ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

_____ А.Д. Меньшиков

М.П.

«24» октября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ ТЕРМИНАЛОВ АБОНЕНТСКИХ (ПАК-ТА)

Методика поверки

РТ-МП-715-441-2022

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на комплексы программно-аппаратные терминалов абонентских (ПАК-ТА) (далее по тексту – ПАК-ТА), и устанавливает порядок и объём их первичной и периодической поверки. В процессе поверки подтверждаются требования к метрологическим характеристикам, указанным в описании типа на ПАК-ТА.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых ПАК-ТА к государственным первичным эталонам единиц величин:

– к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с Приказом Росстандарта от 12.10.2022 № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

– к ГЭТ 26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц» в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»;.

– к ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока, средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А» в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А;

– к ГЭТ 13-01 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.7 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции, выполняемые при поверке

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	9

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д1	да	да	10.1
Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д2	да	да	10.2
Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д4	да	да	10.3
Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д3	да	да	10.4
Определение метрологических характеристик анализатора токов и напряжений (АТН) в составе ПАК-ТА	да	да	10.5
Определение метрологических характеристик формирователя сигналов диапазонов Д2 и Д4	да	да	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С…… от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % ....от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) …… …от 84 до 106 (от 630 до 795).

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки ПАК-ТА допускаются специалисты, имеющие:

- высшее образование или дополнительное профессиональное образование, по специальности и (или) направлению подготовки, соответствующему области аккредитации;
- опыт работы по обеспечению единства измерений в области аккредитации, указанной в заявлении об аккредитации или в реестре аккредитованных лиц, не менее трех лет;
- освоившие работу с ПАК-ТА и применяемыми средствами поверки;
- изучившие настоящую методику.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки ПАК-ТА следует применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.

5.3 Средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку.

5.4 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены и иметь действующую аттестацию в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734.

5.5 Эталоны единиц величин и средства измерений, применяемые в методике поверки в качестве эталонов единиц величин, должны удовлетворять требованиям по точности государственных поверочных схем.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	- Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1°С ; - Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 3%; - Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа;	Термогигрометр UNITESS THB 1, регистрационный номер в ФИФ 70481-18
10.1.2 10.2.2 10.3.2 10.4.3	Генератор сигналов - диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц; - диапазон установки уровня выходной мощности от − 127 до + 24 дБм; - пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1{,}3 \cdot 10^{-7}$; - предел допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности от 5 до 3000 МГц: ± 0,6 дБ	Генератор сигналов Agilent N5182B: (опция N5182B-656) регистрационный номер в ФИФ 71351-18
10.1.2 10.2.2 10.3.2 10.4.3 10.5.8	Стандарт частоты - пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$; - диапазон измерений 5 МГц; 10МГц; 1 имп/с	Стандарт частоты рубидиевый FS 725F, регистрационный номер в ФИФ 31222-06

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.6.4 10.6.5	Анализатор спектра - диапазон рабочих частот, Гц: от 10 до $4 \cdot 10^9$ - диапазон измеряемых уровней, дБм от среднего уровня шумов до + 30	Анализатор спектра FSV3004; регистрационный номер в ФИФ 76390-19
10.5.3 10.5.5	Мультиметр - пределы измерений: 100 мВ – 750 В, - 100мкА – 3 А.	Мультиметр цифровой 34411A; регистрационный номер в ФИФ 33921-07
10.6.6	Осциллограф - Полоса пропускания, ГГц 2 - Максимальное значение входного напряжения на входе 50 Ом, В - 5	Осциллограф MSOS204A; регистрационный номер в ФИФ 79936-20
10.5.8	Генератор сигналов специальной формы - Диапазон частот, Гц, для формирования синусоидального сигнала от $1 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^8$; - Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$	Генератор сигналов специальной формы серии АКИП-3422/3; регистрационный номер в ФИФ 371343-18
10.5.5	Нагрузка электронная - Верхний предел установки силы постоянного тока, А 3; 30; - Верхний предел установки напряжения постоянного тока, В 3; 30.	Нагрузка электронная серии АКИП-1380/1; регистрационный номер в ФИФ 73142-18

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средство измерений.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие ПАК-ТА следующим требованиям:

– внешний вид средства измерений должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа СИ по внешнему виду;

– наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию и серийный номер средства измерений;

– наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений.

– наружная поверхность средства измерений не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу средства измерений и его органов управления;

– разъемы средства измерений должны быть чистыми;

– комплектность средства измерений должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информативный характер для изготовителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки средства измерений на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в документе: ЦДКТ.411734.003РЭ Программно-аппаратный комплекс терминалов абонентских (ПАК-ТА). Руководство по эксплуатации.

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

– убедиться в выполнении условий проведения поверки;

– выдержать средство измерений в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если оно находилось в отличных от них условиях;

– выдержать средство измерений во включенном состоянии не менее 15 минут;

– выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации;

– предварительно установить на ПК программу генератора сигналов ПАК-ТА ЦДКТ.01183-01 (далее по тексту – программа генератора).

8.2 Опробование

Для проведения процедуры опробования ПАК-ТА, необходимо собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1, проверить целостность интерфейсных кабелей, правильность подключения соответствующих портов и приборов. АТН не подключать к порту USB.

Примечание – Проверку АТН проводят, если ПАК-ТА укомплектован АТН (опционально).

