



## 1 Основные положения

1.1 Настоящая методика предназначена для проведения поверки установки для тестирования средств беспроводной связи E7515A (тестеров протоколов сигнализации), изготовленного компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия (далее – E7515A).

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Периодическая поверка средств измерений в случае их использования для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, допускается на основании письменного заявления их владельца, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке средства измерений

## 2 Операции поверки

При проведении поверки должны производиться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Идентификация программного обеспечения	7.3	да	да
Определение диапазона и относительной погрешности установки и измерения уровня выходного сигнала	7.4	да	да
Определение среднеквадратического значения величины модуля вектора ошибки (EVM) и фазовой ошибки	7.5	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов в процессе выполнения операций по любому из пунктов таблицы 1 E7515A признается непригодным и к эксплуатации не допускается.

## 3 Средства поверки

3.1 Основные средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные средства поверки

Пункт МП	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.4	Блок измерительный ваттметра E1914A (рег.№ 57386-41) с преобразователями измерительными N8482A (рег.№ 58375-14) диапазон частот до 6 ГГц, динамический диапазон от минус 35 до 20 дБ/мВт, погрешность до $\pm 1,81\%$ и 8481D (рег.№ 58320-14) диапазон частот до 18 ГГц, динамический диапазон от минус 70 до минус 20 дБ/мВт, погрешность до $\pm 1,7\%$ .
7.4	Генератор сигналов E8257D (рег. №53941-13): диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$ ; максимальный уровень выходной мощности не менее 10 дБ/мВт, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности не более $\pm 1,2$ дБ.
7.4, 7.5	Анализатор сигналов N9030A (рег.№ 69527-17): диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц, абсолютная погрешность измерения уровня $\pm 0,19$ дБ/мВт, EVM: MSK, MSK2: 0,5-1,4(скз), BPSK, QPSK: 0,5-1,0(скз)

3.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характери-

стик с требуемой точностью.3.3 Применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборе или в документации.

#### **4 Требования безопасности при поверке**

4.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены меры безопасности, указанные в соответствующих разделах эксплуатационной документации на средства измерений, используемых при поверке.

4.2 К проведению поверки E7515A допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

#### **5 Условия поверки**

5.1. При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия по ГОСТ 22261-94:

- температура окружающего воздуха (25±5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети (220±20) В;
- частота питающей сети (50±0,5) Гц.

#### **6 Подготовка к поверке**

6.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации или техническое описание поверяемого E7515A и используемых средств поверки.

6.2 Поверяемая E7515A должна быть выдержана в помещении в расположении средств поверки не менее 2-х часов.

6.3 E7515A и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с РЭ.

#### **7 Методы (методики) поверки**

##### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, чёткость фиксации их положения;
- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность пломб;
- комплектность согласно требованиям эксплуатационной документации;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

7.1.2 Установка, не удовлетворяющая данным требованиям, бракуется и направляется в ремонт.

##### **7.2 Опробование E7515A**

7.2.1 Включить E7515A и дать прогреться в течение 30 минут.

7.2.2 Проверить загрузку ОС Windows.

7.2.3 В случае успешной загрузки выбрать и запустить режим полной калибровки.

7.2.4 Результаты поверки считать положительными, если загрузка ОС Windows и полная калибровка завершились успешно.

##### **7.3 Идентификация программного обеспечения**

7.3.1 Для проверки установленного на E7515A программного обеспечения использовать следующий порядок действий

- проверить номера версий ПО;
- проверить работоспособность системы.

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если процедура самопроверки завершается успешно.

7.4 Определение диапазона и относительной погрешности установки и измерения уровня выходного сигнала

7.4.1 Соединить оборудование в соответствии с рисунком 1. При измерениях использовать измерительные преобразователи мощности N8482A.

