

**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор

ООО «НТЦ СОТСБИ»



В. Ю. Гойхман

12 2021 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ**

**Open MSS (Cloud) CM\_Nokia**

Методика поверки

5295-018-46451943-2021МП

## Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Операции поверки.....	4
3	Требования к условиям проведения поверки.....	5
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	5
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	6
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	7
7	Внешний осмотр .....	8
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	8
8.1	Подготовка к поверке .....	8
8.2	Опробование.....	9
9	Проверка программного обеспечения.....	18
9.1	Идентификация серийного номера .....	18
9.2	Идентификация программного обеспечения .....	19
10	Определение метрологических характеристик.....	20
11	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	21
12	Оформление результатов поверки.....	22
	Приложение А .....	23
	Приложение Б .....	29
	Приложение В.....	30
	Лист регистрации изменений .....	32

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее также – МП) распространяется на системы измерений длительности соединений Open MSS (Cloud) CM\_Nokia (далее – СИДС), производства Nokia Solutions and Networks Oy, Финляндия, и устанавливает объем, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 СИДС является виртуальной (функциональной) системой комплекса оборудования с измерительными функциями оконечно-транзитного узла связи (версия ПО Open MSS (Cloud) CM) сетей подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM 900/1800 и UMTS, реализованного с использованием технологии коммутации пакетов информации, с функциями GPRS, COPM, в составе: сервер MSC MSS с функциями узла коммутации услуг SSP, с интегрированным визитным регистром местонахождения VLR; сервер TRS; шлюз MGW (версии ПО Open MGW 18, Open MGW CM); сервер CDS; центр управления и технического обслуживания NetAct (версии ПО NetAct 20, NetAct 22), производства Nokia Solutions and Networks Oy (Финляндия).

1.3 Функционально СИДС размещается на сервере MSC MSS с функциями узла коммутации услуг SSP, с интегрированным визитным регистром местонахождения VLR.

1.4 СИДС Open MSS (Cloud) CM\_Nokia выполняет следующие функции: измерение длительности телефонных соединений; сбор и хранение исходных данных (учетной информации); передачу учетной информации в автоматические системы расчетов.

1.5 Методика разработана в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России 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».

1.6 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 №1621.

## 2 Операции 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	8	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	9.2	Да	Да
Опробование	8.2	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 Таблица 2, норма времени на проведение первичной и периодической поверок составляет не более 2,5 часов при задействовании 4-х информационно-измерительных каналов. При уменьшении задействованных ИИК норма времени кратно 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.

Прибор СИГМА должен находиться в зоне уверенного приема сигналов сети подвижной радиотелефонной связи.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие документ «Оборудование оконечно-транзитного узла связи (версия ПО Open MSS (Cloud) CM) сетей подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM 900/1800 и UMTS, реализованного с использованием технологии коммутации пакетов информации, с функциями GPRS, COPM, в составе: сервер MSC MSS с функциями узла коммутации услуг SSP, с интегрированным визитным регистром местонахождения VLR; сервер TRS; шлюз MGW (версии ПО Open MGW 18, Open MGW CM); сервер CDS; центр управления и технического обслуживания NetAct (версии ПО NetAct 20, NetAct 22). Руководство по эксплуатации 5295-018-46451943-2021ПЭ», 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 IP-технологий и архитектур построения сетей подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM900/1800, UMTS.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

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

5.4 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.

5.5 Средства измерений должны быть утвержденного типа.

5.6 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

5.7 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
8.2, 10	Диапазон формирования длительности телефонных соединений от 1 до 3600 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования длительности телефонных соединений $\pm 0,25$ с; диапазон измерения длительности телефонных соединений от 1 до 3600 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности телефонных соединений $\pm 0,25$ с;	Формирователь – измеритель соединений универсальный СИГМА, рег. № 61022-15
Вспомогательные средства поверки		
8.2, 10	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне от 0 до 750 В при частоте от 10 Гц до 20 кГц $\pm(0,07+0,02)$ ,	Цифровой мультиметр 34460А

	где первое слагаемое – процент от измеренного значения, второе слагаемое – процент от предела измерений	
8.2, 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
8.2, 10	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры при температуре воздуха в зоне измерений $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений при изменении температуры на каждые $10 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности при температуре воздуха в зоне измерений $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \%$ , пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при изменении температуры на каждые $10 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \%$ в диапазоне от 10 до 98 %	Измеритель температуры и влажности ТКА-ПКМ
1) Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью. 2) В приложении А приведены характеристики прибора СИГМА и математический аппарат, положенный в основу обработки результатов поверки (испытаний). 3) В приложении Б приведены таблицы результатов поверки		

## 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.

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

6.6 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 комплекса оборудования с измерительными функциями оконечно-транзитного узла связи (версия ПО Open MSS (Cloud) CM) сетей подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM 900/1800 и UMTS, реализованного с использованием технологии коммутации пакетов информации, с функциями GPRS, COPM, то внешний осмотр не проводится. Проверка комплектности не требуется.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Подготовка к поверке**

8.1 Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

8.1.1 Получить у оператора связи, на сети которого эксплуатируется оборудование с измерительными функциями с поверяемой СИДС, тестовые SIM-карты в количестве 2, 4 или 8 штук с предоплаченными или не тарифицируемыми тарифами. От количества используемых SIM-карт напрямую зависит количество информационно-измерительных каналов прибора СИГМА (1, 2 или 4, соответственно), которые будут задействованы при проведении поверки. Использование большего числа ИИК позволяетратно уменьшить время проведения поверки.

Все расходы на услуги связи несет лицо, предоставившее СИДС на поверку. После проведения поверки SIM-карты должны быть возвращены лицу или организации, их предоставивших.

8.1.2 Для настройки испытания получить у оператора идентификаторы абонентов (MSISDN, IMSI, ICC) привязанные к тестовым SIM-картам.

8.1.3 Проверить срок действия свидетельств о поверке на применяемые средства поверки.

8.1.4 Подготовить прибор СИГМА к работе согласно руководству по эксплуатации. Тестовые SIM-карты должны быть установлены в прибор до момента его включения.

8.1.5 Синхронизировать текущее время прибора СИГМА с национальной шкалой времени Российской Федерации UTC (SU) посредством доступа к серверам точного времени с использованием протокола NTP или с помощью приемника сигналов точного времени глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS.

8.1.6 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

8.1.7 Убедиться, что прибор СИГМА находится в зоне уверенного приема сигналов сети подвижной радиотелефонной связи.

