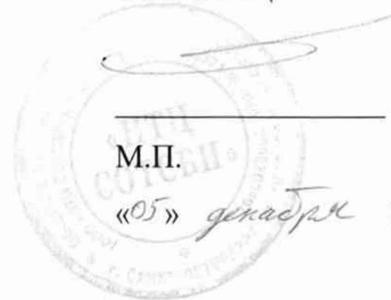


**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор

ООО «НТЦ СОТСБИ»



В. Ю. Гойхман

М.П.

2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ**

**ITooLabs Communication Server**

Методика поверки

**МП5295-001-76604717-2022**

## Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки .....	4
3	Требования к условиям проведения поверки.....	5
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	5
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	5
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	7
7	Внешний осмотр .....	7
8	Проверка программного обеспечения.....	8
	8.1 Идентификация серийного номера .....	8
	8.2 Идентификация программного обеспечения .....	8
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	9
	9.1 Подготовка к поверке .....	9
	9.2 Опробование.....	10
10	Определение метрологических характеристик .....	17
11	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	19
12	Оформление результатов поверки.....	19
	Приложение А.....	21
	Характеристики прибора СИГМА-2 .....	21
	Математический аппарат обработки результатов испытаний.....	21
	А.1 Формирователь – измеритель соединений СИГМА-2. Общие сведения. ....	21
	А.2 Математический аппарат обработки результатов испытаний.....	22
	Приложение Б .....	27
	Таблицы результатов поверки .....	27
	Приложение В.....	28
	Лист регистрации изменений .....	30

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее также – МП) распространяется на системы измерений длительности соединений ITooLabs Communication Server (далее – СИДС), производства ООО "Айтулабс", г. Тула, и устанавливает объем, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 СИДС является виртуальной (функциональной) системой измерений длительности телефонных соединений комплекса оборудования с измерительными функциями, реализованного на оборудовании учрежденческо-производственной автоматической телефонной станции "ITooLabs Communications Server" (версии ПО: 3 и 5.1) и автоматизированной системы расчетов "ITooLabs Communications Server" (версия ПО: 5.1), производства ООО "Айтулабс", г. Тула, предназначенного для применения на сети связи общего пользования в качестве учрежденческо-производственной автоматической телефонной станции с использованием технологии коммутации пакетов информации.

1.3 СИДС ITooLabs Communication Server выполняет следующие функции: измерение длительности телефонных соединений; сбор и хранение исходных данных (учетной информации); передачу учетной информации в автоматические системы расчетов.

1.4 Методика разработана в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020, рекомендацией РМГ 51-2002 «ГСИ Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения» и ГОСТ Р 8.973-2019 «ГСИ. Национальные стандарты на методики поверки. Общие требования к содержанию и оформлению».

1.5 При проведении поверки СИДС обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2022).

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта стандарта на методику поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Нет	Нет
Подготовка к поверке	9.1	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	8.2	Да	Да
Опробование	9.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик: – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности телефонных соединений в диапазоне от 1 до 3600 с; – вероятность неправильного представления исходных данных для тарификации	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

2.2 При использовании средств поверки, указанных в таблице 2, норма времени на проведение первичной и периодической поверок составляет не более 2-х часов при задействовании 8-ми информационно-измерительных каналов. При уменьшении задействованных ИИК норма временикратно увеличивается.

2.3 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем поддиапазоне измерений.

2.3 В случае получения отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенной в таблице 1, поверка прекращается, а владелец СИ извещается об отрицательных результатах поверки. Повторная поверка проводится после проверки параметров сети и СИДС.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106 кПа

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие документ «Системы измерений длительности соединений ITooLabs Communication Server. Руководство по эксплуатации. 5295-001-76604717-2022РЭ», эксплуатационную документацию на основные и вспомогательные средства поверки и настоящую методику поверки;
- имеющие навык работы в операционной среде Linux, пакетах офисных программ;
- обладающие компетенциями в области телекоммуникаций, IP-технологий, сетей передачи данных.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки и эталоны, приведенные в таблице 2.

5.2 Для определения условий проведения поверки используют вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

5.3 Эталоны единиц величин должны быть утвержденного типа в соответствии с пунктом 6 Положения об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. N 734.

5.4 Средства измерений должны быть утвержденного типа.

5.5 Эталоны единиц величин и средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда по требованию государственных поверочных схем

5.6 Результаты поверки применяемых средств измерений и эталонов должны быть подтверждены сведениями о результатах поверки средств измерений и эталонов, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений или свидетельством о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки
9.2, 10	Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования длительности сеанса передачи данных и телефонного соединения в диапазоне от 1 до 3600 с, $\pm 0,05$ с; Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности сеанса передачи данных и телефонного соединения в диапазоне от 1 до 3600 с, $\pm 0,05$ с	Формирователь – измеритель соединений СИГМА-2, рег. № 84943-22
Вспомогательные средства поверки		
9.2, 10	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне от 0 до 750 В при частоте от 10 Гц до 20 кГц $\pm(0,07+0,02)$ , где первое слагаемое – процент от измеренного значения, второе слагаемое – процент от предела измерений	Цифровой мультиметр 34460А
9.2, 10	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (после введения поправок из паспорта) $\pm 0,2$ кПа, пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности (после введения поправок из паспорта) $\pm 0,5$ кПа в диапазоне от 80 до 106 кПа	Барометр БАММ-1
9.2, 10	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры при температуре воздуха в зоне измерений $(20\pm 5)$ °С $\pm 0,5$ °С, пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений при изменении температуры на каждые 10 °С $\pm 0,5$ °С в диапазоне от 0 до 50 °С; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности при температуре воздуха в зоне измерений $(20\pm 5)$ °С $\pm 5$ %, пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при изменении температуры на каждые 10 °С $\pm 5$ % в диапазоне от 10 до 98 %	Измеритель температуры и влажности ТКА-ПКМ
<p>1) Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p> <p>2) В приложении А приведены характеристики прибора СИГМА-2 и математический аппарат, положенный в основу обработки результатов поверки (испытаний).</p> <p>3) В приложении Б приведены таблицы результатов поверки</p>		

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать правила техники безопасности, определенные в эксплуатационных документах на средства поверки и поверяемые СИ.

6.3 При проведении поверки запрещается:

- проводить работы по монтажу и демонтажу применяемого в поверке оборудования;
- производить работы по подключению соединительных кабелей при включенном питании прибора СИГМА-2.

6.4 Процесс проведения поверки не относится к работам с вредными или особо вредными условиями труда.

6.5 Безопасность поверителей и обслуживающего персонала при поверке СИДС на месте установки должна обеспечиваться конструкцией оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.038, ГОСТ 12.1.045, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 25861 и технической документацией на комплекс оборудования, в состав которого входит СИДС.

## **7 Внешний осмотр**

7.1 В связи с тем, что СИДС является виртуальной (функциональной) системой измерений длительности телефонных соединений комплекса оборудования с измерительными функциями, реализованного на оборудовании учрежденческо-производственной автоматической телефонной станции "ITooLabs Communications Server" (версии ПО: 3 и 5.1) и автоматизированной системы расчетов "ITooLabs Communications Server" (версия ПО: 5.1), то внешний осмотр не проводится. Проверка комплектности не требуется.

## 8 Проверка программного обеспечения

### 8.1 Идентификация серийного номера

8.1.1 Идентификация серийного номера осуществляется при участии технического персонала, обслуживающего СИДС, в соответствии с эксплуатационной документацией на оборудование с измерительными функциями.