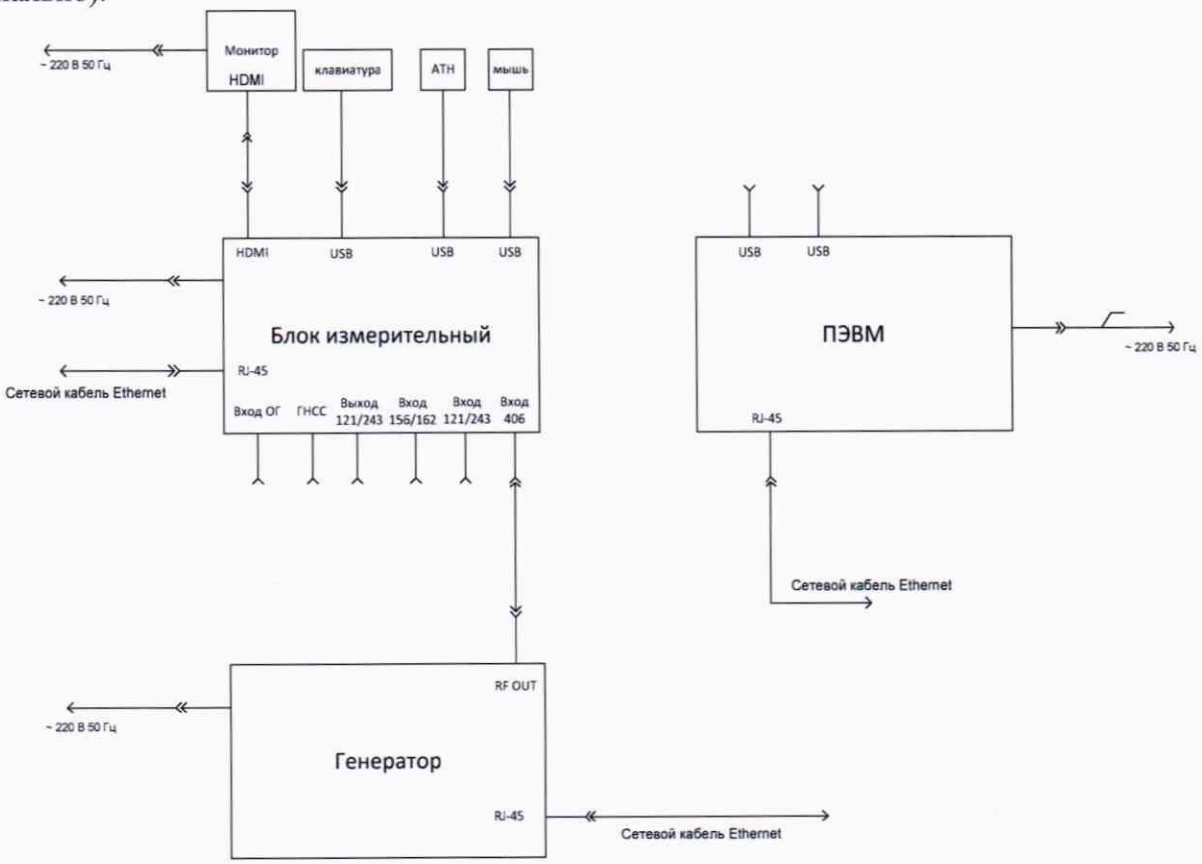

Рисунок 1 – Схема рабочего места для проведения опробования

Операции опробования выполняются в последовательности указанной в пп. 8.2.3.1 – 8.2.3.11.

8.2.1 Включение ПАК-ТА происходит после нажатия кнопки включения питания на передней панели блока измерительного (БИ).

8.2.2 После подачи питания на ПАК-ТА в ПЭВМ происходит загрузка операционной системы и запуск предустановленного программно-математического обеспечения «ПАК-ТА», в модуле цифровой обработки сигналов (модуль ЦОС), модуле аналоговой обработки сигналов (модуль АОС) и модуле интерфейсном запускаются программные модули, отвечающие за приём, обработку и расчет параметров радиосигналов (режим «Инициализация»).

В составе ПАК-ТА имеется термостатированный опорный генератор, которому требуется время для выхода на рабочий режим. В связи с этим необходимо выждать не менее 15 минут после первого включения.

8.2.3 Опробование работы ПАК-ТА

8.2.3.1 Подключить выход векторного генератора сигналов к разъёму «Вход 406».

8.2.3.2 Настроить генератор на формирование сигнала с параметрами:

- частота 406,05 МГц;
- мощность 0 дБм;
- модуляция выключена.

8.2.3.1 Перевести ПАК-ТА в режим работы «Испытания непрерывно на частоте 406 МГц». Для этого выбрать пункты меню: «Измерение» → «Новое» → выпадающее меню «Режим работы» и нажать кнопку «Начать измерение».

8.2.3.2 Включить выход генератора.

8.2.3.3 В меню ПАК-ТА выбрать «Анализ» → «Таблица измерений».

8.2.3.4 Дождаться появления не менее трёх измерений.

8.2.3.5 Выключить выход генератора.

8.2.3.6 Проконтролировать, что последнее измеренное значение частоты сигнала составляет 406,05 МГц.

8.2.3.7 Проконтролировать, что АТН отключен от БИ.

8.2.3.8 В меню ПАК-ТА выбрать «Инструменты» → «АТН». Запустится «Программа АТН».

8.2.3.9 В «Программе АТН» проконтролировать, что в верхнем левом углу значок подключения имеет темно серый цвет.

8.2.3.10 Подключить АТН к свободному порту USB.

8.2.3.11 В «Программе АТН» проконтролировать, что в верхнем левом углу значок подключения изменил цвет на светло серый.

8.2.4 Результаты опробования считаются положительными, если:

- на экране появились результаты не менее трёх измерений;
- АТН успешно подключен порту USB.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения

Провести проверку версии программного обеспечения (ПО), установленного в ПАК-ТА.

Для просмотра настроек программы ПАК-ТА необходимо после выполнения операций по п.п. 8.2.1 и 8.2.2 выбрать в меню экрана «Система» → «Настройки».

Рисунок 2 – Пример окна «Настройки» ПАК-ТА

Сверить версию ПО, указанную в паспорте ЦДКТ.411734.003ПС с версией ПО, указанной в окне «Настройки».

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если после подачи питания на ПАК-ТА в ПЭВМ происходит загрузка операционной системы и запуск предустановленного программно-математического обеспечения и полученные идентификационные данные (измерительная часть ПО) соответствуют идентификационным данным, приведенным в описании типа на средство измерений.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д1

10.1.1 Определение метрологических характеристик и отображения параметров сигнала 406 МГц (диапазон Д1) проводится при подаче сигнала на «Вход 406».

В рамках данных проверок:

– измерение всего диапазона уровней мощности с требуемыми погрешностями не проводится, и ограничено значениям +10 дБм;

– значение параметра «Длительность посылки» в «Программе генератора» высчитывается автоматически, как сумма «Длительности немодулированной преамбулы (мс)» и «Скорости передачи сообщения (бит/с)», умноженной на фиксированное количество бит информации в сообщении;

– значение параметра «Время нарастания/спада фазы модулирующего сигнала (мкс)» в «Программе генератора» выставляет времена нарастания и спада одним значением;

– значение параметра «Индекс модуляции (рад)» в «Программе генератора» выставляет одновременно положительное и отрицательное отклонения фаз.

10.1.2 Выполнить начальные установки для проведения проверки, указанные ниже.

Собрать рабочее место согласно рисунку 3, используя «Вход 406» БИ.