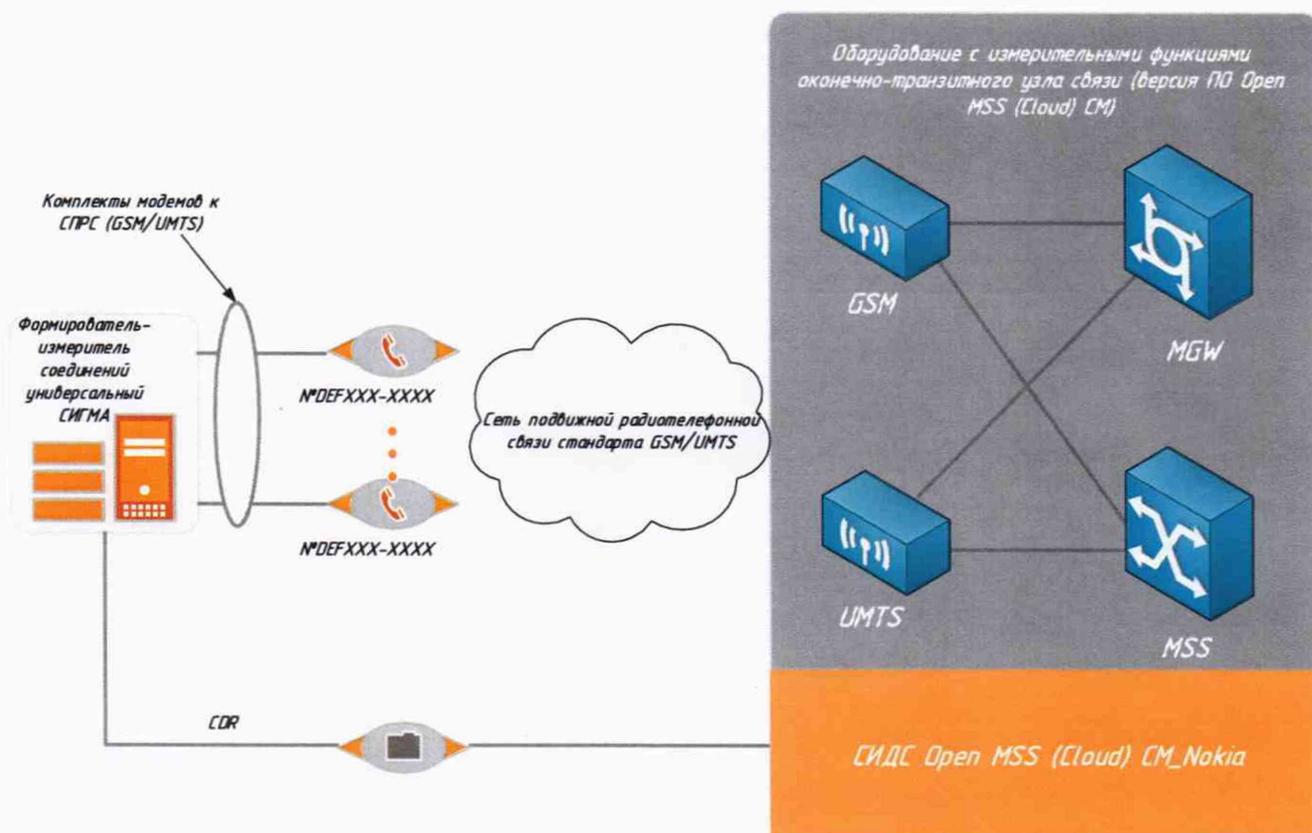


Рисунок 1 – Схема поверки СИДС

## 8.2 Опробование

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

- включить питание прибора СИГМА. После автоматического запуска операционной системы Linux, на рабочем столе появляются пиктограммы: СИГМА-СИДС,

СИГМА-Таксофон, СИГМА-СИДС (Рисунок 2), ассоциированные с программным обеспечением СИГМА;

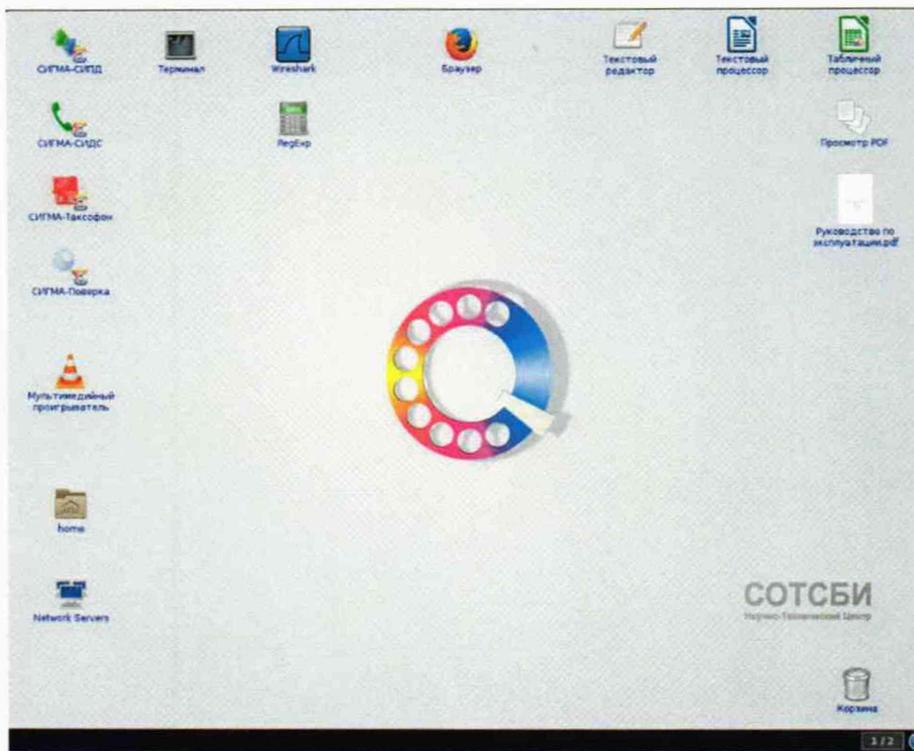


Рисунок 2

- щелкнуть по пиктограмме СИГМА-СИДС, открывается основное окно подпрограммы СИГМА-СИДС (Рисунок 3);

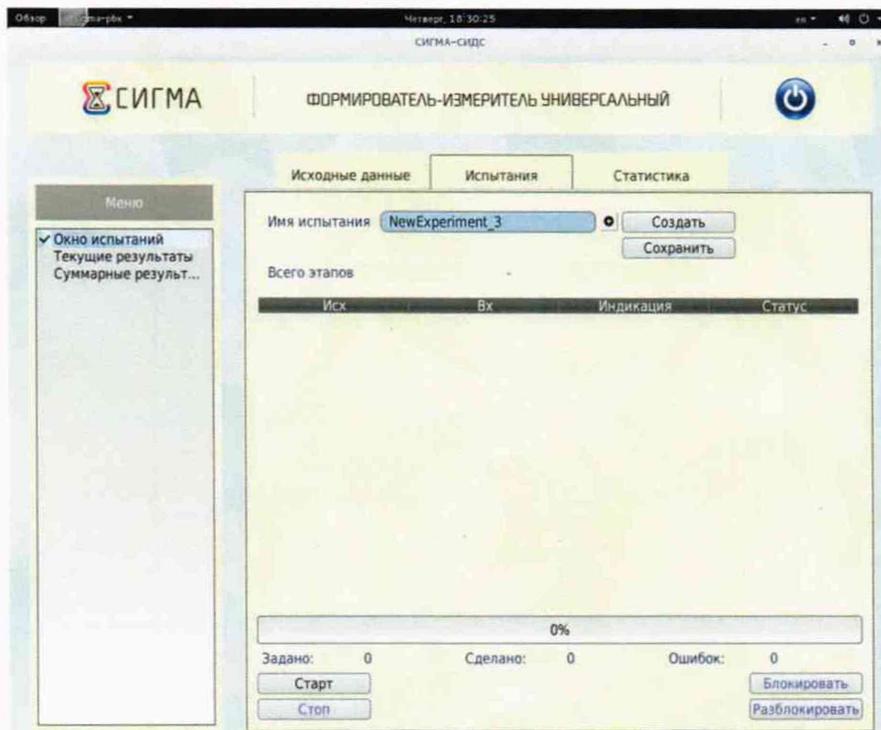


Рисунок 3

- создать новое испытание, для чего надо щелкнуть по кнопке «Создать» (Рисунок 4) и ввести в бокс «Имя испытания» название нового испытания, например, дату и название СИДС;