Идентификация серийного номера осуществляется путем выполнения команды в командной строке:

```
DefaultDomain()  
<=load
```

### 8.2 Идентификация программного обеспечения

8.2.1 Идентификационные данные программного обеспечения определяются при участии технического персонала, обслуживающего СИДС, в соответствии с эксплуатационной документацией на оборудование с измерительными функциями.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные соответствуют данным, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ITooLabs Communication Server
Номер версии (идентификационный номер) ПО	5.1
Цифровой идентификатор ПО	-

8.2.2 На рисунке 1 приведен пример результата выполнения команды для считывания идентификационных данных ПО путем выполнения команды в командной строке:

```
centrex_core
```



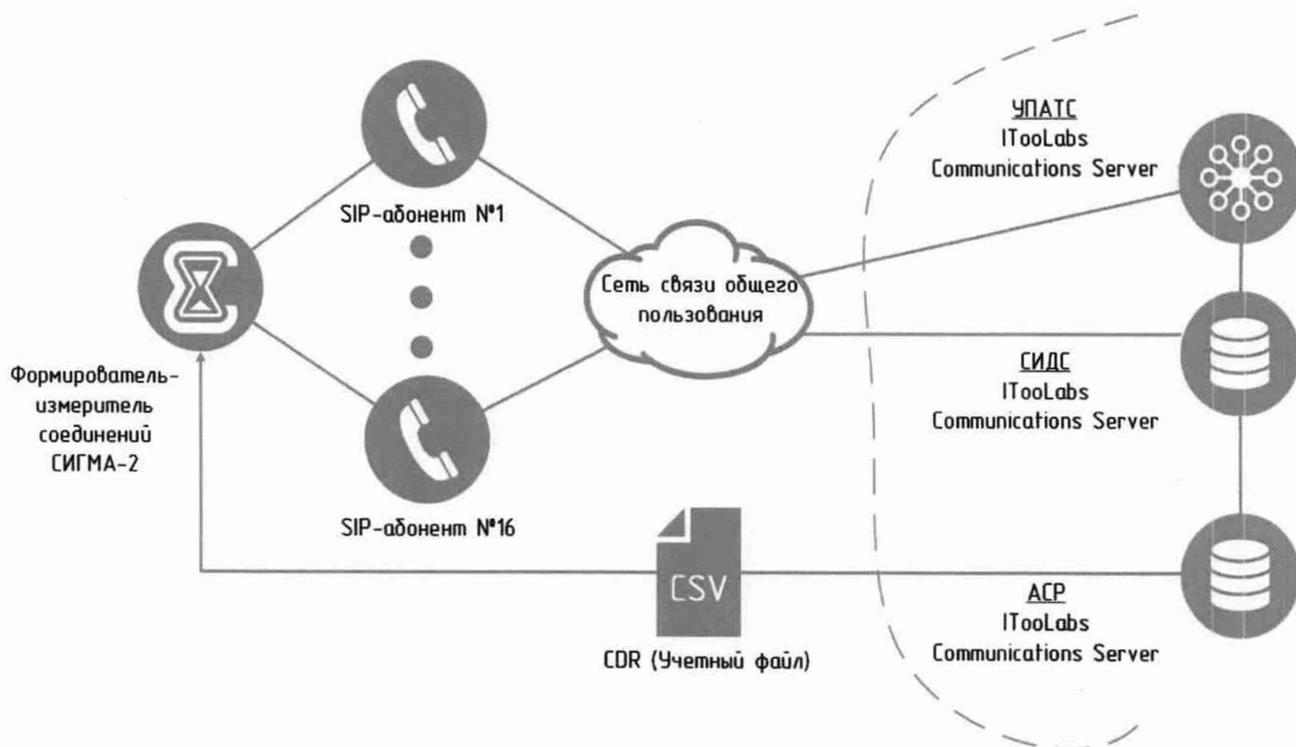


Рисунок 2 – Схема поверки СИДС

## 9.2 Опробование

9.2.1 Опробование производят по схеме в соответствии с рисунком 1 в следующей последовательности:

- включить питание прибора СИГМА-2. После автоматического запуска операционной системы Linux, на рабочем столе появляются пиктограммы: СИГМА-СИПД, СИГМА-Таксофон, СИГМА-СИДС (Рисунок 3), ассоциированные с программным обеспечением СИГМА-2;

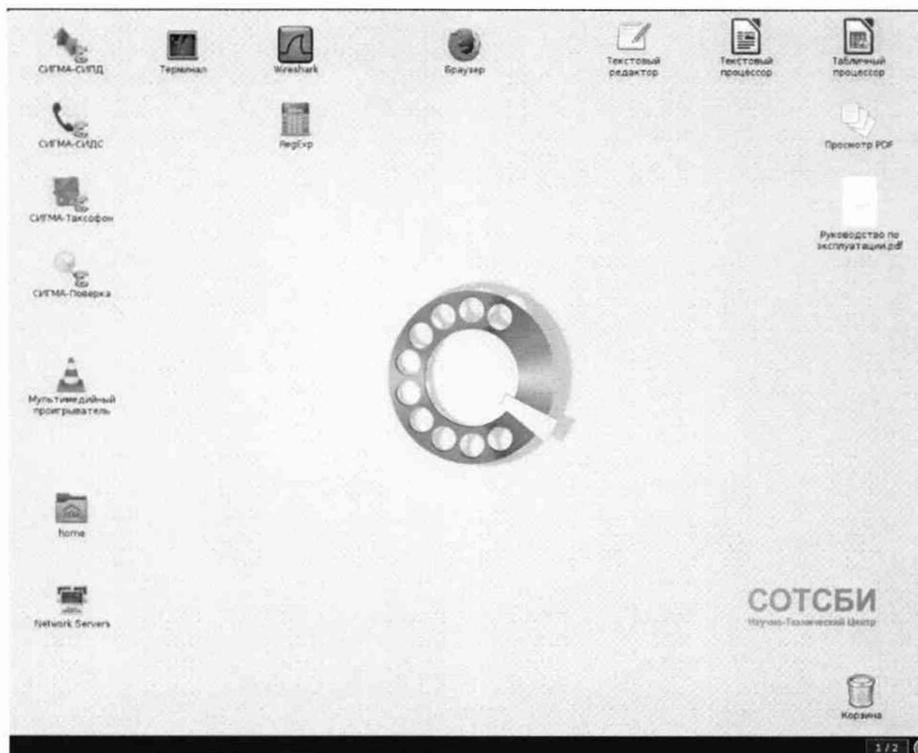


Рисунок 3

- щелкнуть по пиктограмме СИД-СИДС, открывается основное окно подпрограммы СИД-СИДС (Рисунок 4);

