портов;

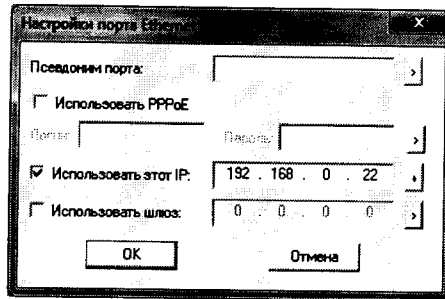


Рисунок 7.8 Настройки испытания. Настройка порта.

- повторяют операции для всех задействованных в испытаниях портов;
- во вкладке **Допуски** необходимо: выбрать **Режим АСР**; строку ввода **Вероятность отказа СУ** оставить по умолчанию;
- во вкладке **Этапы** необходимо создать этапы для измерения в соответствии с Таблица 7.1 Настройка этапов. Щёлкают по кнопке «+»;

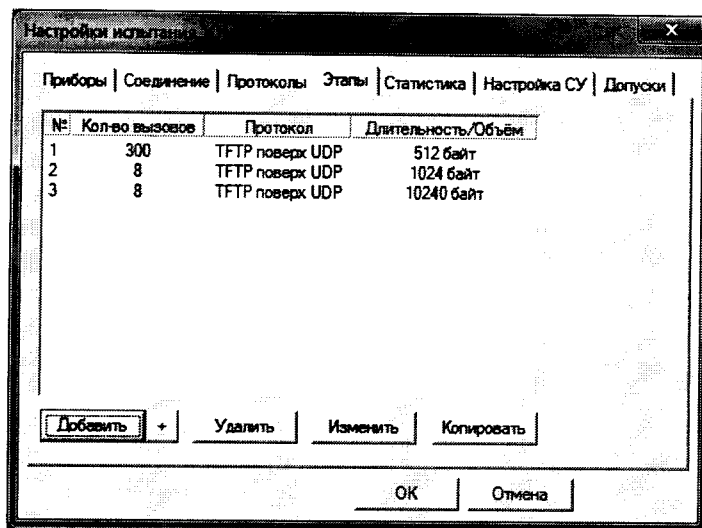


Рисунок 7.9 Настройки испытания. Настройка этапов.

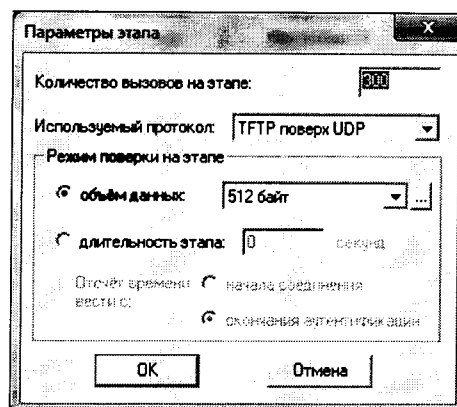


Рисунок 7.10 Настройки испытания. Настройка параметров этапа.

Таблица 7.1 Настройка этапов

Объем информации/ длительность	Количество вызовов на этапе		Протокол
	Опробование	Испытания	
512 байт	8	300	TFTP
1 Кбайт	8	8	TFTP
10 Кбайт	8	8	TFTP

- во вкладке "Настройка СУ", в окне "Выбор СУ" выбирают созданный ранее тип СУ. В окне Выбранный вид формата выбрать созданный ранее формат СУ.

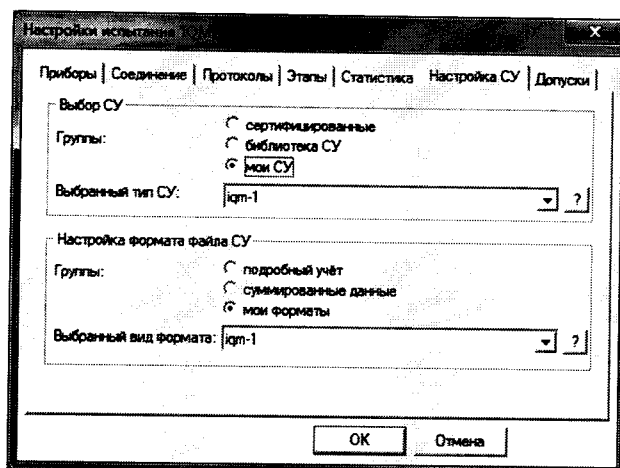


Рисунок 7.11 Настройки испытания. Настройка СУ.