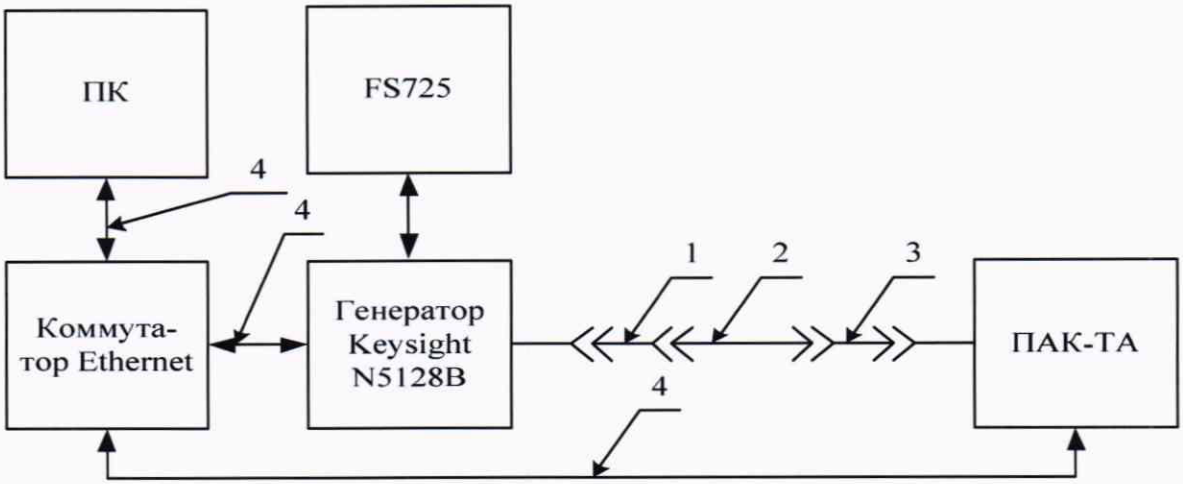

Рисунок 3 – Схема рабочего места для проведения измерений на литерных частотах

1 – Переходник SMA (f) – N (m)
2 – Кабельная сборка Mini-Circuit CBL-1M-SMSM+
3 – Переходник BNC (m) – SMA (f)
4 – Кабель Ethernet

Перевести ПАК-ТА в режим работы «Испытания непрерывно на частоте 406 МГц», параметр «Вход» установить «406».

В меню ПАК-ТА, выбрать «Анализ» → «Таблица измерений».

На ПК в «Программе генератора» установить:

- «Тип сигнала» – CS Gen1;
- «Частота передатчика (Гц)» – 406031000;
- «Выходная мощность передатчика (дБм)» – 10;
- «Информационное сообщение» – FFFED0911E30400F7FDFFB674F7783E0F66C;
- «Длительности немодулированной преамбулы (мс)» – 160;
- «Скорость передачи сообщений (бит/с)» – 400;
- «Индекс модуляции (рад)» – 1,1;
- «Период следования посылки (с)» – 3;
- «Частота дискретизации формируемого сигнала (Гц)» – 2000000;
- «Отстройка часты сигнала относит. несущей частоты генератора (цифровая частота) (Гц)» – 400000;
- «Время нарастания/спада модулирующего сигнала (мкс)» – 150;
- «Симметрия двухфазной модуляции» – 0,00;
- «Время увеличения выходной мощности (мс)» – 0,01;
- «Добавление боковых помех» – выключено;
- «Режим оценки кратковременной нестабильности частоты» – выключено.

10.1.3 В «Программе генератора» нажать кнопку «Генерировать радиосигнал». Дождаться загрузки данных в генератор и в появившемся окне нажать кнопку «ОК».

10.1.4 В меню ПАК-ТА проконтролировать появление 50 измерений.

10.1.5 В «Программе генератора» нажать кнопку «Остановить генерацию».

10.1.6 Для отображения огибающей информационного сигнала и спектра сигнала на частоте 406 МГц в «Таблице измерений» нажать левой кнопкой мыши на двадцатом измерении и в выпадающем меню выбрать соответствующий параметр, например, «Огибающая сигнала».

В появившемся окне использовать левую клавишу мыши для передвижения изображения, а колесо прокрутки + CTRL для увеличения или уменьшения масштаба.

Пример окна представлен на рисунке 4.

10.1.7 В меню ПАК-ТА в «Таблице измерений» нажать левой кнопкой мыши на последнем измерении и в выпадающем меню выбрать «Параметры сигнала».

10.1.8 Используя значения измеренных параметров в появившемся окне «Параметры для диапазона Д1» оценить значения погрешностей применительно к требованиям, изложенным в описании типа на СИ.

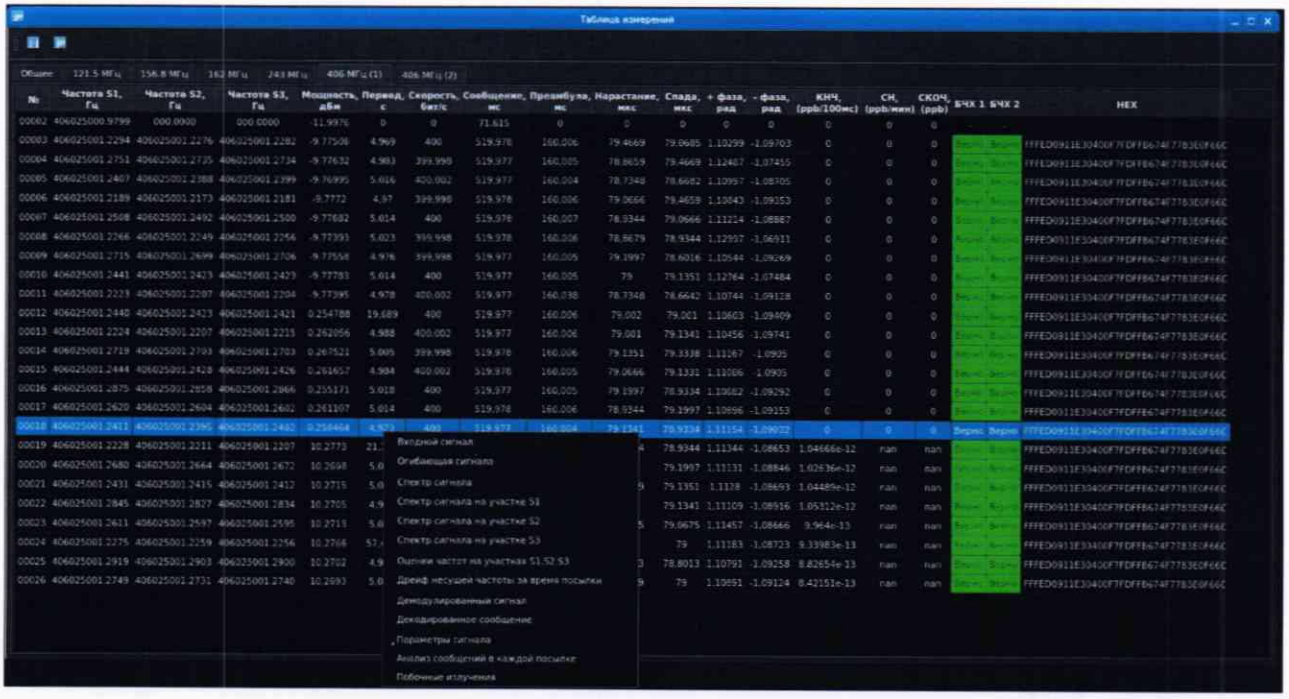

Рисунок 4 – Пример окна отображения результатов

10.1.9 Проконтролировать идентичность информационного сообщения в шестнадцатеричном формате.