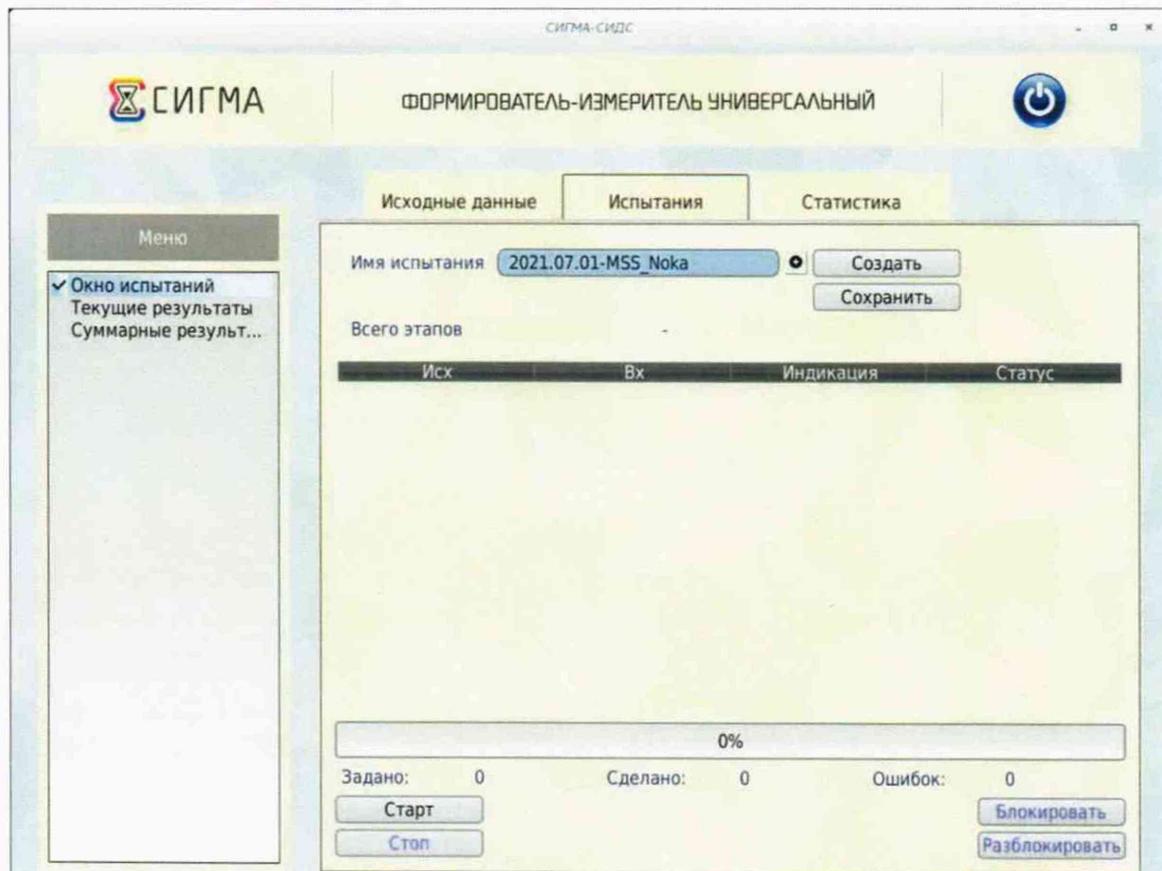


Рисунок 4

- перейти во вкладку «Исходные данные/Комплекты/Модемы» (Рисунок 5) и ввести исходные данные (MSISDN), полученные от оператора, в полях «Собственный номер» для каждого из задействованных модемов. Поле «Вызываемый номер» заполняется автоматически;

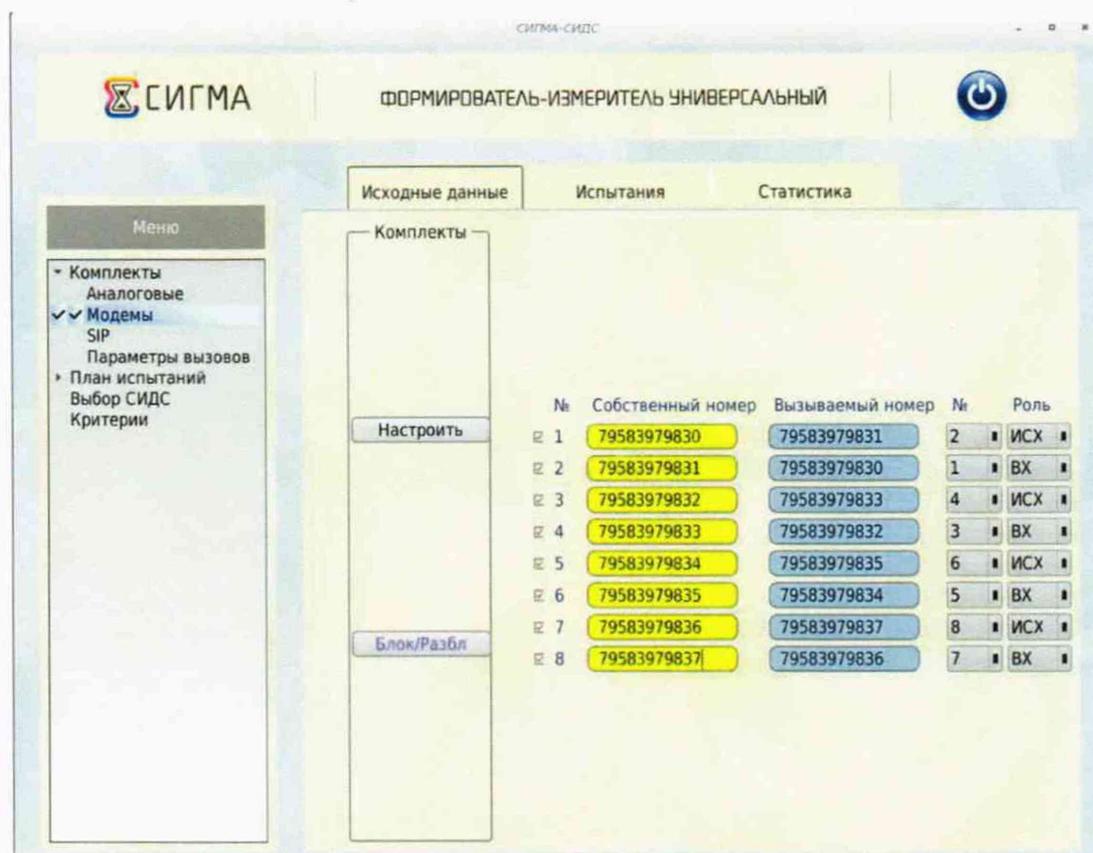


Рисунок 5

- перейти во вкладку «Исходные данные/План испытаний» (Рисунок 6) и создать для опробования один этап, согласно таблице 3;