- настройка вкладок **Соединение**, **Статистика**, **Протоколы** – по умолчанию.

Для запуска программы опробования:

- выбирают пункт меню **Испытание/Старт испытания**,
- нажимают кнопку **ОК**.

После инициализации прибора «Амулет-М» на экране отображается окно (см. Рисунок 7.12), в котором отображается информация о текущем этапе испытаний.

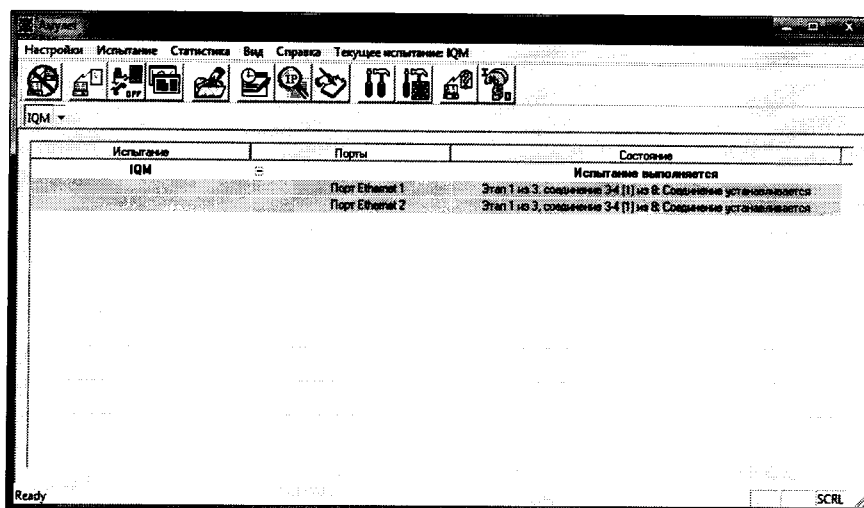


Рисунок 7.12 Выполнение испытания.

В процессе выполнения испытания в окне **Информация о комплекте** можно контролировать информацию, передаваемую и принимаемую одним из портов.

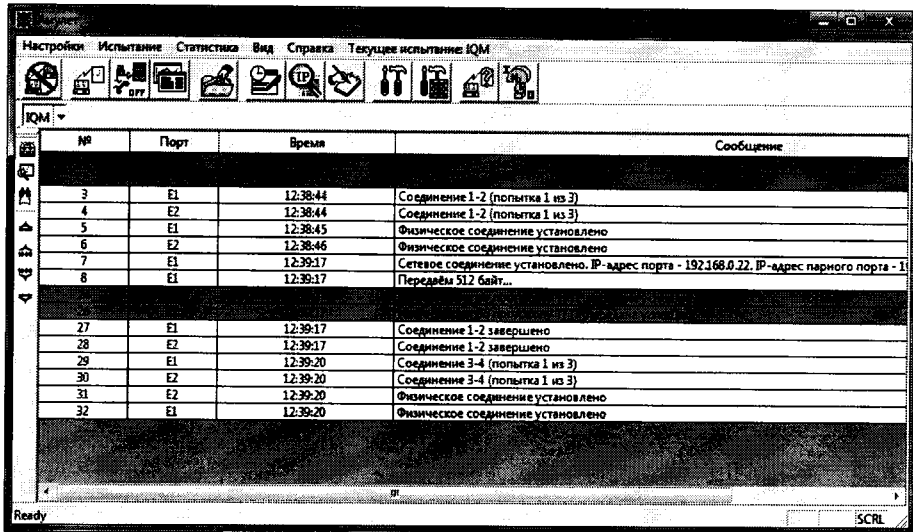


Рисунок 7.14 Журнал испытания.

Процедуру испытания прибор «Амулет-М» выполняет автоматически по заданной программе. Прибор формирует все этапы IP соединений одновременно по всем каналам связи.

После завершения испытания, будет произведена предварительная обработка результатов испытания и в окне **Информация об испытании** в графе **Состояние** будет выведен отчет о результатах данного испытания.