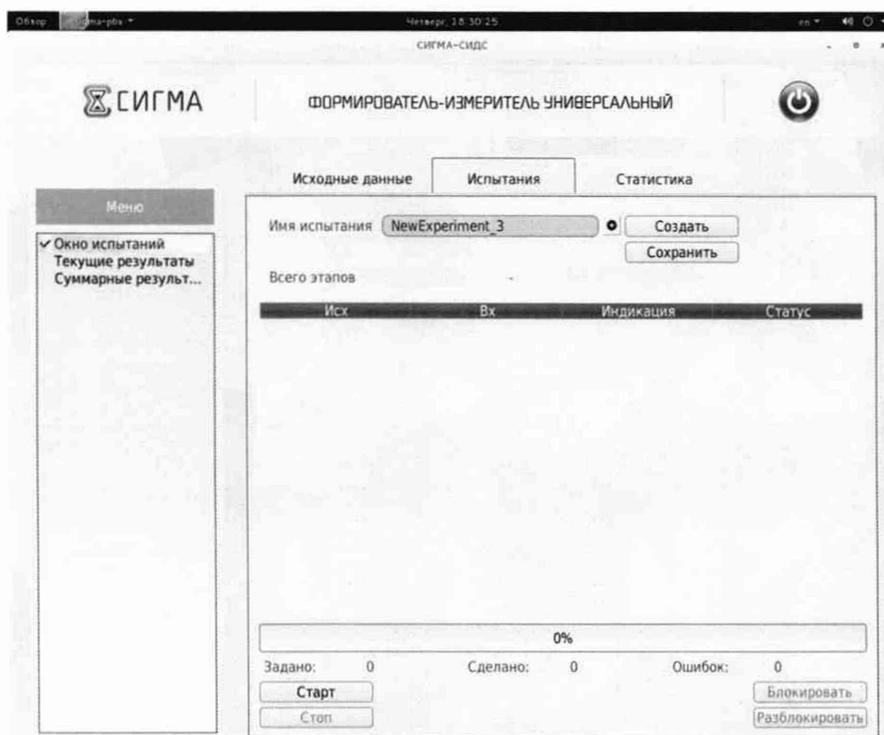


Рисунок 4

- создать новое испытание, для чего надо щелкнуть по кнопке «Создать» (Рисунок 5) и ввести в бокс «Имя испытания» название нового испытания, например, дату поверки и название СИДС;

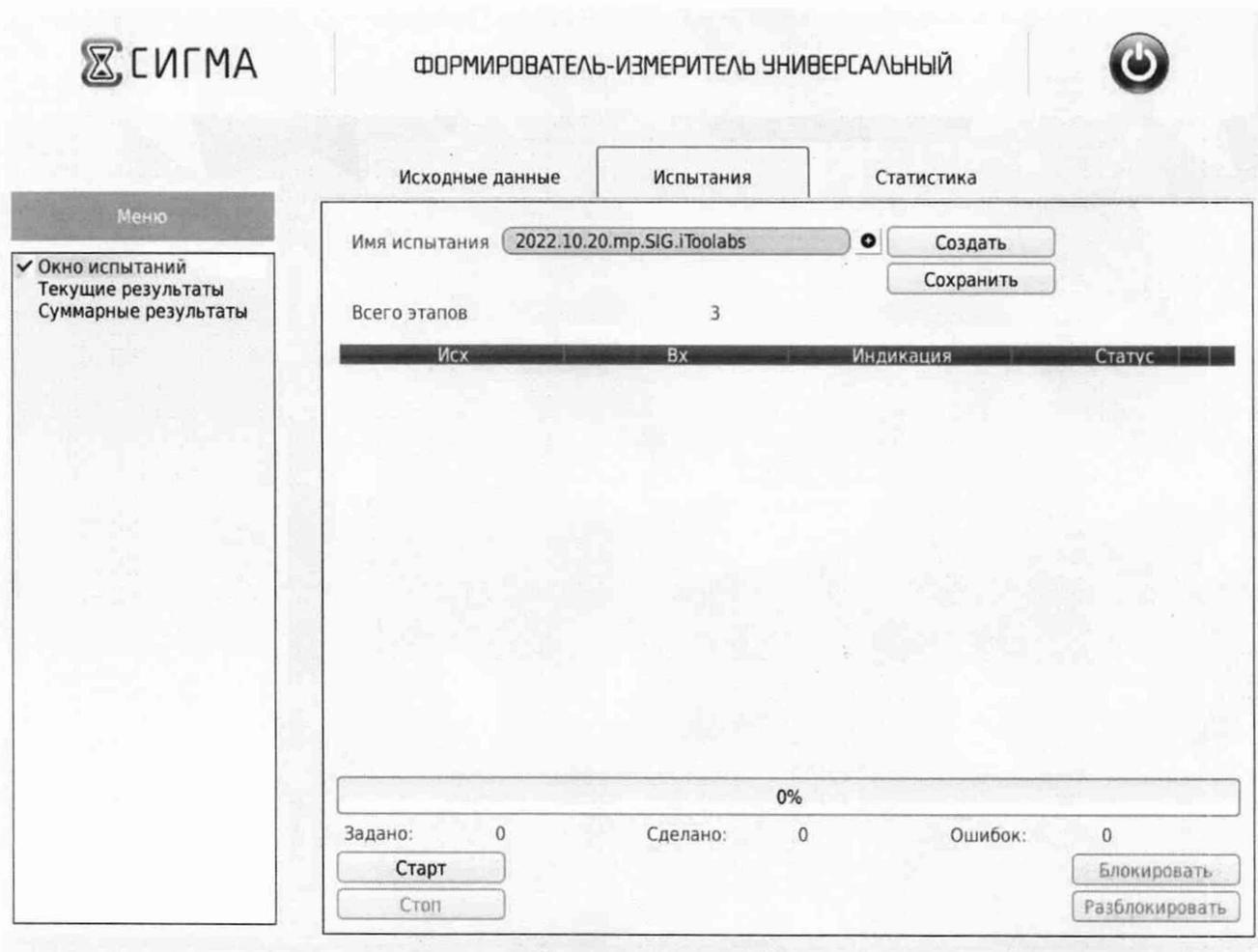


Рисунок 5

- перейти во вкладку «Исходные данные/Комплекты/SIP» (Рисунок 6) и в соответствующих боксах ввести собственные и вызываемые телефонные номера, полученные от оператора;

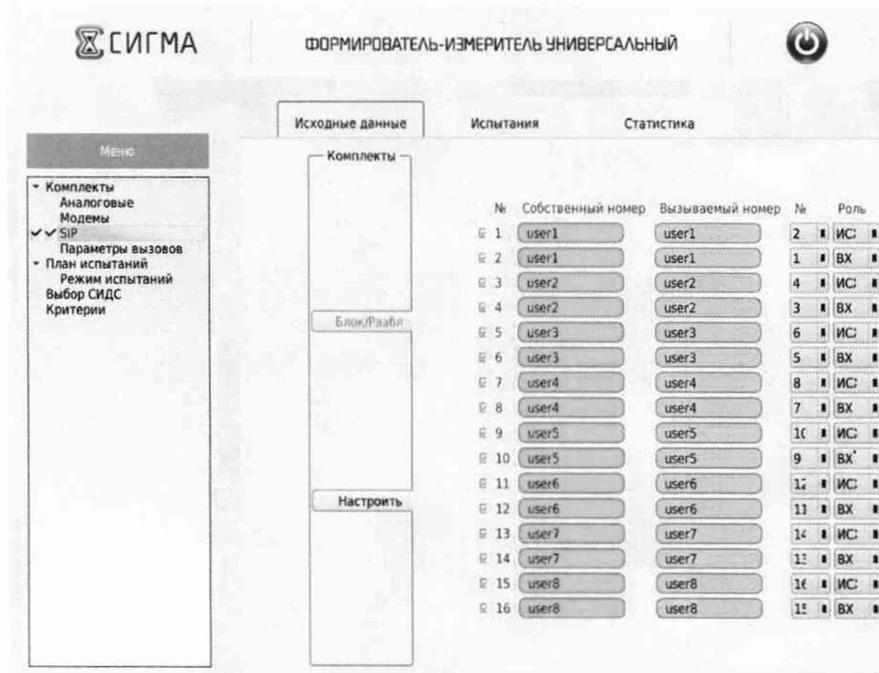


Рисунок 6

- перейти во вкладку «Настроить» и для каждого комплекта ввести Имя пользователя (Логин), Пароль и IP Адрес сервера (Рисунок 7);



Рисунок 7

- щелкнуть вкладку План испытаний (Рисунок 8) и в диалоговое окно Выбор этапа 1 ввести длительность телефонного соединения и количество соединений на этапе. Для опробования создается один этап, а для поверки - 3 этапа в

соответствии с таблицей 4. При необходимости можно сделать дополнительные настройки: Старт со сдвигом и изменить время между сессиями.