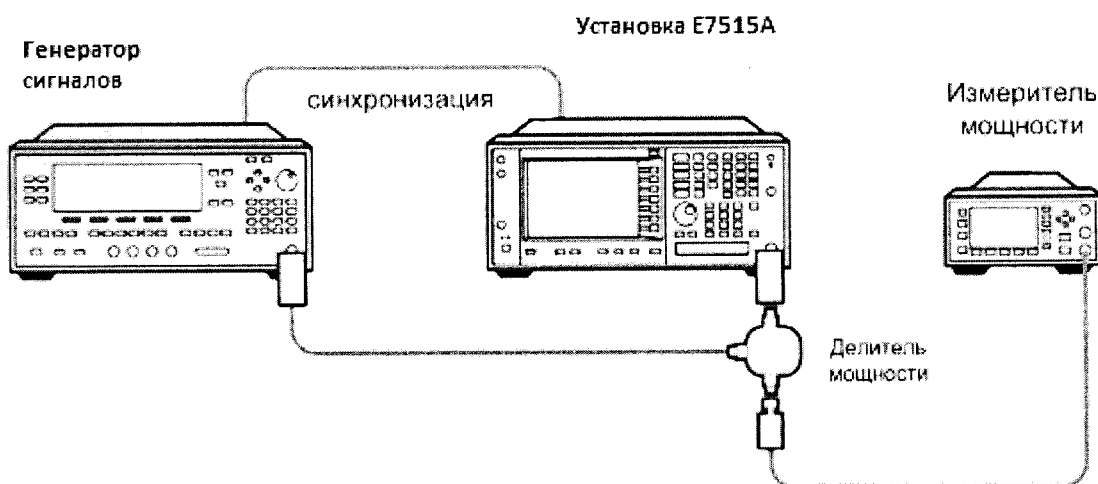


Рисунок 1.

7.4.2 Запустить программу Keysight Control Panel и нажать кнопку Application Manager (рисунок 2).

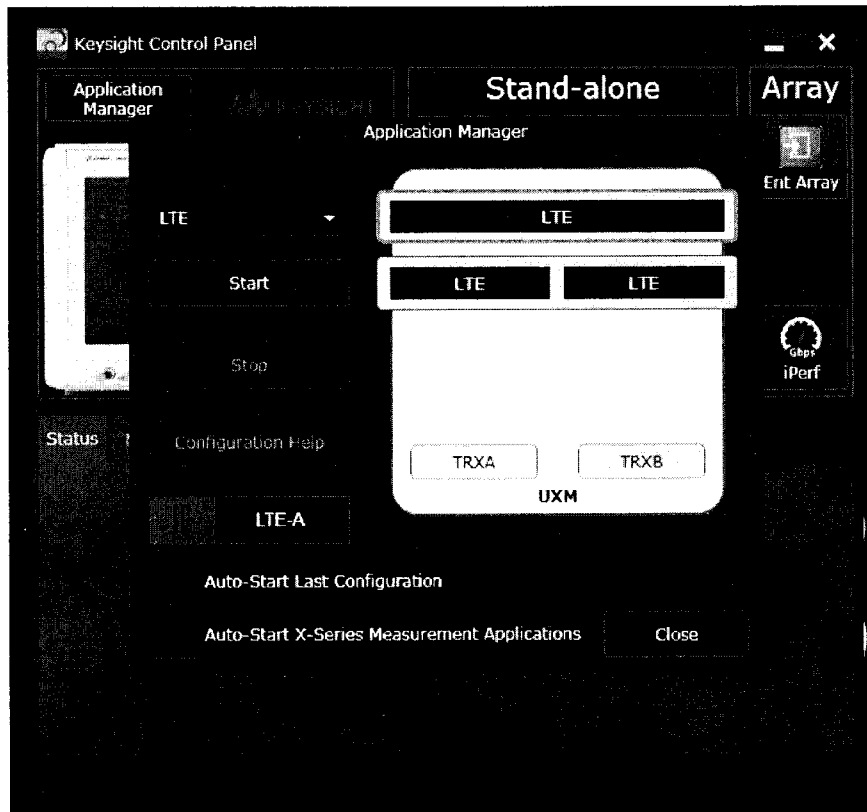


Рисунок 2.

7.4.3 Выбрать режим, соответствующий двум независимым сотам (второй сверху на рисунке 2), сконфигурированным для формата LTE, и запустить конфигурирование, нажав кнопку Start (рисунок 3), после чего будет запущено два окна с установками формируемого сигнала для приемопередатчиков А и В (рисунок 4).