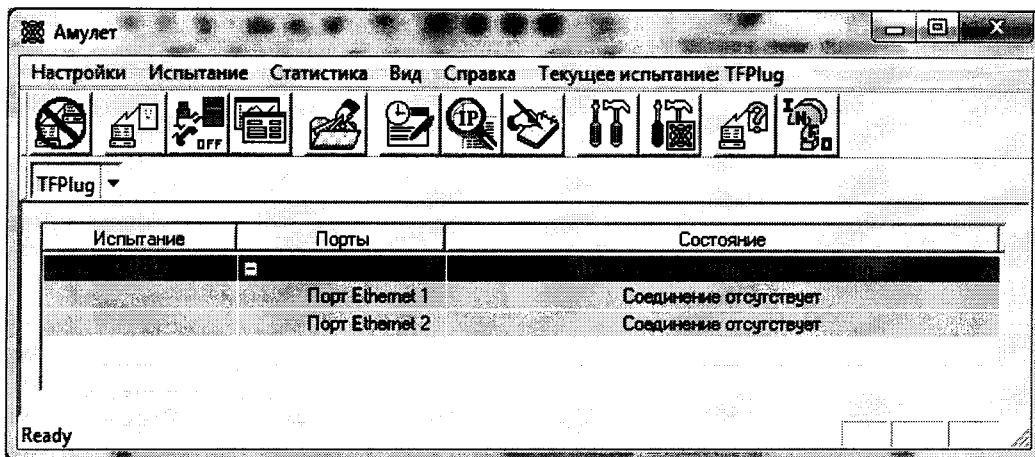


Рисунок 7.13 Завершение испытания.

Создание файла СУ на устройстве IQMA

До начала и во время тестирования на устройстве идет запись всего трафика, который ему посылает прибор Амулет

```

root@wtplug:~# tcpdump -i br0 -s0 -w amulet.pcap host
192.168.0.22 and host 192.168.0.23
tcpdump: listening on br0, link-type EN10MB (Ethernet),
capture size 65535 bytes
tcpdump: listening on br0, link-type EN10MB (Ethernet),
capture size 65535 bytes
5019 packets captured
5042 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
root@wtplug:~#
    
```

После завершения измерения файл с записанными данными форматируется и преобразовывается в формат вида:

```
# <Дата> <Время> <IP> <Передано> <Принято> <Длительность>
```

```
maxim@ubuntu:/var/ftp/stat$ tail amulet-15-rpt2.txt
2016-05-18 16:25:27 192.168.0.22 001658 001646 0001
2016-05-18 16:25:27 192.168.0.23 001646 001658 0001
2016-05-18 16:26:02 192.168.0.22 014059 014583 0009
2016-05-18 16:26:02 192.168.0.23 014583 014059 0009
2016-05-18 16:26:44 192.168.0.22 013547 015083 0008
2016-05-18 16:26:44 192.168.0.23 015083 013547 0008
2016-05-18 16:27:34 192.168.0.22 014595 015107 0009
2016-05-18 16:27:34 192.168.0.23 015107 014595 0009
2016-05-18 16:28:17 192.168.0.22 015131 014595 0009
2016-05-18 16:28:17 192.168.0.23 014595 015131 0009
maxim@ubuntu:/var/ftp/stat$
```

Импорт файла СУ в систему

Выбирают пункт меню **Испытание/Менеджер испытаний**. В открывшемся окне выбирают каталог с результатами опробования и щелкают по кнопке **получить файлы СУ**.

На экран выводится стандартное окно **Открыть**, в котором выбирается каталог и выделяется один файл для копирования или группа файлов (используя дополнительно клавиши Shift или Ctrl).

При успешном завершении копирования на экран выдается сообщение: **Файлы СИ успешно скопированы**.

7.2.2 Обработка результатов опробования (проверка работы конвертора)

Выбирают пункт меню **Статистика/Посмотреть статистику СУ**. Выбирают нужное испытание. Нажимают кнопку «Выполнить расчет».

Запускается программа расчета статистики СУ, прибор «Амулет-М» автоматически обрабатывает результаты опробования по заложенной программе.