Таблица 3

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

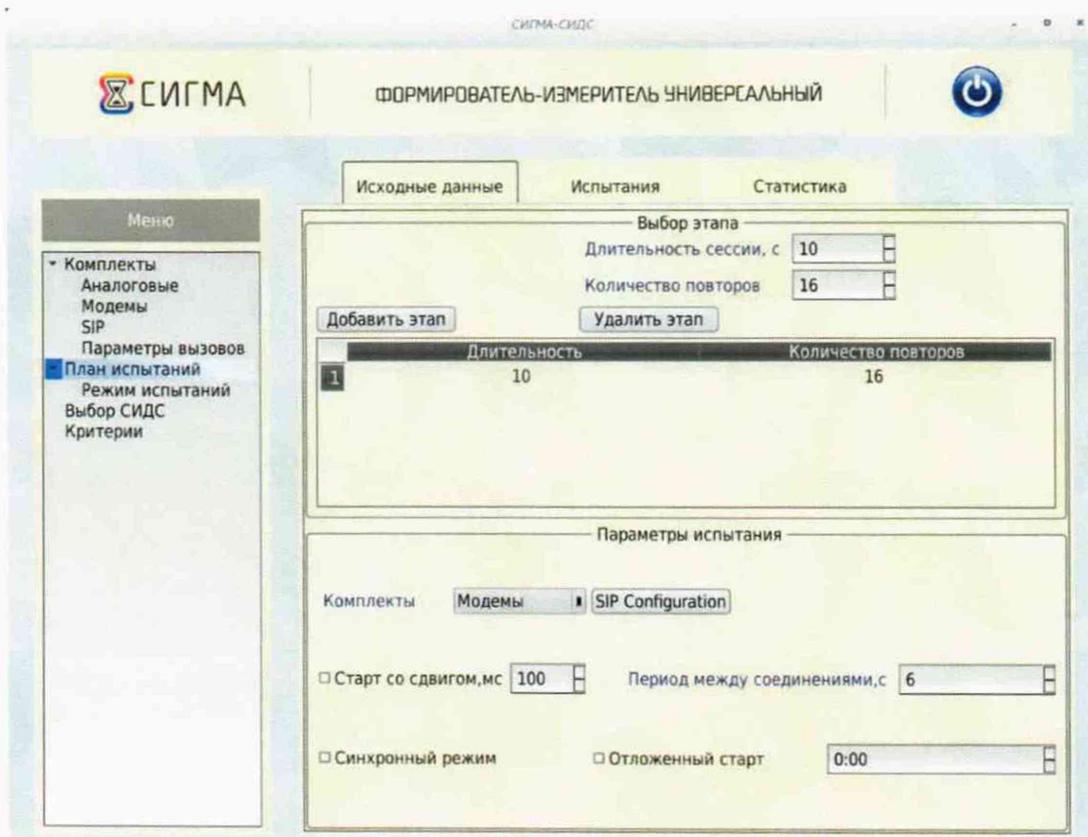


Рисунок 6

- выбрать в выпадающем меню «Комплекты» пункт «Модемы». При необходимости можно сделать дополнительные настройки: Старт со сдвигом и изменить период между соединениями;
- перейти во вкладку «Испытания» и сохранить исходные данные, щелкнув по кнопке «Сохранить» (Рисунок 7).

Настройка для опробования готова к запуску.

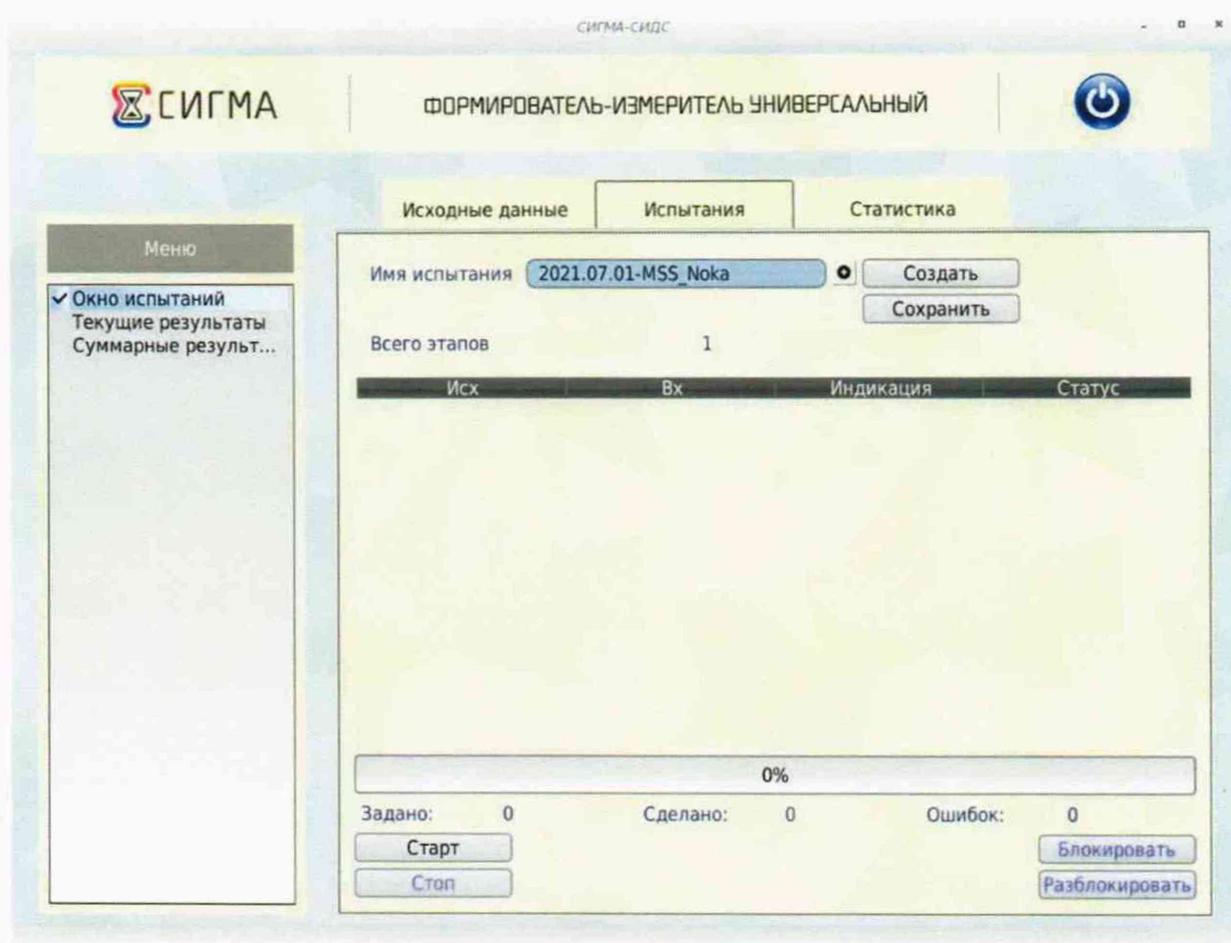


Рисунок 7

- 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\_at/SIPD прибора СИГМА с именем испытания (MSS\_Nokia) прибора СИГМА;
- 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.466961.001РЭ, для автоматического расчета результатов опробования. В разделе «Конвертация» нажать кнопку «Выбрать» и загрузить учетный файл, полученный от оператора (Рисунок 8), после чего начать процесс конвертации.