10.1.10 Зафиксировать возможность отображения огибающей фазы информационного сигнала и спектра.

10.1.11 Остановить измерение, выбрав в меню ПАК-ТА «Измерение» → «Остановить»

10.1.12 Результат поверки считать положительным, если:

– абсолютная погрешность измерений частоты диапазона 406 МГц;
– абсолютная погрешность измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне 406 МГц;
– абсолютная погрешность измерений длительности преамбулы;
– абсолютная погрешность измерений длительности радиосигнала;
– абсолютная погрешность измерений отклонения фазы при двухфазной модуляции (положительное отклонение, отрицательное отклонение);
– абсолютная погрешность измерений периода повторения информационного сообщения;
– абсолютная погрешность измерений времени нарастания модулирующего сигнала;
– абсолютная погрешность измерений времени спада модулирующего сигнала;

не превышают значений, указанных в описании типа на средство измерений, и осуществляется отображение:

– идентификатора 15 HEX ID;
– принятого сообщения;
– огибающей фазы информационного сигнала;
– спектра сигнала на частоте 406 МГц.

10.2 Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д2

10.2.1 Определение метрологических характеристик и отображения параметров сигнала диапазона Д2 проводится при подаче сигнала на «Вход 121/243».

В рамках данных проверок измерение всего диапазона уровней мощности с требуемыми погрешностями не проводится, и ограничено значением +10 дБм.

10.2.2 Выполнить начальные установки для проведения проверки, указанные ниже.

Собрать рабочее место как указано на рисунке 3, используя на БИ «Вход 121/243».

Перевести ПАК-ТА в режим работы «Испытания непрерывно на частоте 121,5 МГц».

В меню ПАК-ТА, выбрать «Анализ» → «Таблица измерений».

На ПК в «Программе генератора» установить:

- тип сигнала «Свип–Тон»;
- «Частота передатчика (Гц)» – 121500000;
- «Выходная мощность генератора (Гц)» – +10;
- «Поправка к выставлению выходной мощности (дБ)» – 0;
- «Частота дискретизации формируемого сигнала (Гц)» – 2000000;
- «Отстройка частоты сигнала относительно несущей частоты генератора (Гц)» – 400000;
- «Изменение свипирующего тона (300 Гц – 1600 Гц)» – 300 и 1600 соответственно;
- «Частота повторения качаний (1 Гц – 5 Гц)» – 2;
- «Модуляционный рабочий цикл (30 % – 60 %)» – 60;
- «Коэффициент амплитудной модуляции (30 % – 100 %)» – 100.

10.2.3 В «Программе генератора» нажать кнопку «Генерировать радиосигнал». Дождаться загрузки данных в генератор и в появившемся окне нажать кнопку «ОК».

10.2.4 В меню ПАК-ТА проконтролировать появление не мене 50 измерений.

10.2.5 В «Программе генератора» нажать кнопку «Остановить генерацию».

10.2.6 Для воспроизведения звуковой сигнализации режима проверки в диапазоне Д2 в «Таблице измерений» нажать левой кнопкой мыши на последнем измерении и в выпадающем меню выбрать «Прослушать», в появившемся окне нажать кнопку «►». Пример окна представлен на рисунке 5.

10.2.7 Остановить измерение, выбрав в меню ПАК-ТА «Измерение» → «Остановить».

10.2.8 В «Таблице измерений» нажать левой кнопкой мыши на последнем измерении и в выпадающем меню выбрать «Параметры сигнала». Зафиксировать значения измеренных параметров и погрешностей.

10.2.9 Используя значения измеренных параметров в появившемся окне «Параметры для диапазона Д1» оценить значения погрешностей применительно к требованиям, изложенным в описании типа на СИ.

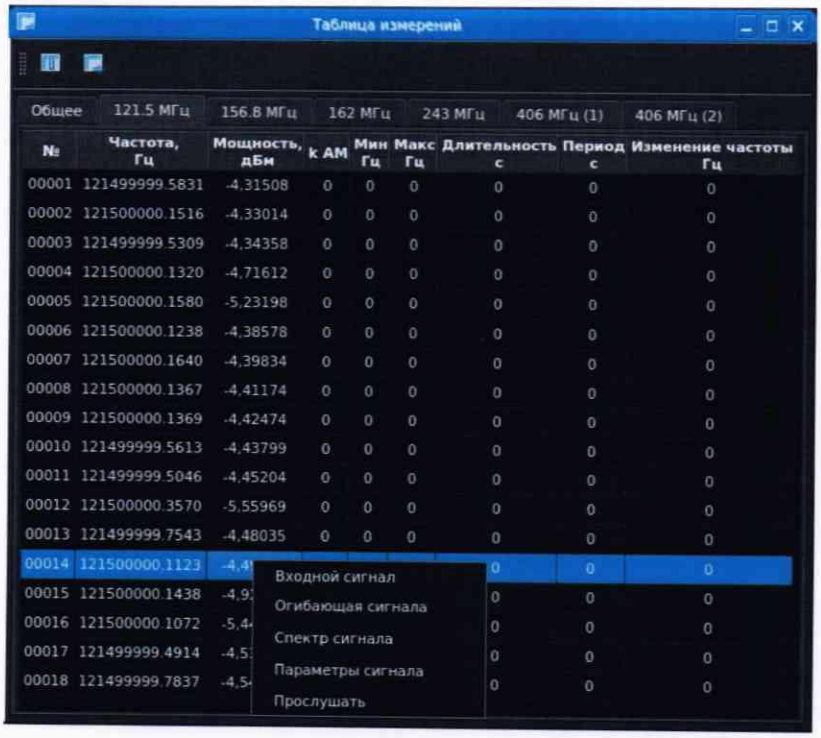

Рисунок 5 – Пример окна с измерениями параметров сигнала диапазона Д2

10.2.10 Результат испытаний считать положительным, если:

- абсолютная погрешность измерений частоты сигнала диапазона Д2;
- абсолютная погрешность измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне Д2;
- абсолютная погрешность измерений коэффициента амплитудной модуляции сигнала в диапазоне Д2;

не превышают значений, указанных в описании типа на средство измерений, и осуществляется отображение, и осуществляется звуковая сигнализация режима проверки в диапазоне Д2.