В результате выдается диалоговое окно **Статистика СУ**. Заголовок окна содержит дату проведения испытаний, имя файла и тип шаблона, а также пять вкладок: **Итоговые результаты V(L)**, **Доверительные интервалы V(L)**, **Текущие результаты V(L)**, **Показания СУ**, **Отказы СУ**.

Итоговые результаты V

№ п/п	Длительность выдержки, мин	Объем испытаний, шт	Число выходов	Число отказов	Число дефектов	Средняя частота отказов, 1/шт	Средняя частота отказов, 1/шт	Средняя частота отказов, 1/шт
1	-	512	300	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
2	-	1024	8	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
3	-	10240	8	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
Итого		316	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000

Результаты испытаний: успешно

Рисунок 7.14 Итоговые результаты.

Итоговые результаты V

Средняя частота отказов, 1/шт		Средняя частота отказов, 1/шт		Средняя частота отказов, 1/шт		Вероятность отказа, %	
min	max	min	max	min	max	min	max
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9.4802

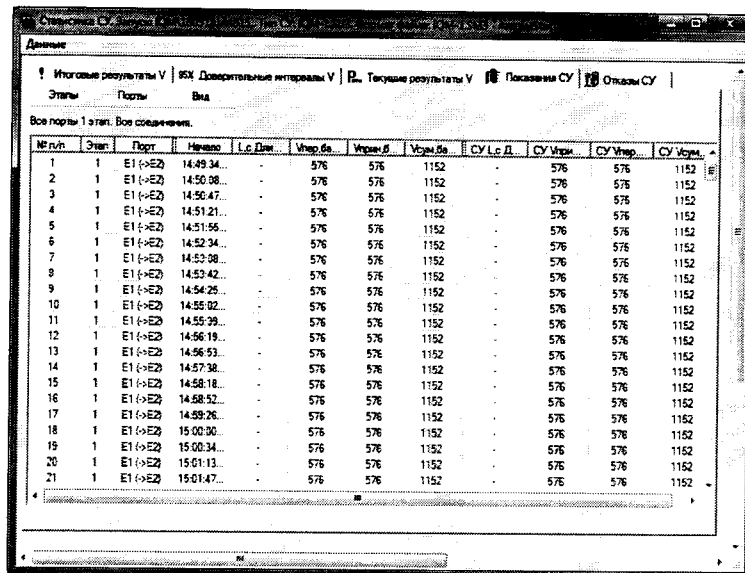
Рисунок 7.15 Доверительные интервалы.

Итоговые результаты V

№ п/п	Длительность выдержки, мин	Объем испытаний, шт	Число выходов	Число отказов	Средняя частота отказов, 1/шт	Вероятность отказа, %	Результат испытаний
1	-	512	300	0	0.0000	0.0000	успешно
2	-	1024	8	0	0.0000	0.0000	успешно
3	-	10240	8	0	0.0000	0.0000	успешно
Итого		316	0	0	0.0000	0.0000	успешно

Вероятная граница вероятности отказа $P_R=9.4802\%$

Рисунок 7.16 Текущие результаты.



№ п/п	Этап	Порт	Начало	Л.о. Длн.	Упр.бв.	Упр.бв.	Упр.бв.	CV L. Д.	CV Упр.	CV Упр.	CV Упр.
1	1	E1 (->E2)	14:49:34...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
2	1	E1 (->E2)	14:50:08...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
3	1	E1 (->E2)	14:50:47...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
4	1	E1 (->E2)	14:51:21...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
5	1	E1 (->E2)	14:51:56...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
6	1	E1 (->E2)	14:52:34...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
7	1	E1 (->E2)	14:53:08...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
8	1	E1 (->E2)	14:53:42...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
9	1	E1 (->E2)	14:54:25...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
10	1	E1 (->E2)	14:55:02...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
11	1	E1 (->E2)	14:55:39...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
12	1	E1 (->E2)	14:56:19...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
13	1	E1 (->E2)	14:56:53...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
14	1	E1 (->E2)	14:57:38...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
15	1	E1 (->E2)	14:58:18...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
16	1	E1 (->E2)	14:58:52...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
17	1	E1 (->E2)	14:59:26...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
18	1	E1 (->E2)	15:00:00...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
19	1	E1 (->E2)	15:00:34...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
20	1	E1 (->E2)	15:01:13...	-	576	576	1152	-	576	576	1152
21	1	E1 (->E2)	15:01:47...	-	576	576	1152	-	576	576	1152

Рисунок 7.17 Показания СУ.