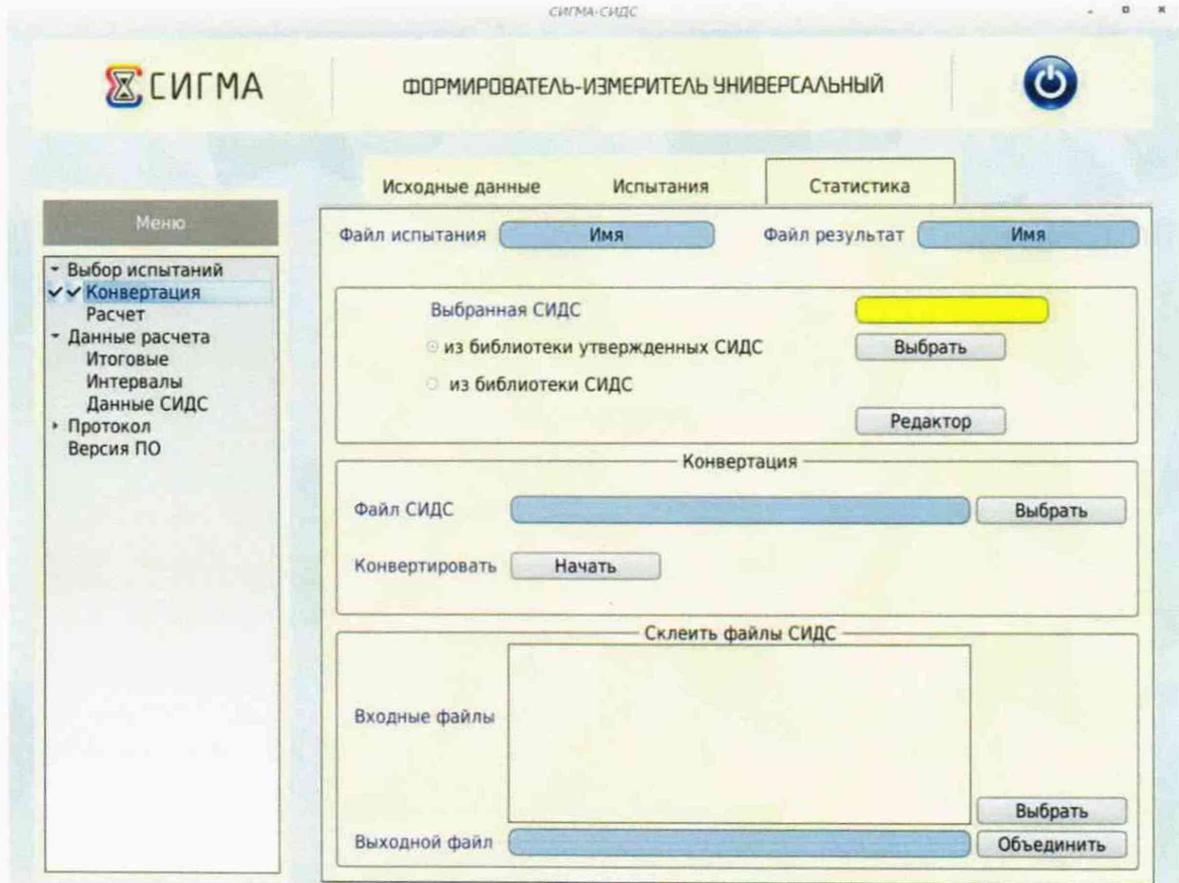


Рисунок 8

- Перейти в меню «Статистика/Выбор испытания/Расчет» (Рисунок 9), в полях «Файл испытания» и «Файл результат» соответственно осуществить выбор учетного файла СИГМА и СИДС, после чего выполнить расчет испытания.

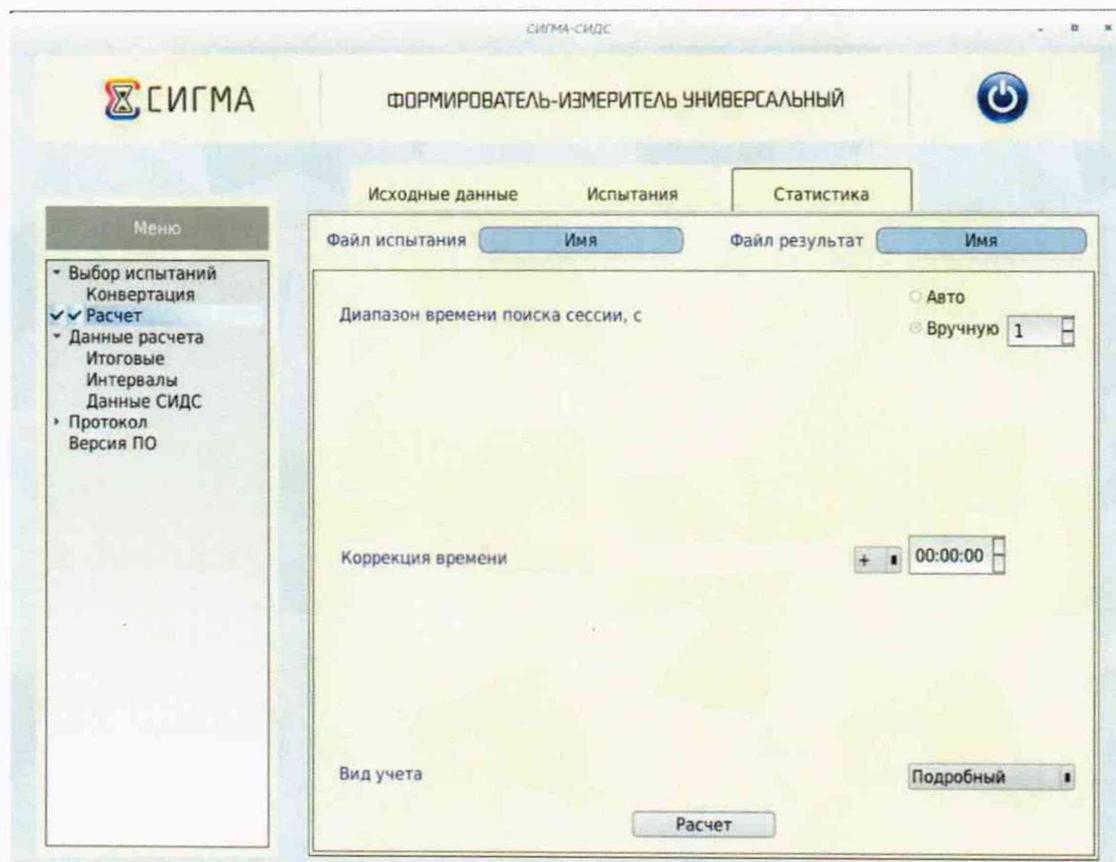


Рисунок 9

- Перейти в меню «Статистика/Данные расчета/Итоговые» (Рисунок 10), затем в меню «Статистика/Данные расчета/Интервалы» (Рисунок 11).