10.3 Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д4

10.3.1 Определение метрологических характеристик и отображения параметров сигнала диапазона Д4 проводится при подаче сигнала на «Вход 121/243».

10.3.2 Проверка для диапазона Д4 аналогичны проверкам для диапазона Д2, проводится по методике 10.2, но при этом в ПАК-ТА используется режим «Испытания непрерывно на частоте 243 МГц».

10.3.3 Выполнить начальные установки для проведения проверки, в соответствии с п. 10.2, но с изменениями, указанными ниже.

На ПК в «Программе генератора» параметр «Частота передатчика (Гц)» установить 243000000.

Остальные параметры аналогичны испытаниям для диапазона Д2.

10.3.4 Результат испытаний считать положительным, если:

- абсолютная погрешность измерений частоты сигнала диапазона Д4;

– абсолютная погрешность измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне Д4;

– абсолютная погрешность измерений коэффициента амплитудной модуляции сигнала в диапазоне Д4;

не превышают значений, указанных в описании типа на средство измерений, и осуществляется отображение, и осуществляется звуковая сигнализация режима проверки в диапазоне Д4.

10.3 Определение метрологических характеристик ПАК-ТА в диапазоне Д3

10.4.1 Определение метрологических характеристик и отображения параметров сигнала диапазона Д4 проводится при подаче сигнала на «Вход 156/162».

10.4.2 В рамках данных проверок измерение всего диапазона уровней мощности с требуемыми погрешностями не проводится, и ограничено значением +10 дБм.

10.4.3 Выполнить начальные установки для проведения проверки, указанные ниже.

Собрать рабочее место как указано на рисунке 3, используя на БИ «Вход 156/162».

Перевести ПАК-ТА в режим работы «Испытания непрерывно на частоте 162 МГц».

В меню ПАК-ТА, выбрать «Анализ» → «Таблица измерений».

На ПК в «Программе генератора» установить:

– тип сигнала «АИС»;
– «Частота передатчика (Гц)» – 162025000;
– «Выходная мощность генератора (дБм)» – 10;
– «Поправка к выставлению выходной мощности (дБм)» – 0;
– «Передача тестового сообщения» – включено;
– «MMSI АИС» – 974010000;
– «Широта» – 91;
– «Долгота» – 181;
– «Информационное сообщение» – не вводить, обновляется автоматически;
– «Скорость передачи сообщений (бит/с)» – 9600;
– «Частота дискретизации формируемого сигнала (Гц)» – 2000000;
– «Интервал между посылками (целое число)» – в меню выбрать «с» и задать 5;
– «Отстройка частоты сигнала относительно несущей частоты генератора (Гц)» – 400000;
– «Внеполосное излучение» – выключено;
– «Запуск от внешнего триггера» – выключено.

10.4.4 В «Программе генератора» нажать кнопку «Генерировать радиосигнал».

10.4.5 В меню ПАК-ТА проконтролировать появление не мене 50 измерений.

10.4.6 В «Программе генератора» нажать кнопку «Остановить генерацию».

10.4.7 Для отображения отчёта с параметрами сигнала в диапазоне Д3 в «Таблице измерений» нажать левой кнопкой мыши на последнем измерении и в выпадающем меню выбрать «Параметры сигнала». Пример окна с «Таблицей измерений» представлен на рисунке 6.

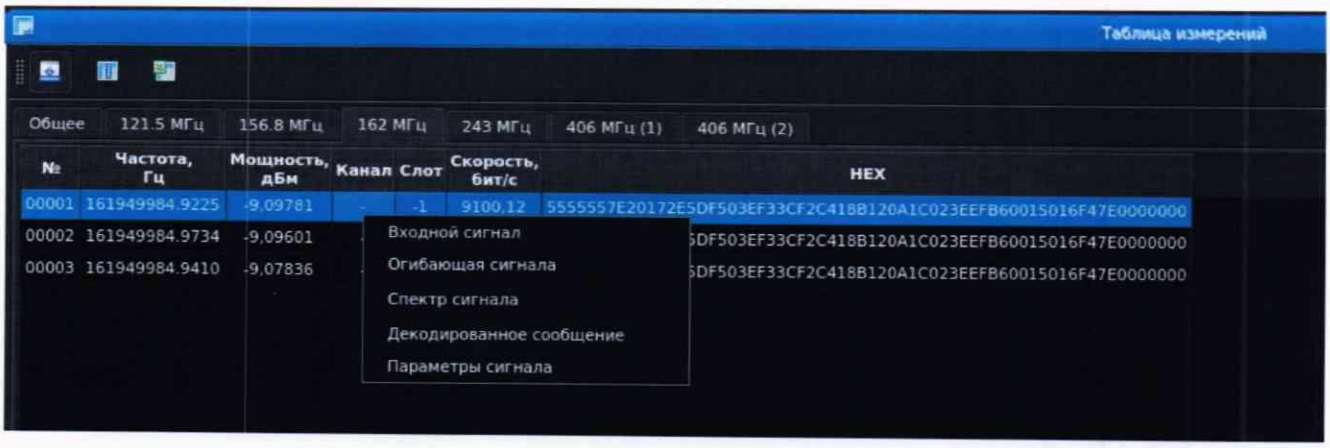

Рисунок 6 – Пример окна с измерениями параметров сигнала диапазона Д3

10.4.8 Для отображения декодированного сообщения в «Таблице измерений» нажать левой кнопкой мыши на последнем измерении и в выпадающем меню выбрать «Декодированное сообщение».

10.4.9 Используя «Декодированное сообщение», «Параметры сигнала» и установки в «Программе генератора» определить погрешности измерений (кроме мощности) и правильность отображение декодированного сообщения.

10.4.10 Остановить измерение, выбрав в меню ПАК-ТА «Измерение» → «Остановить».

10.4.11 Результат испытаний считать положительным, если:

- абсолютной погрешности установки частоты сигнала в диапазоне Д3;
- абсолютной погрешности измерений уровня мощности сигнала в диапазоне Д3;

не превышают значений, указанных в описании типа на средство измерений, и производится правильное отображение данных декодированного сообщения.

10.5 Определение метрологических характеристик анализатора токов и напряжений (АТН) в составе ПАК-ТА

10.5.1 Испытание проводится для АТН поставляемого в составе ПАК-ТА.

10.5.2 Испытание проводится с целью определения способности АТН обеспечивать заявленные метрологические характеристики при измерениях тока и напряжения в соответствии с описанием типа на средство измерений.