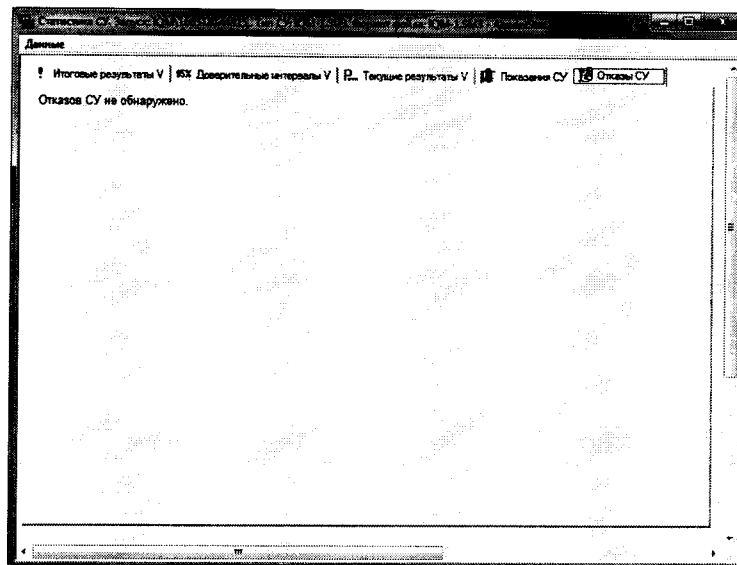


Рисунок 7.18 Отказы СУ.

При выборе вкладки **Итоговые результаты V(L)** визуально по таблицам (на экране дисплея) оценивают результаты опробования (успешно, неуспешно):

- при **успешном** результате опробования испытания продолжают;
- при **неуспешном** результате, испытания прекращаются до устранения неисправности.

7.3 Определение погрешности измерения количества переданной информации в сетях передачи данных

7.3.1 Настройка поверки аналогична п. 7.2. На вкладке **Этапы** создают четыре этапа (таблица 7.1), далее выполняют действия по п.7.2.2.

7.3.2 Обработка результатов поверки по измерению количества переданной информации в сетях передачи данных производится полностью автоматически в ПК прибора «Амулет-М» по соответствующей программе.

Результаты поверки представляются в виде таблиц, приведенных в приложении Б.

Результаты поверки анализатора считаются успешными (анализатор пригоден к применению), если для всех сеансов передачи данных погрешность измерения объема информации не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности и отсутствуют потери сеансов передачи данных.

При отсутствии достоверного результата, если появилось сообщение НЕДОСТОВЕРНО, необходимо устранить причину появления ошибок и провести поверку повторно.

7.3.3 Результаты поверки считают положительными, если суммарная погрешность измерения количества информации для представленных на поверку устройств IQMA не превышает ± 1 байт.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки удостоверяют знаком поверки и свидетельством о поверке в случае соответствия аппаратной части комплексов - анализаторов требованиям, указанным в технической документации. Знак поверки и форма свидетельства о поверке должны соответствовать Приложению 1 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

8.2 В случае отрицательных результатов поверки на анализатор выдают извещение о непригодности с указанием причин непригодности по форме Приложения 2 к приказу № 1815.

Ведущий научный сотрудник ФГУП ЦНИИС



Н.Ф. Мельникова

Технический директор ООО "НетПроб"



М.А. Краюшин

Приложение А (справочное)

Характеристики прибора Амулет-М Математическая модель обработки испытаний

А.1 Формирователь IP-соединений Амулет-М. Общие сведения

Формирователь IP-соединений Амулет-М, 4а2.770.068 является рабочим эталоном для проведения испытаний в целях утверждения типа средств измерений и поверки оборудования, обеспечивающего учет объема передаваемой/принимаемой информации и длительности сеанса связи при предоставлении услуг пакетной передачи информации и доступа в Internet.