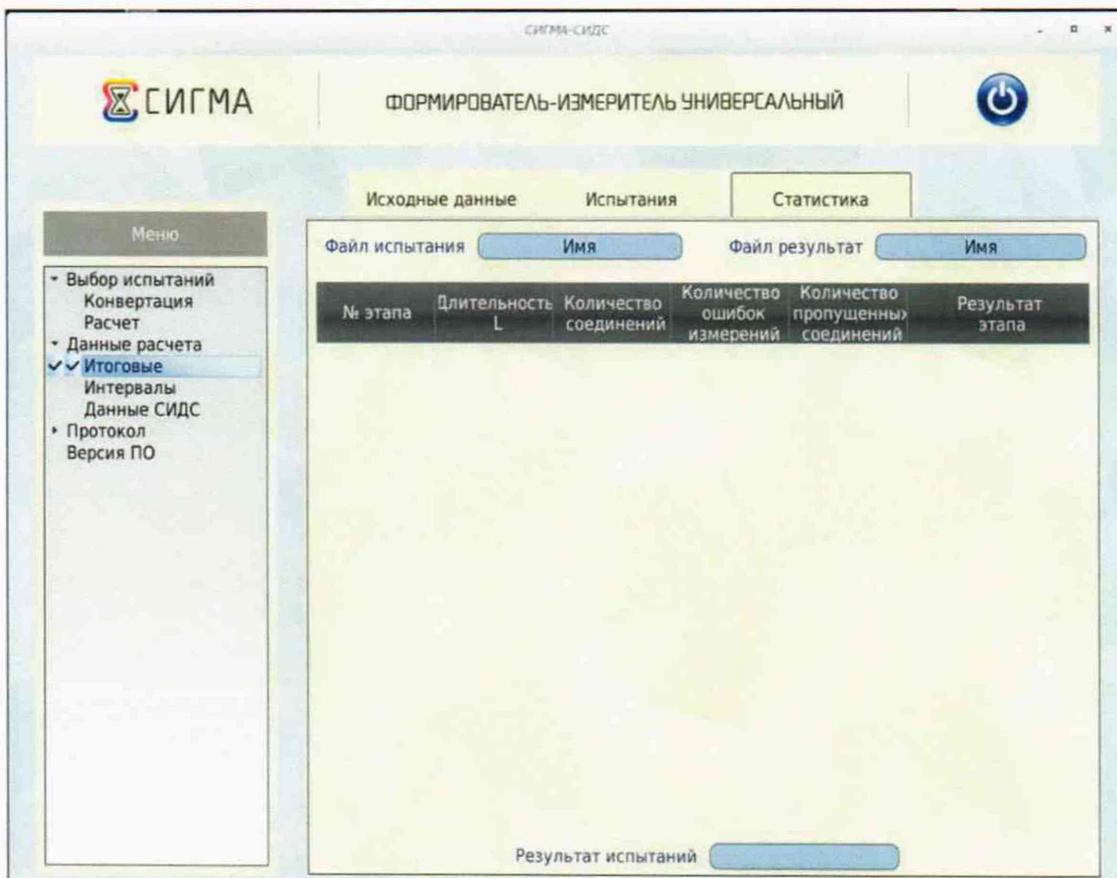


Рисунок 10

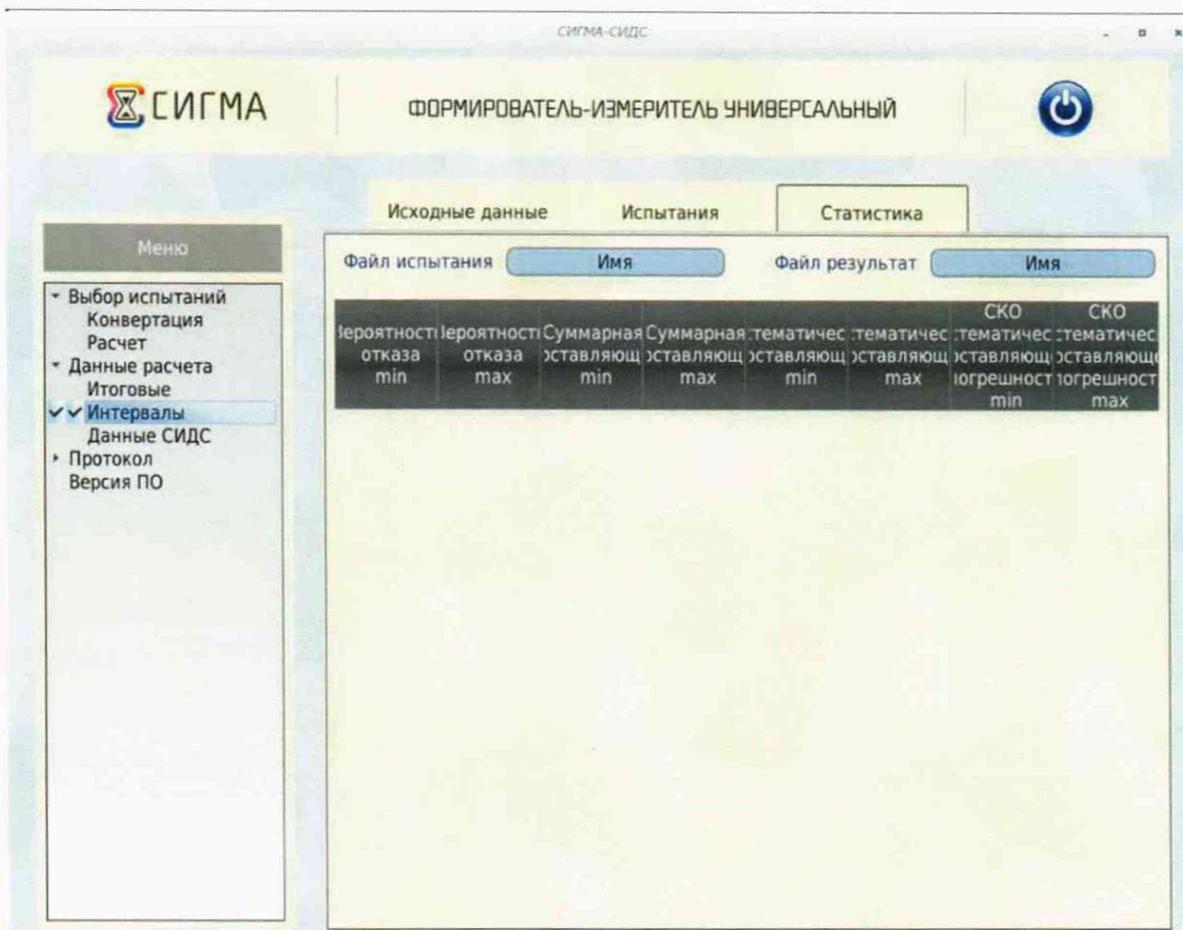


Рисунок 11

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.

## 9 Проверка программного обеспечения

### 9.1 Идентификация серийного номера

9.1.1 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 в строке MML команды:

ZQNI

Пример результата выполнения команды приведен на рисунке 12, где в столбце C-NUM приведен номер 412196, который является серийным номером СИДС.

```
CLOCK HANDLING COMMAND <DC_>  
< ZQNI;  
LOADING PROGRAM VERSION 14.4-0  
MSS          MSS1KIR2          2021-12-09 13:20:12 PAGE      1  
CON  TYPE    SW  C-NUM  ID  NAME          LOCATION          CHA  STATE  CTYP  
000  MSS      5  412196  MSS1KIR2  CLOUD  
COMMAND EXECUTED
```

Рисунок 12

## 9.2 Идентификация программного обеспечения

9.2.1 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 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MW
Номер версии (идентификационный номер) ПО	MSS CM
Цифровой идентификатор ПО	Каждый бинарный модуль ПО снабжен уникальным цифровым идентификатором, который прописывается при его сборке (компиляции) в R&D. Принцип построения цифрового идентификатора: MWxx1000 MW – идентификатор версии релиза (MW = MSS CM) xx – идентификатор оператора (RS -Теле2, 44 – Вымпелком, M2 – Мегафон, H8 – МТС) 1000 – номер подверсии ПО