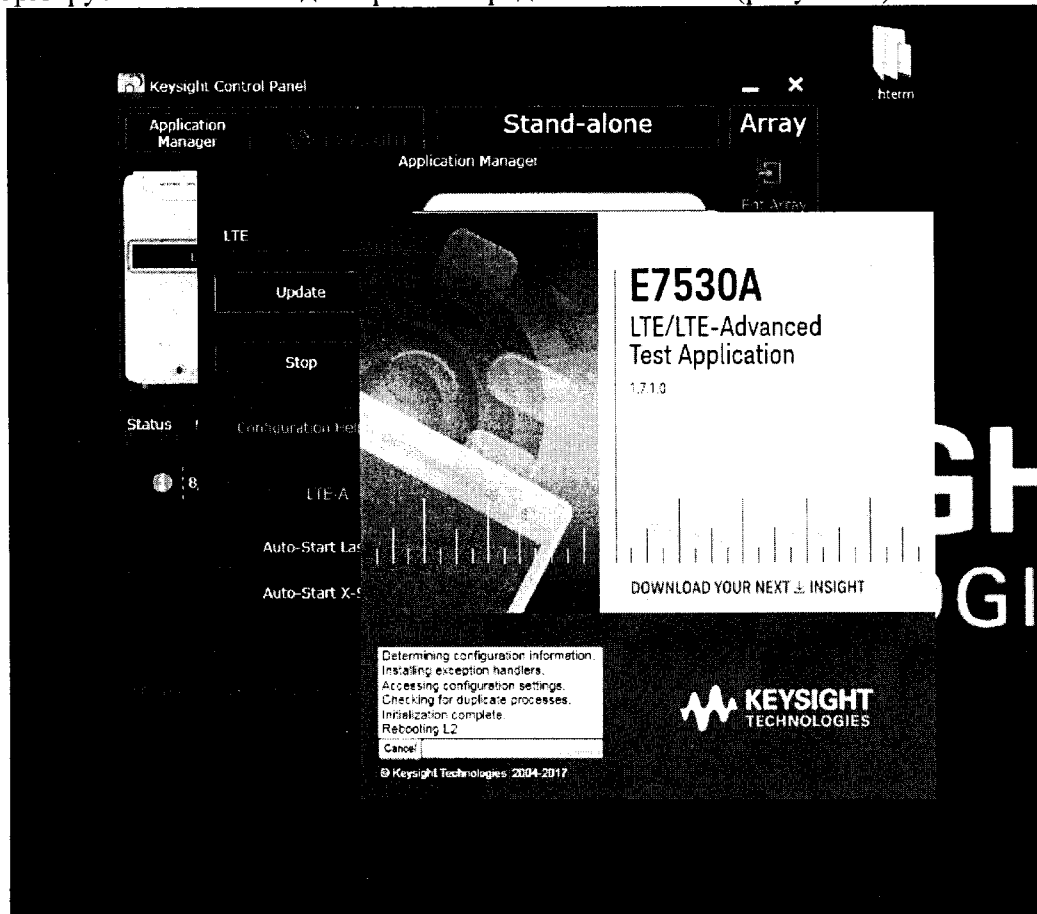


Рисунок 3.