Прибор представляет собой программно-аппаратную систему, состоящую из блока формирования IP-соединений, транспортных модулей и управляющего компьютера с пакетом специального программного обеспечения АМУЛЕТ-М, версия ПО 3.0, функционирующего в среде WINDOWS – XP/SP2.

Требования к управляющему компьютеру:

- **Процессор** - Intel Pentium 4, 1.5 GHz;
- **Память** - 512 Mb;
- **Порты** - 1 порт USB 2.0;
- **Монитор** - поддерживающий разрешение 1024x768;
- **ОС** - MS Windows XP SP2.

Основные технические характеристики:

- диапазон формирования и измерения длительности IP-соединений от 1 до 3600 с;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования и измерения длительности IP-соединений $\pm 0,25$ с;
- диапазон формирования и измерения количества информации 10 байт – 10 Мбайт;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования и измерения количества информации IP-соединений ± 1 байт.

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха от 10 °С до 40 °С;
- относительная влажность воздуха , при температуре 25 °С 90 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- питание от сети переменного тока (220 \pm 22) В, (50 \pm 0,5) Гц;
- средняя наработка на отказ прибора 5000 часов;
- средний срок службы прибора 8 лет.

А.2 Математическая модель процесса поверки

А.2.1 Обозначим сформированный рабочим эталоном объем услуги через ℓ , а показания системы измерений оборудования с измерительными функциями - ℓ^A .

Для систем измерения передачи данных ℓ - это длительность сеанса передачи данных или количество (объем) информации.

Для каждой учетной записи вычисляется погрешность в определении ℓ , по формуле

$$\Delta \ell = \ell^A - \ell, \quad (A.1)$$

которая является случайной величиной.

Определяется систематическая составляющая погрешности, C по формуле

$$C = E(\Delta \ell), \quad (A.2)$$

где $E(\Delta \ell)$ - математическое ожидание случайной величины $\Delta \ell$.

Все встречающиеся в дальнейшем вероятностные характеристики СИПД - математические ожидания и дисперсии заранее не известны, и могут быть оценены по полученным в процессе испытаний измерениям с помощью соответствующих выборочных средних и дисперсий.

Все эти оценки, также являющиеся случайными величинами, выбираются несмещенными, т.е. такими, что их математические ожидания равны оцениваемым значениям.

Для дальнейших вычислений введем выборочные суммы случайной величины $\Delta \ell$ в соответствии с формулами

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^N \Delta \ell_i, \quad (\text{A.3})$$

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^N (\Delta \ell_i)^2, \quad (\text{A.4})$$

$$\mu_3 = \sum_{i=1}^N (\Delta \ell_i)^3, \quad (\text{A.5})$$

$$\mu_4 = \sum_{i=1}^N (\Delta \ell_i)^4. \quad (\text{A.6})$$

Систематическая составляющая погрешности заранее неизвестна и поэтому оценивается в процессе испытаний с помощью выборочного среднего по выборке из произведенных в процессе испытаний N телефонных соединений по формуле:

$$\bar{C} = \frac{\mu_1}{N}. \quad (\text{A.7})$$

А.2.2 Для оценки MX по 7.2 необходимо определить дисперсию и СКО для суммарной погрешности $\Delta \ell$, которые совпадают, соответственно с дисперсией и СКО для случайной составляющей погрешности ($\Delta \ell - C$) (оцениваемой величиной $\Delta \ell - \bar{C}$) по формуле

$$D(\Delta \ell) = E(\Delta \ell)^2 - (E\Delta \ell)^2 \quad (\text{A.8})$$

Дисперсия оценивается с помощью выборочной дисперсии (т.е. квадрата выборочного СКО) по формуле

$$S_{\Delta \ell}^2 = \frac{1}{N-1} \left(\mu_2 - \frac{1}{N} \mu_1^2 \right). \quad (\text{A.9})$$

Выборочная дисперсия для \bar{C} , как следует из (A.8) равна:

$$S_{\bar{c}}^2 = \frac{1}{N} S_{\Delta \ell}^2, \quad (\text{A.10})$$

а значит выборочное СКО для \bar{C} равно

$$S_{\bar{c}} = \frac{1}{\sqrt{N}} S_{\Delta \ell} \quad (\text{A.11})$$

Определим доверительный интервал для C , содержащий истинное значение этой величины с вероятностью 0,95.