10.5.3 Проверка диапазона и допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения.

Собрать схему, представленную на рисунке 7.

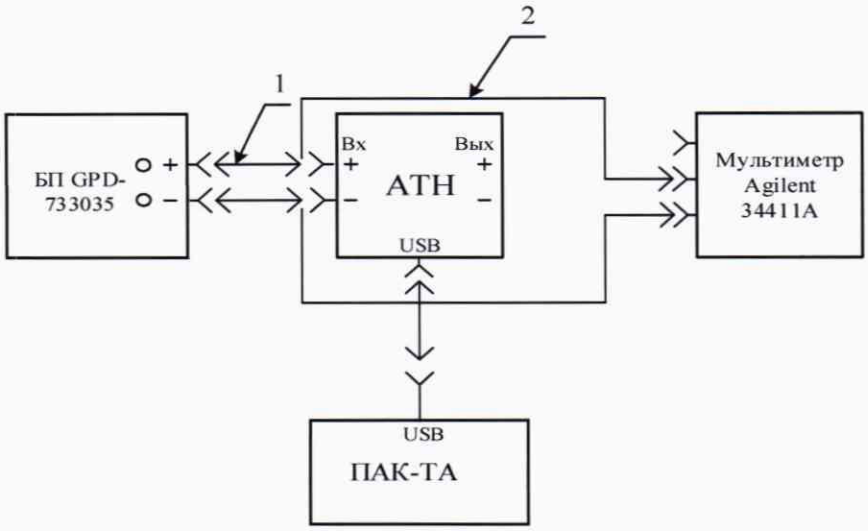

Рисунок 7 – Схема проверки напряжения

На блоке питания (БП) установить 0,1 В, на мультиметре установить режим измерения напряжения и подключить измерительные щупы к соответствующим входам АТН.

Зафиксировать значение напряжения на входе АТН с помощью мультиметра.

В меню ПАК-ТА выбрать «Инструменты» → «АТН». Запустится программа «Анализатор Токов и Напряжений».

В программе «Анализатор Токов и Напряжений» выбрать место для сохранения файла данных и запустить логирование.

Установить маркер для измерения напряжения. Пример установки маркеров показан на рисунке 8.

Зафиксировать измеренное значение напряжения по показаниям маркера.

Путём сравнения измеренных значений с использованием мультиметра и АТН определить абсолютную погрешность измерений напряжений.

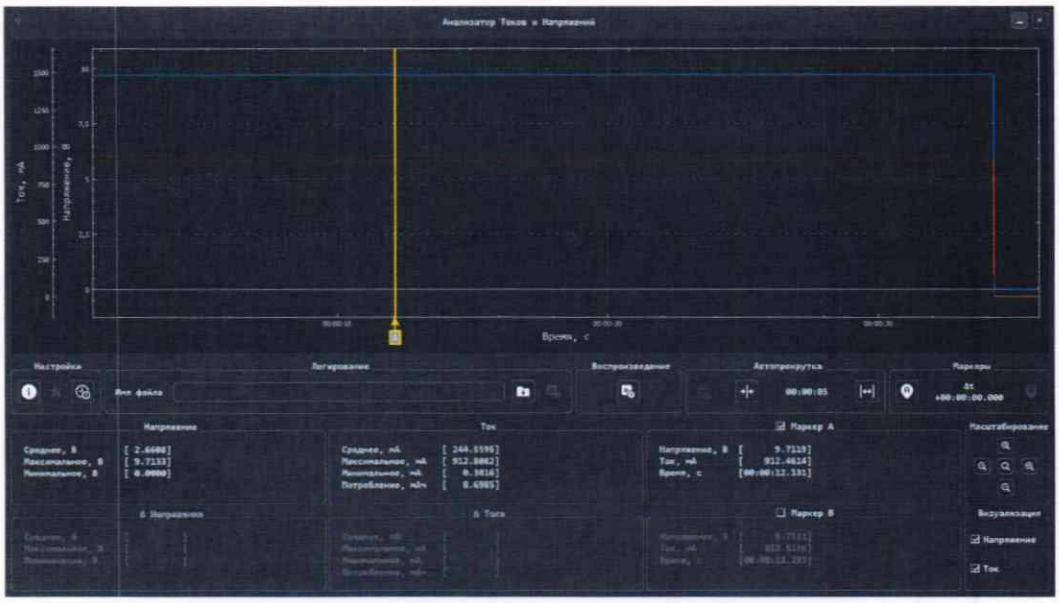

Рисунок 8 – Пример установки маркеров в «Программе АТН»

На блоке питания (БП) установить 5 В.

Выполнить п.10.5.3.

10.5.4 На блоке питания (БП) установить 20 В.

Выполнить п.10.5.3.

10.5.5 Проверка диапазона и допускаемой абсолютной погрешности измерения тока.

Собрать схему, представленную на рисунке 9.

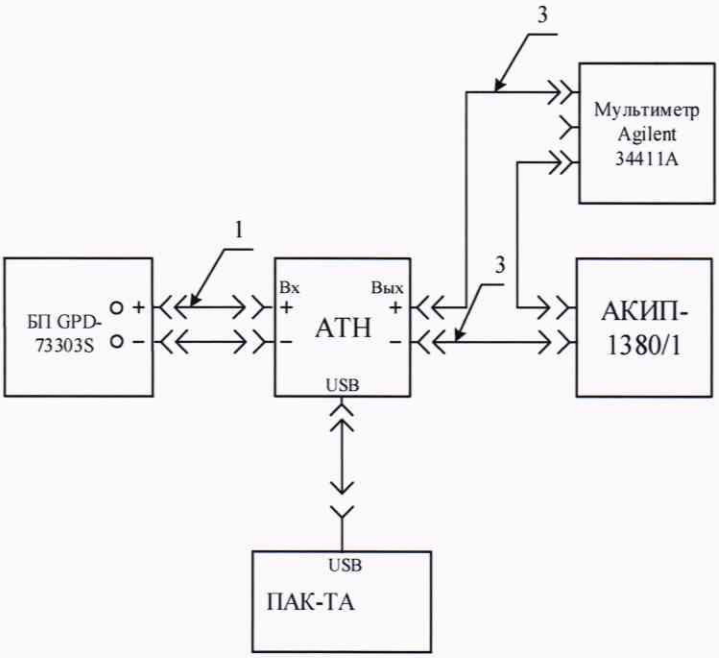

Рисунок 9 – Схема проверки тока

На (БП) установить 10 В и ограничение тока 3 А, на мультиметре установить режим измерения тока и подключить измерительные провода к соответствующим входам прибора.