9.2.2 На рисунке 13 приведен пример результата выполнения команды для считывания идентификационных данных ПО путем выполнения в строке MML команды:

ZWQO:CR

В данном примере значение идентификационных данных необходимо считывать из поля SW-PACKAGE:

MWRS50P1, где MW – идентификационное наименование ПО и номер версии (идентификационный номер) ПО MSS CM, RS – идентификатор оператора Теле2, 50P1 номер подверсии (может отличаться и прописывается при установке ПО).

```
SOFTWARE PACKAGE ADMINISTRATION COMMAND <WQ_>  
< ZWQO:CR;
```

```
LOADING PROGRAM VERSION 14.39-0
```

```
PACKAGES CREATED IN OMU:
```

SW-PACKAGE	STATUS	DIRECTORY PACKAGE-ID (REP-ID)	ENVIRONMENT DELIVERY CD-ID GCD LEVEL	DEF	ACT
FB1C0901	FB	DIR1C0901 MH 52.13-0	MH 55.5-0 3 CIDPC0RS 1.5-0 MWR550P1 (5.0/P1)	-	Y
MWR550P1	BU	RS_52_13_0 MH 52.13-0	MH 55.5-0 3 CIDPC0RS 1.5-0 MWR550P1 (5.0/P1)	Y	Y

Рисунок 13

## 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 1.

Для определения МХ создается 3 этапа (Рисунок 14) в соответствии с содержимым таблицы 3, аналогично пункту 8.2.

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 14

Процедуру испытаний прибор СИГМА выполняет автоматически - формирует необходимое количество телефонных соединений различной длительности по восьми модемам СПРС.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений и определение МХ (раздел 10) производится полностью автоматически в приборе СИГМА 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 автоабонента 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 автоабонента или автоответчика.

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

11.5 СИДС Open MSS (Cloud) CM\_Nokia не применяется в качестве эталонов.

## **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 поверителем может быть сформирован протокол, содержащий результаты поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 В случае положительных результатов поверки по заявлению владельца средства измерений 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.

12.5 Конструкция оборудования с измерительными функциями оконечно-транзитного узла связи (версия ПО Open MSS (Cloud) CM) сетей подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM 900/1800 и UMTS, реализованного с использованием технологии коммутации пакетов информации, с функциями GPRS, COPM, 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

#### Математический аппарат обработки результатов испытаний

##### **А.1 Формирователь – измеритель соединений универсальный СИГМА. Общие сведения.**

Формирователь – измеритель соединений универсальный СИГМА предназначен для измерений на сетях связи длительности соединения (сеанса связи) и количества (объема) переданной и (или) принятой информации.

Формирователь – измеритель соединений универсальный СИГМА, далее прибор, представляет собой программно-аппаратную систему, состоящую из блока формирователя-измерителя со встроенным управляющим компьютером и пакета специального программного обеспечения СИГМА, версия 2.0, функционирующего в среде Linux.

Прибор может подключаться к поверяемым объектам по аналоговым абонентским линиям или с использованием технологий: Ethernet, GSM, UMTS, LTE.

В процессе работы прибор обеспечивает выполнение функций:

- переноса единиц объемов цифровой информации от государственного первичного эталона;
- формирования временных интервалов;
- измерения временных интервалов;
- измерения объемов информации;
- статистическая обработка многократных измерений объемов информации и временных интервалов.

Конструктивно оборудование выполнено в виде приборного контейнера, содержащего рабочие ТЭЗы.

Основные МХ:

пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования длительности IP соединений в диапазоне от 1 до 3600 с, с  $\pm 0,25$ ;

пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности IP соединений в диапазоне от 1 до 3600 с, с  $\pm 0,25$ ;

погрешность переноса эталонных единиц количества (объемов) информации в диапазоне от 1 байта до 1 Гбайт, байт 0;

погрешность измерения количества (объемов) информации, принимаемой в IP соединении, в диапазоне от 1 байта до 1 Гбайт, байт  $\pm 1$ ;

пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования длительности IP со-единений в диапазоне от 1 до 3600 с, с	$\pm 0,25$ ;
пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности IP соединений в диапазоне от 1 до 3600 с, с	$\pm 0,25$ ;
погрешность переноса эталонных единиц количества (объемов) информации в диапазоне от 1 байта до 1 Гбайт, байт	0;
погрешность измерения количества (объемов) информации, принимаемой в IP соединении, в диапазоне от 1 байта до 1 Гбайт, байт	$\pm 1$ .

## **А.2 Математический аппарат обработки результатов испытаний**

### **А.2.1 Модель испытаний**

Объектом испытаний являются СИ, которые измеряют объем проходящей через них информации, либо длительность осуществляемых соединений или сеансов связи соответственно.

Схема испытания состоит из последовательно осуществляемых опытов, в каждом из которых испытуемое устройство проводит измерение заведомо известного (эталонного) значения длительности или объема информации.

Результатом каждого опыта, то есть наблюдаемым событием, будет погрешность измерения, то есть разность между измеренным и подаваемым на вход эталонным значениями.

Результат считается успешным, если погрешность измерения меньше или равна заданному предельно допустимому значению и неуспешным - в противном случае.

Неуспешным, также, считается измерение, незафиксированное испытуемым устройством.

Обозначим вероятность успешного результата каждого измерения –  $p$ , тогда вероятность неуспешного результата  $q = 1 - p$ , где  $p$  – вероятность появления успешного события, а  $q$  – вероятность появления неуспешного события (отказа).

Так как все измерения проводятся в одинаковых условиях – то эти вероятности ( $p$  и  $q$ ) независимы и одинаковы для каждого опыта. Тогда, число успешных результатов  $S$  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 успешных результатов не превысит величины  $s$ ,  $k$  – текущее значение величины  $S$ .

### А.2.2 Критерии завершения испытаний

В ходе проведения испытаний требуется проверить, что оцениваемое значение  $\bar{q} < P_0$  при выбранном значении доверительной вероятности  $P_{\text{дов}}$ .  $P_0$  – это предельно допустимая вероятность измерений с погрешностью больше заданной.

Вероятность  $P(S < s)$  можно рассматривать, как вероятность попадания оцениваемой величины  $\bar{q}$  в заданный интервал  $[0, q]$ , то есть должно выполняться соотношение  $P(S < s) = P_{\text{дов}}$ , или исходя из (1):

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

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  $u = (n - s)$ , то можно утверждать, вероятность неправильной работы контролируемой системы измерений – меньше предельно - допустимой. Обозначим это значение  $u_n$ .

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

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

Таким образом, в процессе проведения испытаний, в соответствующие моменты времени, проводится анализ зафиксированного количества ошибок (отказов)  $u$  на соответствие границам  $u_n$  и  $u_v$ , определенным, в соответствие с (2) и (3) Примеры расчета при разных значениях допустимой вероятности отказа (ошибки измерения) приведены в таблицах А1 и А2.

Если  $u < u_n$ , то испытания закончены, результат УСПЕШНО;

Если  $u > u_v$ , то испытания закончены, результат НЕУСПЕШНО;

Если  $u_n < u < u_v$ , то испытания следует продолжать, ДАННЫХ НЕДОСТАТОЧНО.

### А.2.3 Точечные и интервальные оценки погрешности

Пусть  $A$  – измеряемая величина, тогда оцениваемую нами погрешность обозначим  $x_i$ .