Таблица 4

Длительность, с	Количество соединений	Назначение
10	16	Опробование
1	300	Испытания
600	8	
3600*	8	

\* При невозможности установления длительности соединения, равной 3600 с, установить максимально возможную длительность, указанную оператором связи

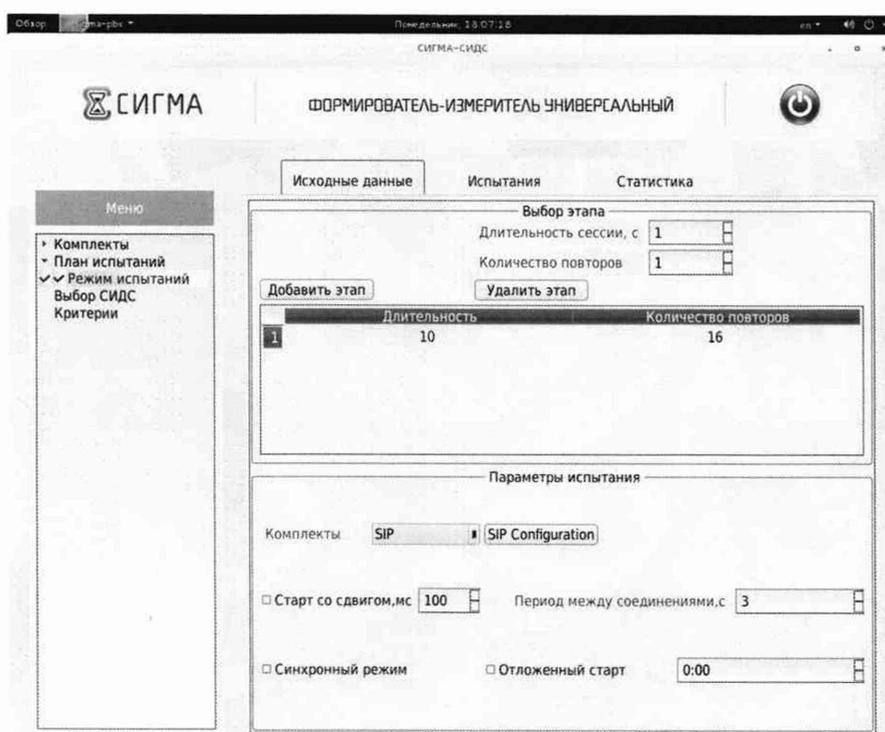


Рисунок 8

- перейти во вкладку «Испытания» и сохранить исходные данные, щелкнув по кнопке «Сохранить».

Настройка для опробования готова к запуску.

- Для старта испытаний необходимо нажать на кнопку «Старт», прибор автоматически выполнит программу опробования;
- После выполнения программы необходимо запросить у оператора учетный файл и скопировать его с уникальным именем испытания в папку sigma\_ip/SIDS прибора СИГМА-2;
- Далее необходимо выполнить конвертацию учетного файла (см. Приложение В) и выполнить расчет испытания. Перейти в меню «Статистика/Выбор испытания/Конвертация» и выбрать или создать конвертор в соответствии с

руководством по эксплуатации прибора СВТН.466961.004РЭ, для автоматического расчета результатов опробования. В разделе «Конвертация» нажать кнопку «Выбрать» и загрузить учетный файл, полученный от оператора (Рисунок 9), после чего начать процесс конвертации.

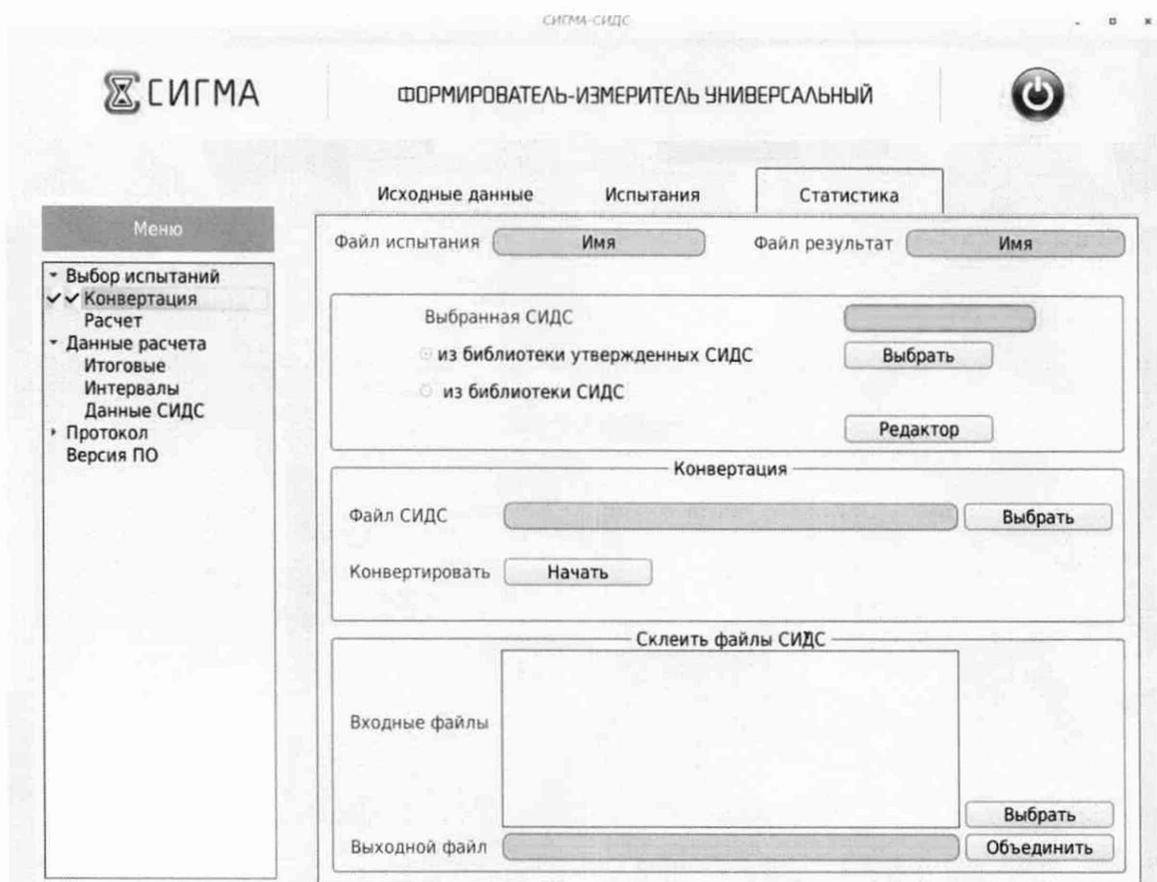


Рисунок 9

- Перейти в меню «Статистика/Выбор испытания/Расчет» (Рисунок 10), в полях «Файл испытания» и «Файл результат» соответственно осуществить выбор учетного файла СИГМА и СИДС, после чего выполнить расчет испытания.