На нагрузке АКИП-1380/1 установить режим «СС» (фиксированного тока) и задать значение 100 мА.

Запустить режим нажатием кнопки «On/Off».

Зафиксировать значение тока с помощью мультиметра.

В меню ПАК-ТА выбрать «Инструменты» → «АТН». Запустится программа «Анализатор Токов и Напряжений».

В программе «Анализатор Токов и Напряжений» выбрать место для сохранения файла данных и запустить логирование.

Установить маркер для измерения тока. Пример установки маркеров показан на рисунке 8.

Зафиксировать измеренное значение тока по показаниям маркера.

Путём сравнения измеренных значений с использованием мультиметра и АТН определить абсолютную погрешность измерений напряжений.

10.5.6 На нагрузке АКИП-1380/1 установить значение 1,5 А.

Выполнить п.10.5.5.

10.5.7 На нагрузке АКИП-1380/1 установить значение 2,990 А.

Выполнить п.10.5.5.

10.5.8 Проверка измерения временных интервалов.

Проверка измерения временных интервалов сводится к определению относительной погрешности измерения времени между импульсами напряжения, что по своей сути аналогично измерению и импульсов тока.

Собрать схему, представленную на рисунке 10.

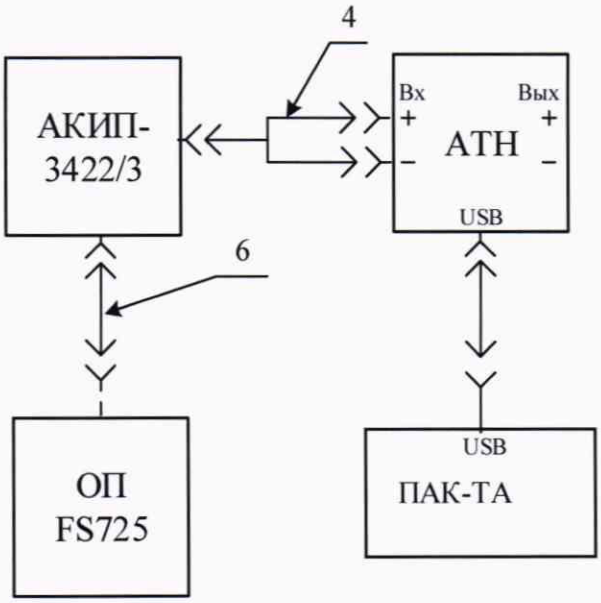

Рисунок 10 – Схема проверки временных интервалов

На генераторе АКИП 3422/3 установить:

- Utility → Page 2/3 → Clock → Source → External;
- Waveforms → Pulse;
- Parameter → Period → 50 s;
- HighLevel → 5 Vpp;
- LowLevel → 0 Vdc;
- Pulse Width → 100 ms;
- Load → HiZ.

Зафиксировать действительное значение временного интервала $\Delta t_{дейст}$ равное периоду выдачи импульсов – 50 с.

В меню ПАК-ТА выбрать «Инструменты» → «АТН». Запустится программа «Анализатор Токов и Напряжений».

В программе «Анализатор Токов и Напряжений» выбрать место для сохранения файла данных и запустить логирование.

Используя меню «Автопрокрутка» установить значение временного интервала автопрокрутки в диапазоне от «00:01:00» до «00:01:40».

Включить выход генератора нажатием кнопки «Output».

Дождаться появления на графике в программе «Анализатор Токов и Напряжений» 2-х импульсов.

Остановить логирование.

В меню «Настройки» нажать кнопку «Измерение временных интервалов».

Зафиксировать измеренное значение временного интервала $\Delta t_{изм}$.

По формуле 1 определить относительную погрешность измерения временных интервалов.

$$\delta = \frac{\Delta t_{изм} - \Delta t_{дейст}}{\Delta t_{дейст}} \times 100\% \quad (1)$$

10.5.9 Результат испытаний считать положительным, если:

- абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока;
- абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока;
- относительной погрешности измерений временных интервалов;

не превышают значений, указанных в описании типа на средство измерений.

10.6 Определение метрологических характеристик формирователя сигналов диапазонов Д2 и Д4

10.6.1 Определение метрологических характеристик формирователя сигналов диапазонов Д2 и Д4 проводится при подключении к «Выход 121/243».

10.6.2 Формирователь амплитудно-модулированного сигнала в составе ПАК-ТА предназначен для проверки АМ приёмников на аварийных частотах 121,5 ± 0,003 МГц и 243 ± 0,003 МГц. Выход за эти диапазоны при формировании сигналов может привести к невозможности проведения проверки. В связи с этим испытание сведено к проверке возможности формирования сигнала на частотах 121,500 МГц и 243,000 МГц с допустимыми погрешностями.

10.6.3 При проверке АМ приёмников на аварийных частотах допускается использовать амплитудно-манипулированный сигнал, то есть модулирующий сигнал имеет форму не гармонического сигнала, а прямоугольных импульсов, амплитуда которых меняется от нуля до максимального размаха. Ввиду этого «Диапазон установки коэффициента амплитудной манипуляции диапазонов Д2 и Д4» сводится к проверке одного значения.

10.6.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки частоты диапазонов Д2 и Д4

Собрать схему, представленную на рисунке 11.

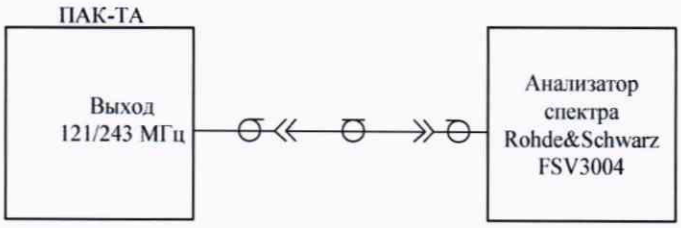

Рисунок 11 – Схема проверки диапазона и абсолютной погрешности установки частоты диапазона Д2 и Д4

В меню ПАК-ТА выбрать «Измерение» → «Генерация сигнала». В появившемся окне «Генерация сигнала» установить:

- в выпадающем меню «Частота, МГц» – 121,5;
- в выпадающем меню «Мощность, дБм» – минус 20;
- «Значение свипирующего тона, Гц» – 0.

Пример окна с параметрами настройки формирователя сигналов представлен на рис. 12.