Поскольку случайные величины $\bar{C}, S_{\bar{c}}^2, S_{\Delta \ell}^2$ на основании центральной предельной теоремы теории вероятностей можно считать распределенными нормально, можно пользоваться стандартными формулами математической статистики.

95 %-ный доверительный интервал для \bar{C} задается формулой

$$C_{\max/\min} = \bar{C} \pm 1,96 S_{\bar{c}}. \quad (\text{A.12})$$

Несмещенная оценка для $D S_{\bar{c}}^2$ (выборочная дисперсия $S_{\bar{c}}^2$) находится по формуле

$$S_{S_C}^2 = \frac{N-1}{N^4(N-2)(N-3)} \left(N\mu_4 - 4\mu_3\mu_1 - \frac{N^2-3}{(N-1)^2} \mu_2^2 + 4 \frac{2N-3}{(N-1)^2} \mu_1^2 \left(\mu_2 - \frac{1}{2N} \mu_1^2 \right) \right) \quad (\text{A.13})$$

Тогда 95 %-ный доверительный интервал для σ_C (СКО для \bar{C}) задается формулой

$$\sigma_{\max/\min} = S_{\bar{C}} \pm 0,98 \frac{S_{S_C}^2}{S_{\bar{C}}}. \quad (\text{A.14})$$

Интервал, в котором находится значение суммарной погрешности $\Delta \ell$, задается формулой

$$\Delta \ell_{\max/\min} = \max_i / \min_i \Delta \ell_i, \quad (\text{A.15})$$

где $\Delta \ell_i$ - суммарная погрешность i -го телефонного соединения.

А.2.3 Определение отказа ИИК

Для данной учетной записи отказ (ошибка) в определении ℓ означает выполнение неравенства

$$|\Delta \ell| > \Delta_0 \ell, \quad (\text{A.16})$$

где $\Delta_0 \ell$ - предельно допустимая величина погрешности для ℓ , которая задается в ОТТ на СИПД.

А.2.4 Вероятности ошибок и исход испытаний СИПД

Обозначим:

p - вероятность ошибки СИПД в определении ℓ , т.е. вероятность выполнения неравенства (А.17),

p_0 - предельно допустимая величина p (при испытаниях принимается $p_0 = 0,0001$).

Испытания для данного вида связи состоит в α -достоверном (с заданной вероятностью α , принимаемой обычно равной 0,95) установлении одного из неравенств

$$p < p_0, \quad (\text{A.17})$$

или

$$p > p_0. \quad (\text{A.18})$$

Выполнение неравенства (А.17) соответствует успешному, неравенства (А.18) - соответственно, неуспешному исходу испытаний.

А.2.5 Математическая модель определения отказа ИИК

Введем следующие определения и обозначения:

N - количество учетных записей при испытаниях,

n - количество отказов ИИК,

$b = \Phi^{-1}(\alpha)$ - функция, обратная к стандартной нормальной функции распределения.

Стандартную нормальную функцию распределения, вычисляют по формуле

$$\Phi(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^a e^{-\frac{u^2}{2}} du, \quad (\text{A.19})$$

$\delta_{\Pi}(\alpha)$ - корень уравнения определяют по формуле

$$e^{-\lambda} \sum_{i=0}^n \frac{\lambda^i}{i!} = 1 - \alpha, \quad (\text{A.20})$$

которое решается методом Ньютона, по уравнениям

$$\gamma_n = \begin{cases} \delta_{n-1} (1 - \alpha) & \text{при } 3 \leq n \leq 15, \\ n + \frac{b^2}{2} - b\sqrt{n + \frac{b^2}{4}} & \text{при } n \geq 16, \end{cases} \quad (\text{A.21})$$

$$\beta_n = \begin{cases} \delta_n(\alpha) & \text{при } 0 \leq n \leq 15, \\ n + \frac{b^2}{2} + b\sqrt{n + \frac{b^2}{4}} & \text{при } n \geq 16, \end{cases} \quad (\text{A.22})$$

$[x]$, $]x[$ - наименьшее, соответственно, наибольшее целое число не меньшее, соответственно, не большее, чем x ,

$$N_H(n) = \left[\frac{\gamma_n}{P_0} \right], N_B(n) = \left] \frac{\beta_n}{P_0} \right[. \quad (\text{A.23}), (\text{A.24})$$