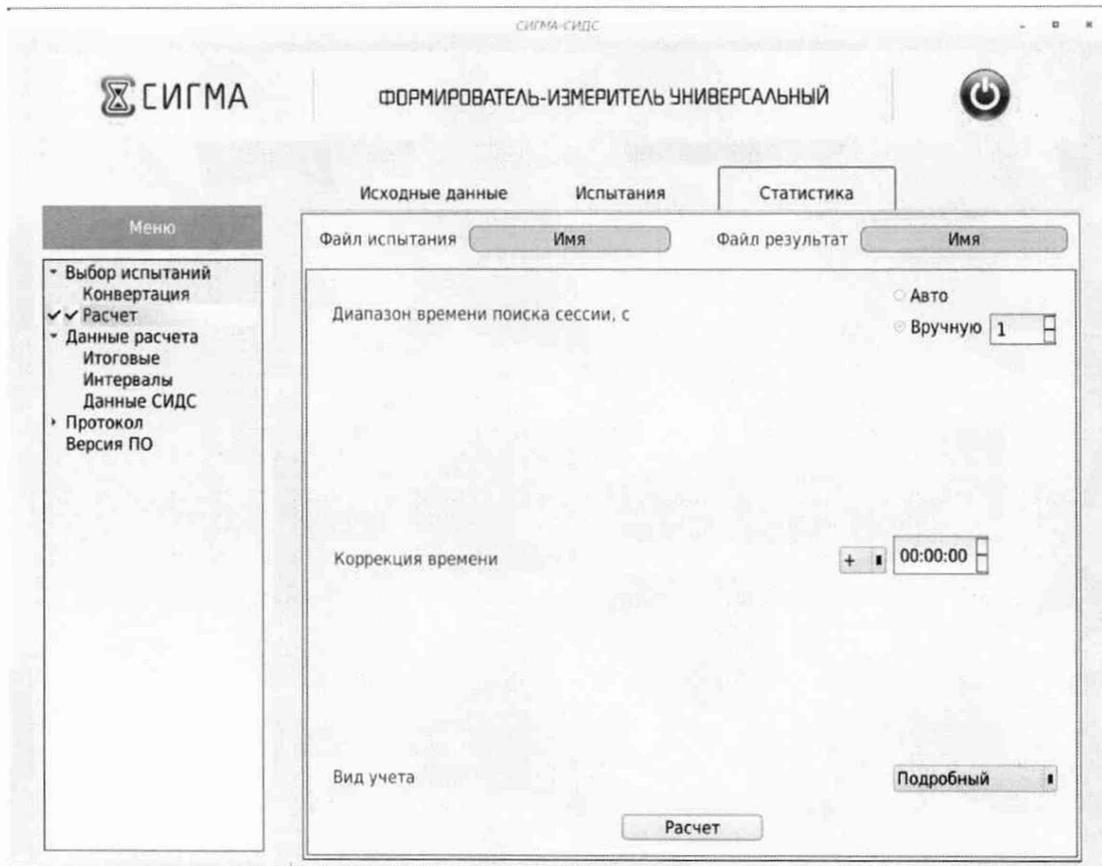


Рисунок 10

- Перейти в меню «Статистика/Данные расчета/Итоговые» (Рисунок 11), затем в меню «Статистика/Данные расчета/Интервалы» (Рисунок 12).