Погрешность измерений – случайная величина, значения этой величины можно вычислить для каждого измерения, как разность между значением, измеренным контролируемым оборудованием и эталонным значением формируемым прибором  $x_i = A_{\text{изм}i} - A_{\text{эт}i}$ .

Таким образом, имеем набор значений погрешности измерений от  $x_1$  до  $x_n$ .

Погрешность измерений является случайной величиной. На практике, полагают, что эта случайная величина имеет нормальное распределение. Это обусловлено тем, что погрешности измерений складываются из большого числа небольших возмущений, 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 возмущений, приводит к нормальному распределению результатов измерений и их погрешностей.

#### **А.2.4 Систематическая составляющая погрешности**

При многократных измерениях эффективной оценкой математического ожидания для группы из  $n$  наблюдений является среднее арифметическое  $\bar{x}$  :

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

Формула (4) – определяет систематическую составляющую погрешности.

#### **А.2.5 Среднеквадратическое отклонение СКО систематической погрешности**

Оценка дисперсии будет выражаться:

$$\tilde{D} = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (5)$$

Тогда среднеквадратическое отклонение от этого среднего  $\sigma$  определяется, как квадратный корень из выражения (5):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

#### **А.2.6 Доверительный интервал систематической составляющей погрешности**

95% - ный доверительный интервал для оцениваемой погрешности задается как:

$$x = \bar{x} \pm 1,96 \sigma \quad (7)$$

#### **А.2.7 Доверительный интервал для дисперсии**

Величина  $\tilde{D}$  – представляет сумму случайных величин и в нашем случае можно утверждать, что величина  $\tilde{D}$  распределена по нормальному закону.

Тогда:

$$D[\tilde{D}] = \frac{2}{n-1} \tilde{D}^2, \quad (8)$$

а среднеквадратическое отклонение  $\sigma_{\tilde{D}}$  будет равно:

$$\sigma_{\tilde{D}} = \sqrt{\frac{2}{n-1} \tilde{D}^2} \quad (9)$$

95% - ный доверительный интервал для дисперсии  $D$  будет определяться:

$$D = \tilde{D} \mp 1,96 \sigma_{\tilde{D}}; \quad (10)$$

Таким образом, 95% - ный доверительный интервал для СКО систематической погрешности будет ограничен интервалом  $(\sqrt{\tilde{D} - 1,96 \sigma_{\tilde{D}}}; \sqrt{\tilde{D} + 1,96 \sigma_{\tilde{D}}})$ .

#### **А.2.8 Доверительный интервал суммарной погрешности**

Доверительный интервал, в котором находится значение суммарной погрешности задается формулой:

$$\Delta t_{\min} < X_{\text{сум}} < \Delta t_{\max}, \quad (11)$$

или

$$\Delta V_{\min} < X_{\text{сум}} < \Delta V_{\max}. \quad (12)$$

Min и max – это минимальное и максимальное значения погрешности измерения длительности сессии или объема переданного файла, в зависимости от вида испытаний.

### А.2.9 Оценка вероятности неправильной работы контролируемого оборудования

Оценка вероятности неправильной работы контролируемого оборудования производится исходя из зафиксированных на конец испытаний значений  $n$  (общее число проводимых опытов) и  $y$  (количество отказов) по формулам (2) и (3).

Вероятность отказа  $P_{\text{отк}}$  будет принадлежать диапазону:

$$P_{\text{н}} < P_{\text{отк}} < P_{\text{в}}, \quad (13)$$

где  $P_{\text{н}}$  и  $P_{\text{в}}$  соответственно нижняя и верхняя границы вероятности отказа.

Эти границы, в свою очередь, могут быть найдены из уравнений (14) и (15) при внесении в них соответствующих значений  $n$  и  $y$  и  $P_{\text{дов}} = 0,95$ .

$$\sum_{k=0}^y \binom{k}{n} (1 - P_{\text{н}})^k P_{\text{н}}^{n-k} = P_{\text{дов}}; \quad (14)$$

$$\sum_{k=0}^y \binom{k}{n} P_{\text{в}}^k (1 - P_{\text{в}})^{n-k} = P_{\text{дов}}. \quad (15)$$

В таблицах А1 и А2 представлены число необходимых испытаний для вероятности ошибок  $P_0 = 0,01$  и  $P_0 = 0,0001$ .

Таблица А1 - Вероятность ошибки  $P_0 = 0,01$

Число испытаний	Успешно, если число ошибок меньше или равно	Неуспешно, если число ошибок больше
299	1	6
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

Таблица А2 - Вероятность ошибки  $P_0 = 0,0001$

Число испытаний	Успешно, если число ошибок меньше или равно	Неуспешно, если число ошибок больше
29956	1	6
47437	2	9
62956	3	11
77535	4	13
91533	5	14
105128	6	16
118422	7	18
131479	8	19
144344	9	21
157049	10	22
169619	11	24
182072	12	25
194422	13	27
206682	14	28
218861	15	30
230968	16	31



## Приложение В

(справочное)

### Описание формата файла подробного учета тарифной информации

Наименование конвертора: **2022\_MSS\_CM\_Nokia\_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 Open MSS (Cloud) CM\_Nokia, имеет формат **xlsx** и открывается программой Excel. Каждая строка содержит информацию об одном соединении.

Поскольку полученный файл содержит записи по каждому соединению, как для вызывающего, так и для вызываемого абонентов следует провести фильтрацию, оставив только те записи по каждому соединению, где в столбце MSISDN указаны номера вызывающих абонентов.

Это осуществляется встроенными средствами программы Excel, применяя аппарат текстовых фильтров к столбцам, содержащим номера вызывающих и вызываемых абонентов.

После фильтрации полученный результат следует сохранить в формате **csv**, сформировав таким образом результирующий файл, который имеет текстовый формат с разделителями полей, где в качестве символа разделителя по подзаписям используется символ "точка с запятой", а каждая строка заканчивается символом "перевода 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, причем счет начинается с нуля.

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

- **Номер вызывающего абонента** содержится в подзаписи, со смещением **3**;
- **Дата и время начала соединения** содержатся в подзаписи, со смещением **4**, в формате ДЕН.МЕС.ГОД ЧАС: МИН: СЕК;
- **Продолжительность соединения**, в секундах – подзаписи, со смещением **5**.
- **Номер вызываемого абонента** содержится в подзаписи, со смещением **19**:

Фрагмент файла учета представлен на рисунке 15.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a data table. The columns are labeled with various identifiers and network parameters. The first few columns are: CALL\_EC, FILE, CALL\_TY, MSISDN, START\_TIME, DURATION, WITCH\_A, IMSI, IMEI, CONT, RANSLA, HIRID\_PK, IN\_ROU, IUT\_RO, DCNUM, CELLID, AUSETI, ROAMI, NO\_I, NORMALIZED, DURATIC, FWD\_TY, and REFERENC. The data rows contain numerical values for these fields, such as 79583979834 for MSISDN and 10.12.2021 15:56:48 for START\_TIME.

Рисунок 15

Пример записи в учетном файле:

Первая строка приведенного файла интерпретируется ПО прибора СИГМА следующим образом:

абонент с номером 79583979834 инициировал телефонное соединение с абонентом 79583979835, дата и время начала которого зафиксирована в файле, как 10 декабря 2021 г. 15 ч, 56 мин 48 с, а продолжительность соединения - 11 секунд.