В частности, для случая $n = 0$ из формулы (A.20) получаем $\delta_0(0,95)$ - корень уравнения

$$e^{\delta_0} = 1 - \alpha = 0,05, \quad (\text{A.25})$$

т.е. $\delta_0 = \ln 20 = 3$, откуда из уравнений (A.22), (A.23) и (A.24) находим, взяв $p_0 = 0,01$, что

$$N(0) = \frac{3}{0,01} = 300. \quad (\text{A.26})$$

Вышеприведенная процедура вытекает из способа построения оптимальных доверительных интервалов для p по полученным в процессе испытаний значениям N и n .

Решение задач (A.17), (A.18) эквивалентно проверке неравенств

$$N_H(n) < N < N_B(n) \quad (\text{A.27})$$

Пока неравенство (A.27) выполняется, испытания продолжаются и заканчиваются, как только в левой или правой части достигается знак $=$, что, соответственно, означает неуспешный или успешный исход испытаний.

Нижняя p_n и верхняя p_b 0,95 - достоверные границы для вероятности отказа p определяются по формулам

$$P_H = \frac{\gamma_n}{N}, P_B = \frac{\beta_n}{N}. \quad (\text{A.28}), (\text{A.29})$$

Данная последовательная процедура является оптимальной (не улучшаемой) - имеет для заданного уровня достоверности α наименьшее возможное среднее время проведения испытаний.

Таким образом реализован встроенный аппарат сбора и обработки результатов испытаний СИПД.

Приложение Б
(справочное)

Таблицы результатов поверки

Таблица 1. Доверительные результаты. Количество информации.

Систематическая составляющая погрешности, байт, С		СКО Систематической составляющей, байт		Суммарная погрешность, байт D1	
min	max	min	max	min	max

Таблица 2. Итоговые результаты. Объем.

№ этапа, i	Колич. инф., байт, Vi	Число вызовов, Ni	Число отказов СУ, pi	Число пропущ. вызовов, Nпр i	Систематич. сост. погр., байт, Ci	СКО погрешности	
						Суммарной и случайной составл., байт	Систематической составл., байт
1							
2							
3							
Итого							

По результатам испытаний (поверки) дается заключение: **успешно (не успешно), (недостовечно)**

Приложение В**Описание формата файлов для определения погрешности измерения количества (объема) информации**

Во время испытаний файл подробного учета создается устройством IQMA.

Файл учета содержит информацию в виде текстовых строк постоянной длины. Минимальная длина строки – 50 символов.

Каждому соединению в учетном файле соответствует одна строка. Каждая строка заканчивается символами перевода строки (OA'H), возврата каретки (OD'H).

ПО прибора «Амулет-М» импортирует четыре поля из каждой записи файла учета.

Эти поля должны располагаться в определенном порядке среди прочих информационных полей:

Время получения пакета из начальной точки

IP-адрес отправителя

Размер отправленных данных

Размер принятых данных

Длительность сессии

Отключение выше перечисленных полей или включение между ними посторонних полей может привести к неправильному импорту данных учета тарифной информации.

Пример записи:

<Дата> <Время> <IP> <Передано> <Принято> <Длительность>

```
maxim@ubuntu:/var/ftp/stat$ tail amulet-15-rpt2.txt
2016-05-18 16:25:27 192.168.0.22 001658 001646 0001
2016-05-18 16:25:27 192.168.0.23 001646 001658 0001
2016-05-18 16:26:02 192.168.0.22 014059 014583 0009
2016-05-18 16:26:02 192.168.0.23 014583 014059 0009
2016-05-18 16:26:44 192.168.0.22 013547 015083 0008
2016-05-18 16:26:44 192.168.0.23 015083 013547 0008
2016-05-18 16:27:34 192.168.0.22 014595 015107 0009
2016-05-18 16:27:34 192.168.0.23 015107 014595 0009
2016-05-18 16:28:17 192.168.0.22 015131 014595 0009
2016-05-18 16:28:17 192.168.0.23 014595 015131 0009
maxim@ubuntu:/var/ftp/stat$
```