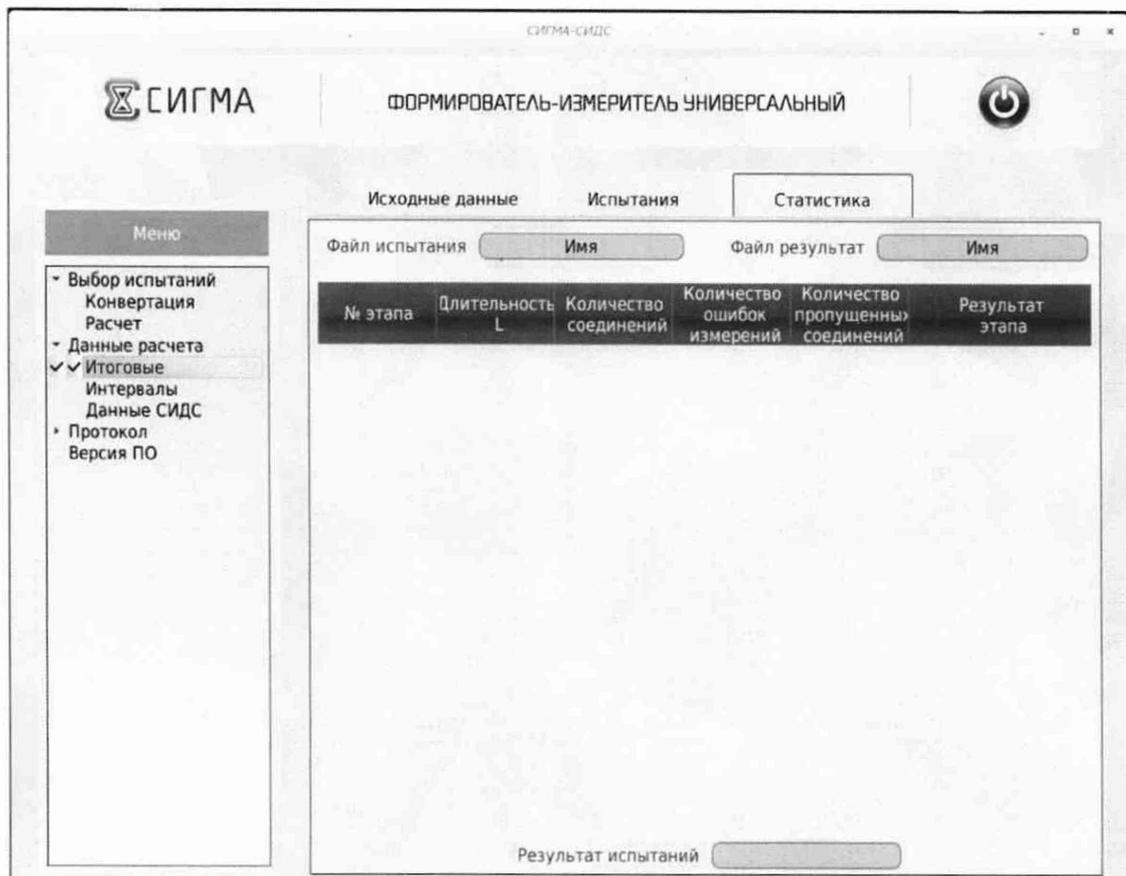


Рисунок 11

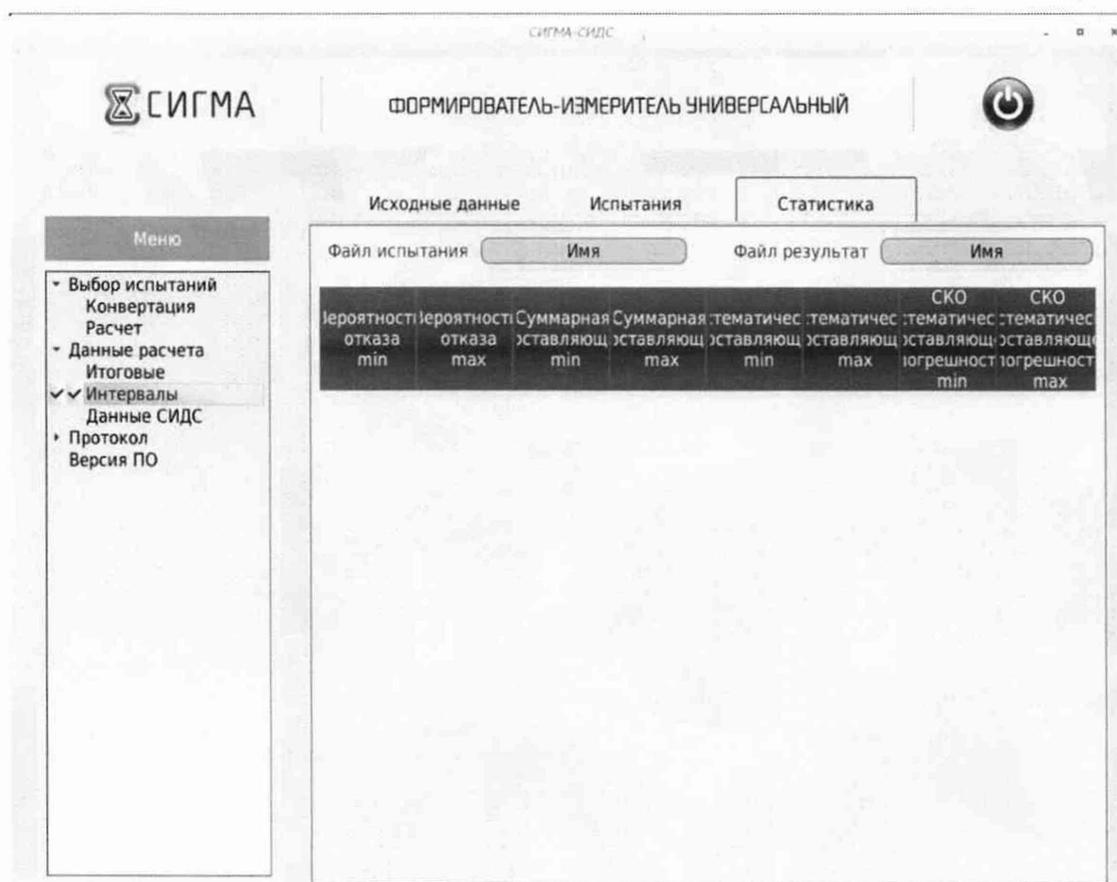


Рисунок 12

- Оценить результаты опробования (успешно, неуспешно):
  - а) при успешном результате опробования (погрешность СИДС для каждого соединения не превышает  $\pm 1$  с, конвертация учетного файла успешна) испытания продолжаются;
  - б) при неуспешном результате (погрешность СИДС хотя бы для одного соединения превышает  $\pm 1$  с, или конвертация учетного файла неуспешна), испытания прекращаются до устранения неисправности.

## 10 Определение метрологических характеристик

10.1 Поверку СИДС проводят на репрезентативных выборках комплексным (сквозным) методом, суть которого заключается в многократной подаче на вход испытываемого оборудования сигнала эталонной длительности телефонного соединения, а по средствам отображения информации (дисплей или учетные файлы) определяют длительности каждого соединения, измеренные СИДС, с дальнейшей обработкой и оценкой метрологических характеристик (МХ).

10.2 Для СИДС нормируются следующие МХ:

- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности телефонных соединений в диапазоне от 1 до 3600 с, с  $\pm 1$ ;
- вероятность неправильного представления исходных данных для тарификации, не более 0,0001.

10.3 В процессе поверки для СИДС определяются:

- систематическая составляющая погрешности;
- СКО (среднеквадратическое отклонение) для суммарной, систематической и случайной составляющих погрешности;
- 95%-ный доверительный интервал систематической составляющей погрешности и СКО систематической составляющей погрешности.

10.4 Определение метрологических характеристик производят по схеме в соответствии с рисунком 2.

Для определения МХ создается 3 этапа (Рисунок 13) в соответствии с содержимым таблицы 4, аналогично пункту 9.2.

СИГМА ФОРМИРОВАТЕЛЬ-ИЗМЕРИТЕЛЬ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

Исходные данные Испытания Статистика

Выбор этапа

Длительность сессии, с 3600

Количество повторов 8

Добавить этап Удалить этап

	Длительность	Количество повторов
1	1	300
2	600	8
3	3600	8

Параметры испытания

Комплекты Модемы SIP Configuration

Старт со сдвигом, мс 100 Период между соединениями, с 6

Синхронный режим  Отложенный старт 0:00

Рисунок 13

Процедуру испытаний прибор СИГМА-2 выполняет автоматически - формирует необходимое количество телефонных соединений различной длительности одновременно по восьми каналам.

## **11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

11.1 Обработка результатов измерений и определение МХ (раздел 10) производится полностью автоматически в приборе СИГМА-2 по соответствующей программе.

11.2 Результаты поверки СИДС считаются положительными, если для всех соединений погрешность измерения длительности телефонных соединений не превышает предельное значение и отсутствуют потери вызовов из-за неправильного определения номера абонента или автоответчика.

11.3 Результаты поверки СИДС считаются отрицательными, если хотя бы для одного соединения погрешность измерения длительности телефонных соединений превышает предельное значение и имеется потеря вызовов из-за неправильного определения номера абонента или автоответчика.

11.4 При отрицательных результатах поверки СИДС после устранения причин проводится повторная поверка в объеме первичной поверки.

11.5 СИДС ITooLabs Communication Server не применяется в качестве эталона.

## **12 Оформление результатов поверки**

12.1 Результаты поверки заносят в протокол. Форма протокола произвольная, рекомендуемая форма записи таблицы результатов приведена в Приложении Б. После выполнения расчета средствами ПО СИГМА-2 поверителем может быть сформирован протокол, содержащий результаты поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.3 В случае положительных результатов поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное по установленной форме.

12.4 В случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к

применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Конструкция оборудования с измерительными функциями, реализованного на оборудовании учрежденческо-производственной автоматической телефонной станции "ITooLabs Communications Server" и автоматизированной системы расчетов "ITooLabs Communications Server", в состав которого входит СИ, не обеспечивает возможность нанесения знака поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки, оттиска поверительного клейма или иным способом изготовленного условного изображения (в случае наличия заявления о выдаче свидетельства владельца СИ или лица, представившего их на поверку оформления свидетельства).

## Приложение А

(справочное)

### Характеристики прибора СИГМА-2

#### Математический аппарат обработки результатов испытаний

##### А.1 Формирователь – измеритель соединений СИГМА-2. Общие сведения.

Формирователи – измерители соединений СИГМА-2 (далее – Приборы) предназначены для:

- формирования и измерений длительности телефонных соединений, сеансов передачи данных, объемов переданной и принятой информации (данных);
- статистического анализа информации, полученной из систем измерений длительности соединений (далее – СИДС) или систем измерений передачи данных (далее – СИПД) оборудования связи;
- измерения разности (расхождения) шкал времени в сетях операторов связи относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC (SU);
- хранения и воспроизведения внутренней шкалы времени, синхронизированной с национальной шкалой времени Российской Федерации UTC (SU) по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (далее – ГНСС) ГЛОНАСС/GPS или по сети Интернет путем установления связи с серверами точного времени, используя протокол NTP;
- измерения параметров сетей передачи данных, выполняемых при обеспечении целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования.

#### Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений разности (расхождения) шкал времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC (SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до 86400 с, мс	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности расхождения шкалы времени Прибора со шкалой времени Российской Федерации UTC (SU) при отсутствии синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, мс/сутки, не более	$\pm 150$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования длительности сеанса передачи данных и телефонного соединения в диапазоне от 1 до 3600 с, с	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности сеанса передачи данных и телефонного соединения в диапазоне от 1 до 3600 с, с	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности телефонного соединения с использованием таксофона в диапазоне от 1 до 600 с, с	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений переноса единиц объемов (количества) информации в диапазоне от 1 байта до 1 Тбайт, байт	$\pm 0$
Погрешность измерений единиц объемов (количества) информации, принимаемой в сеансе передачи данных в диапазоне от 1 байта до 1 Тбайт, байт	$\pm 1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений средней задержки передачи пакетов данных в диапазоне от 0 до $2 \cdot 10^3$ мкс, мкс	$\pm 0,05$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений средней задержки передачи пакетов данных в диапазоне от $2 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^6$ мкс, мкс	$\pm 10$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений вариации задержки передачи пакетов данных в диапазоне от 0 до $2 \cdot 10^3$ мкс, мкс	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений вариации задержки передачи пакетов данных в диапазоне от $2 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ мкс, мкс	$\pm 10$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента потерь пакетов данных в диапазоне от 0 до 1	$\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений пропускной способности канала передачи данных в диапазоне от $10 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^9$ бит/с, %	$\pm 0,5$

## А.2 Математический аппарат обработки результатов испытаний

### 1. Исходные данные

$\Delta t$  – предельно допустимое значение погрешности измерения длительности;

$\Delta V$  – предельно допустимое значение погрешности измерения количества переданной (принятой) информации;

$P_{\text{ДОВ}}$  – доверительная вероятность (принимается 0,95);

$P_0$  – предельно допустимая вероятность превышения допустимых значений погрешности измерений –  $10^{-2}$  (выбирается из компромиссным соображений, так чтобы обеспечить репрезентативность выборки и одновременно минимизировать ее объем).

### 2. Модель испытаний:

Проводимые испытания представляет собой последовательность независимых друг от друга опытов, в которых вероятность успеха –  $p$ , вероятность неуспеха (отказа)  $q = (1 - p)$ . Причем эти вероятности независимы и одинаковы для каждого опыта. Тогда, число успехов  $S$  из  $n$  проводимых опытов - является случайной величиной, распределенной по биномиальному закону

$$P(S < s) = \sum_{k=0}^s \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k}, \quad (1)$$

где  $P(S < s)$  – вероятность того, что число успехов не превысит величины  $s$ .

В модели событием (успешным или неуспешным) будет каждый результат измерения контролируемого параметра.

Событие (измерение) считается успешным событие, если погрешность измерения меньше или равна установленному нормативным документом предельно допустимому значению погрешности, в противном случае событие (измерение) считается неуспешным. Неуспешным, также считается измерение, результат которого не зафиксирован.

Тогда,  $p$  – вероятность появления успешного события, а  $q$  – вероятность появления неуспешного события (отказа).

### 3. Критерии завершения испытаний:

В ходе проведения испытаний требуется проверить, что оцениваемое значение  $\bar{q} < P_0$  при выбранном значении доверительной вероятности.

Вероятность  $P(S < s)$  можно рассматривать, как вероятность попадания оцениваемой величины  $\bar{q}$  в заданный интервал  $[0, q]$ .

Т.е. должно выполняться соотношение  $P(S < s) = P_{\text{дов}}$ , или, исходя из (1):

$$\sum_{k=0}^s \binom{k}{n} (1 - P_0)^k P_0^{n-k} \geq P_{\text{дов}} \quad (2)$$

Из соотношения (2) находим  $s$ . Фактически это означает, что при вероятности отказа (ошибки измерения), равной  $P_0$ , с вероятностью  $P_{\text{дов}}$  будут успешными не более  $s$  измерений.

Иначе говоря, если в серии из  $n$  испытаний число отказов составит не более, чем  $y = (n - s)$ , то можно утверждать, вероятность неправильной работы меньше предельно допустимой. Обозначим это значение  $y_n$ .

Аналогично, из соотношения (3), можно определить значение  $s$  и, соответственно,  $y = (n - s)$ , при котором вероятность неправильной работы контролируемой системы измерений – окажется больше предельно допустимой. Обозначим его  $y_b$ .

$$\sum_{k=0}^s \binom{k}{n} (1 - P_0)^{n-k} \geq P_{\text{дов}} \quad (3)$$

Таким образом, в процессе проведения испытаний, в соответствующие моменты времени, проводится анализ зафиксированного количества ошибок (отказов)  $y$  на соответствие границам  $y_n$  и  $y_b$ , определенным, в соответствии с (2) и (3).

Если  $y < y_n$ , то испытания закончены, результат **УСПЕШНО**;

Если  $y < y_b$ , то испытания закончены, результат **НЕУСПЕШНО**;

Если  $y_n < y < y_b$ , то испытания следует продолжать, **ДАННЫХ НЕДОСТАТОЧНО**;

Результаты расчетов, определяющие соотношения необходимого числа испытаний и зафиксированного числа ошибок (измерений, превышающих допустимую погрешность) приведены в Таблице А.1.

Таблица А.1

Вероятность	ошибки $P_0$ 0,01	
Число испытаний	Успешно если ошибок меньше или равно	Неуспешно если ошибок больше
	300	1
473	2	9
628	3	11
773	4	13
913	5	14
1049	6	16
1182	7	18
1312	8	19
1441	9	21
1568	10	22
1693	11	24
1818	12	25
1941	13	27
2064	14	28
2185	15	30
2306	16	31

Т.е, если проведено 300 испытаний (измерений) и число ошибок (превышения допустимой погрешности) не более 1, то вероятность безотказной работы контролируемого зонда не превосходит  $P_0$ . Если же число ошибок превысило 6, то вероятность отказа для данного зонда заведомо превышает  $P_0$ .

#### 4. Точечные и интервальные оценки погрешности

Оцениваемая погрешность измерений – это случайная величина, обозначим её  $X$ .

Набор значений этой величины мы можем вычислить для каждого измерения, как разность между эталонным (задаваемым прибором СИГМА-2) значением и значением, измеренным контролируемым оборудованием.

$$X_i = \text{Эт}_i - \text{Изм}_i$$

Таким образом, после  $n$  измерений получим набор значений погрешности измерений от  $X_1$  до  $X_n$ .

Нашей задачей является оценка математического ожидания и дисперсии погрешности, их интервальных оценок с доверительной вероятностью 0,95.

Погрешность измерений является случайной величиной. На практике, принимают, что эти погрешности имеют нормальное распределение. Это обусловлено тем, что погрешности

измерений складываются из большого числа небольших воздействий, ни одно из которых не является преобладающим. Согласно же центральной предельной теореме сумма бесконечно большого числа взаимно независимых бесконечно малых случайных величин с любыми распределениями имеет нормальное распределение.

Реально, даже воздействие ограниченного числа воздействий, приводит к нормальному распределению погрешностей результатов измерений.

Вычисление точечных и интервальных оценок проводится после окончания испытаний, на основе данных о погрешностях, зафиксированных в каждом измерении.

4.1 Систематическая составляющая погрешности – это матожидание. При многократных измерениях эффективной оценкой математического ожидания для группы из  $n$  наблюдений является среднее арифметическое  $\bar{x}$ :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4)$$

4.2 Оценка СКО (среднего квадратического отклонения) систематической погрешности:

$$S = \frac{\sigma_B}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \sum_i^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

4.3 Доверительный (95 %) интервал систематической составляющей погрешности:

$$a = \bar{x} \pm 1,96 \cdot s \quad (7)$$

Значение 1,96 (обратная функция Лапласа для значения доверительной вероятности 0,95) выбирается ввиду того, что при выбранном нами объеме испытаний, распределение Стьюдента аппроксимируется нормальным распределением.