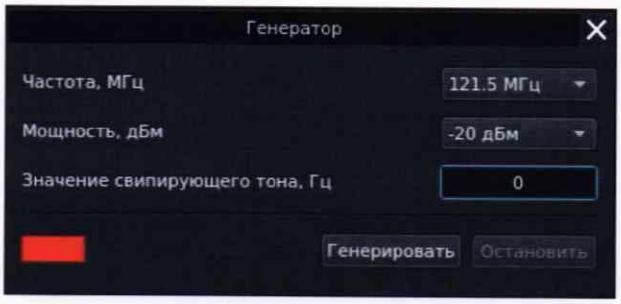

Рисунок 12 – Пример окна с параметрами настройки формирователя

Нажать кнопку «Генерировать».

Анализатор спектра перевести в режим измерения спектра.

Выполнить установки FSV3004:

- Центральная частота – 121,5 МГц;
- Span – 6,5 кГц;
- BW – 50 Гц.

На FSV3004 включить маркер 1 и нажать кнопку «Peak Search».

Зафиксировать значение измеренной частоты для диапазона Д2.

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» нажать кнопку «Остановить».

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» установить:

- в выпадающем меню «Частота, МГц» – 243;
- в выпадающем меню «Мощность, дБм» – минус 20;
- «Значение свипирующего тона, Гц» – 0.
- Нажать кнопку «Генерировать».
- Выполнить установки Rohde&Schwarz FSV3004:
- Центральная частота – 243 МГц;
- Span – 6,5 кГц;
- BW – 50 Гц.

Зафиксировать значение измеренной частоты для диапазона Д4.

10.6.5 Определение диапазонов и абсолютных погрешностей установки номинального значения мощности выходного сигнала в диапазонах Д2 и Д4

Собрать схему, представленную на рисунке 11.

В меню ПАК-ТА выбрать «Измерения» → «Генерация сигнала». В появившемся окне «Генерация сигнала» установить:

- в выпадающем меню «Частота, МГц» – 121,5;
- в выпадающем меню «Мощность, дБм» – минус 20;
- «Значение свипирующего тона, Гц» – 0.

Нажать кнопку «Генерировать».

FSV3004 перевести в режим измерения спектра.

Выполнить установки FSV3004:

- Центральная частота – 121,5 МГц;
- Span – 2,5 кГц;
- BW – 50 Гц.

На FSV3004 включить маркер 1 и нажать кнопку «Peak Search».

Зафиксировать значение измеренного номинального значения мощности выходного сигнала в диапазоне Д2.

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» нажать кнопку «Остановить».

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» установить:

- в выпадающем меню «Частота, МГц» – 243;
- в выпадающем меню «Мощность, дБм» – минус 20;
- «Значение свипирующего тона, Гц» – 0.

Нажать кнопку «Генерировать».

Выполнить установки FSV3000:

- Центральная частота – 243 МГц;
- Span – 2,5 кГц;
- BW – 50 Гц.

Зафиксировать значение измеренного номинального значения мощности выходного сигнала в диапазоне Д4.

10.6.6 Определение диапазона установки коэффициента амплитудной манипуляции диапазонов Д2 и Д4

Собрать схему, представленную на рисунке 13.

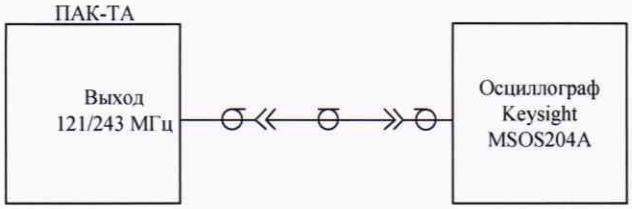

Рисунок 13 – Схема проверки коэффициента амплитудной модуляции

В меню ПАК-ТА выбрать «Измерения» → «Генерация сигнала». В появившемся окне «Генерация сигнала» установить:

- в выпадающем меню «Частота, МГц» – 121,5;
- в выпадающем меню «Мощность, дБм» – минус 20;
- «Значение свипирующего тона, Гц» – 1000.

Нажать кнопку «Генерировать».

На осциллографе MSOS204A провести однократное измерение, и используя регулировки развертки по вертикали и горизонтали добиться отображения радиочастотных импульсов размахом, не выходящим за пределы экрана.

Используя горизонтальные маркеры провести измерение U_{max}.

Используя регулировку развертки по вертикали добиться отображения на экране осциллографа минимальной амплитуды. При измерении минимальной амплитуды необходимо устанавливать маркер ниже уровня шумов. При необходимости выполнить еще одно измерение, с развёрткой по вертикали, достаточной для фиксации минимального напряжения.

Используя горизонтальные маркеры провести измерение U_{min}.

Используя формулу 2, определить коэффициент амплитудной модуляции.

$$M = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} \times 100\% \qquad (2)$$

Зафиксировать коэффициент амплитудной модуляции для диапазона.

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» нажать кнопку «Остановить».

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» установить:

- в выпадающем меню «Частота, МГц» – 243;
- в выпадающем меню «Мощность, дБм» – минус 20;
- «Значение свипирующего тона, Гц» – 1000.

Нажать кнопку «Генерировать».

На осциллографе MSOS204A провести однократное измерение, и используя регулировки развертки по вертикали и горизонтали добиться отображения радиочастотных импульсов размахом, не выходящим за пределы экрана.

Используя горизонтальные маркеры провести измерение U_{max}.

Используя регулировку развертки по вертикали добиться отображения на экране осциллографа минимальной амплитуды. При измерении минимальной амплитуды необходимо

устанавливать маркер ниже уровня шумов. При необходимости выполнить еще одно измерение, с развёрткой по вертикали, достаточной для фиксации минимального напряжения.

Используя горизонтальные маркеры провести измерение U_{min}.

Используя формулу 2, определить коэффициент амплитудной модуляции.

Зафиксировать коэффициент амплитудной модуляции для диапазона.

В ПАК-ТА в окне «Генерация сигнала» нажать кнопку «Остановить».

10.6.7 Результат испытаний считать положительным, если:

- абсолютная погрешность установки частоты сигнала в диапазонах Д2 и Д4;
- абсолютная погрешность установки значения мощности сигнала в диапазонах Д2 и Д4;

не превышают значений, указанных в описании типа на средство измерений, и измеренные коэффициенты амплитудной модуляции диапазонов Д2 и Д4 составляют не менее 0,85.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений, указаны в п. 10 настоящей методики поверки.

11.2 Критерием принятия решения о пригодности средства измерений к дальнейшей эксплуатации является подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным в описании типа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

Протокол должен наглядно отображать полученные результаты измерений, а также сравнение полученных действительных и допустимых значений нормируемых погрешностей.

12.2 Сведения о результатах поверки ПАК-ТА в целях их подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев ПАК-ТА или лиц, представивших их в поверку.

12.4 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва» С.Н. Голышак

Главный специалист по метрологии
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва» Н.В. Голышак