4.4 Доверительный (95 %) интервал для СКО систематической погрешности (при больших выборках):

$$\frac{\sqrt{2n}}{\sqrt{2n-3} + 1,96} \cdot s \leq \sigma \leq \frac{\sqrt{2n}}{\sqrt{2n-3} - 1,96} \cdot s \quad (8)$$

4.5 Доверительный (95 %) интервал, в котором находится значение суммарной погрешности:

$$X_{min} \leq X_{сум} \leq X_{max} \quad (9)$$

*min* и *max* – это минимальное и максимальное значения погрешности соответствующего измерения.

4.6 Доверительный интервал вероятности ошибки (отказа).

Доверительный (95 %) интервал вероятности ошибки оценивается на основе соотношения между значениями количества ошибок (отказов) *n* и объемом проведенных испытаний (количеством сеансов/соединений) *N*.

Эти оценки для количества ошибок *n*, в диапазоне от 0 до 5 просчитаны заранее и представлены в таблице А.2.

Таблица А.2.

Количество ошибок, <i>N</i>	$P_{min}$	$P_{max}$
0	0,00017	0,009
1	0,0012	0,016
2	0,0027	0,02
3	0,005	0,03
4	0,006	0,03
5	0,009	0,04

Для значений  $n > 5$  доверительный интервал для вероятности ошибки рассчитывается по формулам 10 и 11.

$$P_{min} = \omega - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{\omega(1 - \omega)}{n}} \quad (10)$$

$$P_{max} = \omega + 1,96 \cdot \sqrt{\frac{\omega(1 - \omega)}{n}} \quad (11)$$

где:  $\omega = \frac{n}{N}$

**Примечание:** если при расчете получаются отрицательные значения СКО или вероятностей – эти значения следует заменить на ноль.

## Приложение Б

(справочное)

### Таблицы результатов поверки

Таблица Б1 - Итоговые результаты

№ этапа	Длительность, L, с	Количество соединений	Количество ошибок измерений	Количество пропущенных соединений	Результат этапа
1	1	300			
2	600	10			
3	3600	10			
Итого		320			

Таблица Б2 – Доверительные интервалы

Вероятность отказа min	Вероятность отказа max	Суммарная составляющая min	Суммарная составляющая max	Систематическая составляющая min	Систематическая составляющая max	СКО систематической составляющей погрешности min	СКО систематической составляющей погрешности max

## Приложение В

(справочное)

Наименование шаблона конвертора – **2022-10-18\_MP\_Itoolabs\_SIGMA-conv.cfg**

Для того, чтобы файл подробного учета, полученный от системы измерений длительности соединений СИДС, был корректно импортирован программным обеспечением прибора СИГМА необходимо определить и описать его структуру.

Файл подробного учета, полученный от СИДС "Itoolabs", имеет формат csv. Файл имеет текстовый формат с разделителями полей, где в качестве символа разделителя по подзаписям используется символ "точка с запятой", а каждая строка заканчивается символом "перевод каретки".

Это означает, что подзаписи располагаются в строке со строго определенным смещением по подзаписям от начала записи (начала строки). Таким образом, для идентификации соответствующей подзаписи используется значение, соответствующее десятичному числу разделителей, отделяющих искомую подзапись от начала строки, счет начинается с нуля. Каждая строка содержит информацию об одном соединении.

Полученный файл сохранить в формате csv и скопировать в прибор СИГМА в каталог: home/administrator/sotsbi/sigma\_ats/SIPD.

Программное обеспечение прибора СИГМА импортирует четыре подзаписи из каждой строки файла учета:

- **Номер вызывающего абонента** содержится в подзаписи **со смещением 0**;
- **Номер вызываемого абонента** содержится в подзаписи **со смещением 1**;
- **Дата и время начала соединения** содержатся в подзаписи **со смещением 7**, в формате ДЕН. МЕС. ГОД ЧАС: МИН: СЕК. День, месяц и год разделены символом "точка", часы, минуты, секунды – символом "двоеточие";
- **Продолжительность соединения**, в миллисекундах - подзаписи **со смещением 4**.

Фрагмент файла учета представлен на рисунке В.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	user3@ids.itoolabs.com	user3@ids2.itoolabs.com	765-6a8e-01a4-9072-13c9a84d1	g1e1f0b1	995	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
4	user4@ids.itoolabs.com	user4@ids2.itoolabs.com	954-4f09-4a62-9c0d-1b077621	g250f0d0	1003	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
5	user5@ids.itoolabs.com	user5@ids2.itoolabs.com	01e-4318-4f4e-8b03-405957e6	g2e096f1	996	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
6	user1@ids.itoolabs.com	user1@ids2.itoolabs.com	2578-3a7f-4600-94f5-90007f61	g76mca1a	1006	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
7	user4@ids.itoolabs.com	user4@ids2.itoolabs.com	ba7-3316-40c3-99a8-249248e1	g4j3fm1a	1005	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
8	user7@ids.itoolabs.com	user7@ids2.itoolabs.com	210e-71c7-4694-956d-a081c041	g443fm1b	1007	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
9	user2@ids.itoolabs.com	user2@ids2.itoolabs.com	951-8771-4d44-9325-4133d861	g550821k	1010	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
10	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	455-efca-4d99-9ba9-1c947661	g4e4f592	1012	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
11	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	093-d995-4165-9a0b-613f0b61	g1gpl1c1	1009	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
12	user5@ids.itoolabs.com	user5@ids2.itoolabs.com	1efb-8bac-4d72-90c7-5a19fca1	g3v1161c	1010	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
13	user6@ids.itoolabs.com	user6@ids2.itoolabs.com	463-59ae-4935-8547-959713d1	g4b483fd	1021	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
14	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	c37-3516-4d70-8592-b0a761d2	g61ev9d8	1008	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
15	user4@ids.itoolabs.com	user4@ids2.itoolabs.com	19a-0b44-4b1b-9a67-776d627a	g76fd2c2	1010	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
16	user4@ids.itoolabs.com	user4@ids2.itoolabs.com	4e2-8215-4670-8e45-bd0ee710	g5u4d31c	1006	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
17	user1@ids.itoolabs.com	user1@ids2.itoolabs.com	1b93-dae5-438e-bfbc-a5c4eb4b	g0446e22	1006	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
18	user7@ids.itoolabs.com	user7@ids2.itoolabs.com	1105-b622-4531-9246-4d5ba801	g1n4e511	1003	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
19	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	1b1-2bbe-4976-42f1-c9bb0961	g049d01c	1006	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
20	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	760-d158-433a-b625-8d347831	g031370c	1017	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
21	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	687-e704-4021-4059-b3952c81	g4q4m6b6	1009	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
22	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	10c-8929-4ba7-b71e-1f1e984d1	g519v4e1	1012	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
23	user@ids.itoolabs.com	user@ids2.itoolabs.com	10fe-8766-4d54-bd4f-783764c1	g04e2659	1006	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40
24	user2@ids.itoolabs.com	user2@ids2.itoolabs.com	1862-a4e8-4ae5-b35e-04d2c1b1	g4a132q1	1009	18.10.2022 21:18			18.10.2022 21:18:40

Рисунок В.1

Пример записи в учетном файле:

Первая строка приведенного файла интерпретируется ПО прибора СИГМА следующим образом:

абонент с адресом user3@sids.itoolabs.com инициировал телефонное соединение с абонентом с адресом user3@sids.itoolabs.com, дата и время начала которого зафиксирована в файле, как 18 октября 2022 г. 21 ч, 18 мин 39 с, а продолжительность соединения - 995 мс.

Вызов конвертера осуществляется средствами ПО СИГМА, путем выбора его имени во вкладке: **Исходные данные/Выбор СИДС**.