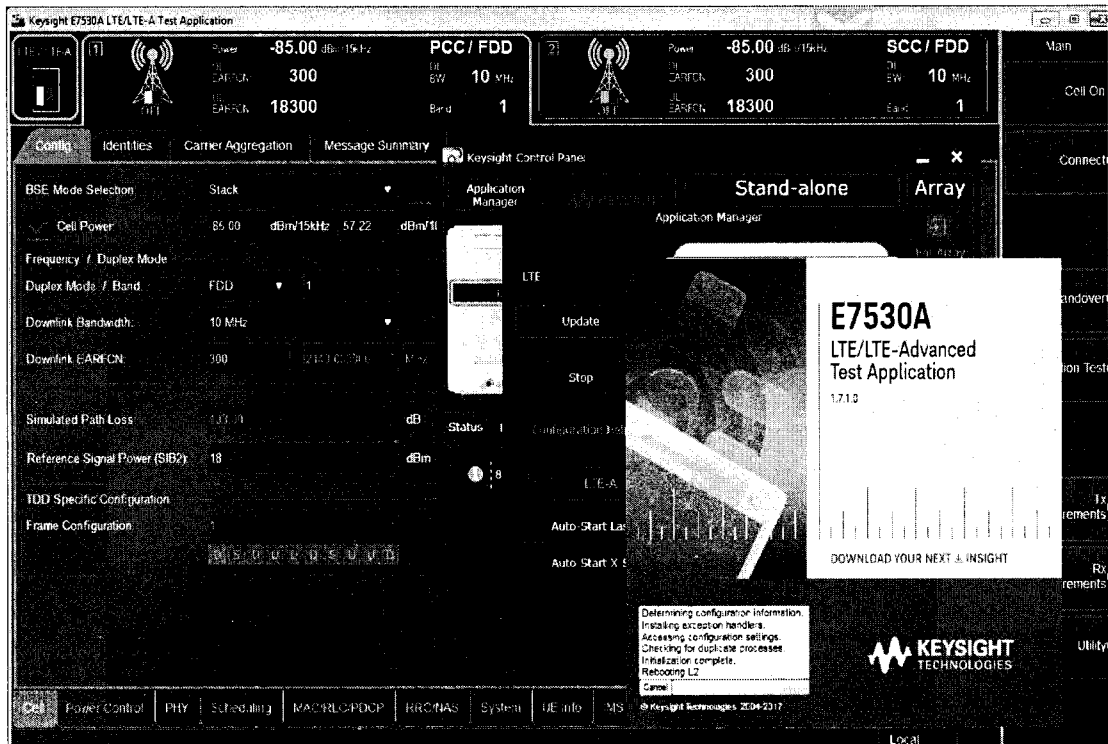


Рисунок 4.

#### 7.4.4 Выбрать режим Non Signaling в поле BSE Mode Selection (рисунок 5).



Рисунок 5.

7.4.5 Выбрать частотный диапазон сети LTE, содержащий требуемый для анализа сигнал 0 дБ/мВт, 300 МГц, и в ячейке Band установит диапазон в соответствии с РЭ на установку E7515A (рисунок 6).

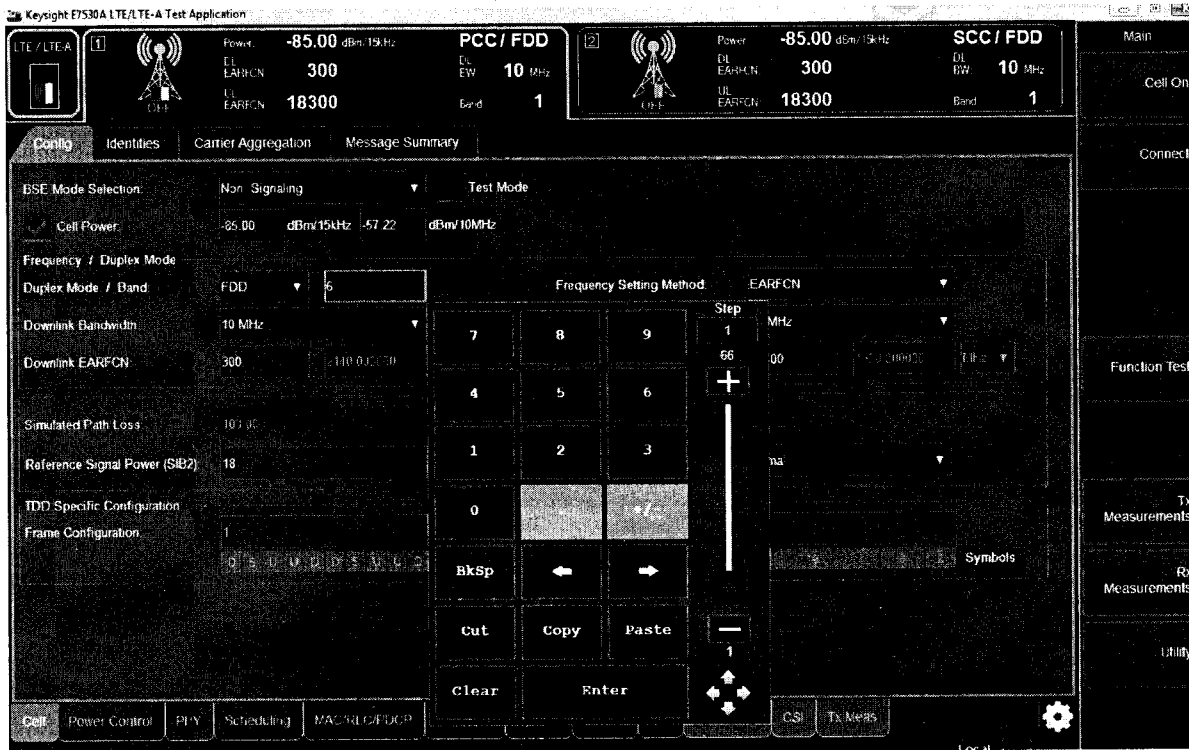


Рисунок 6.

7.4.6 Нажать кнопку Cell On и запустить формирование/анализ сигнала по порту TXRX1 приемопередатчика В (рисунок 7).

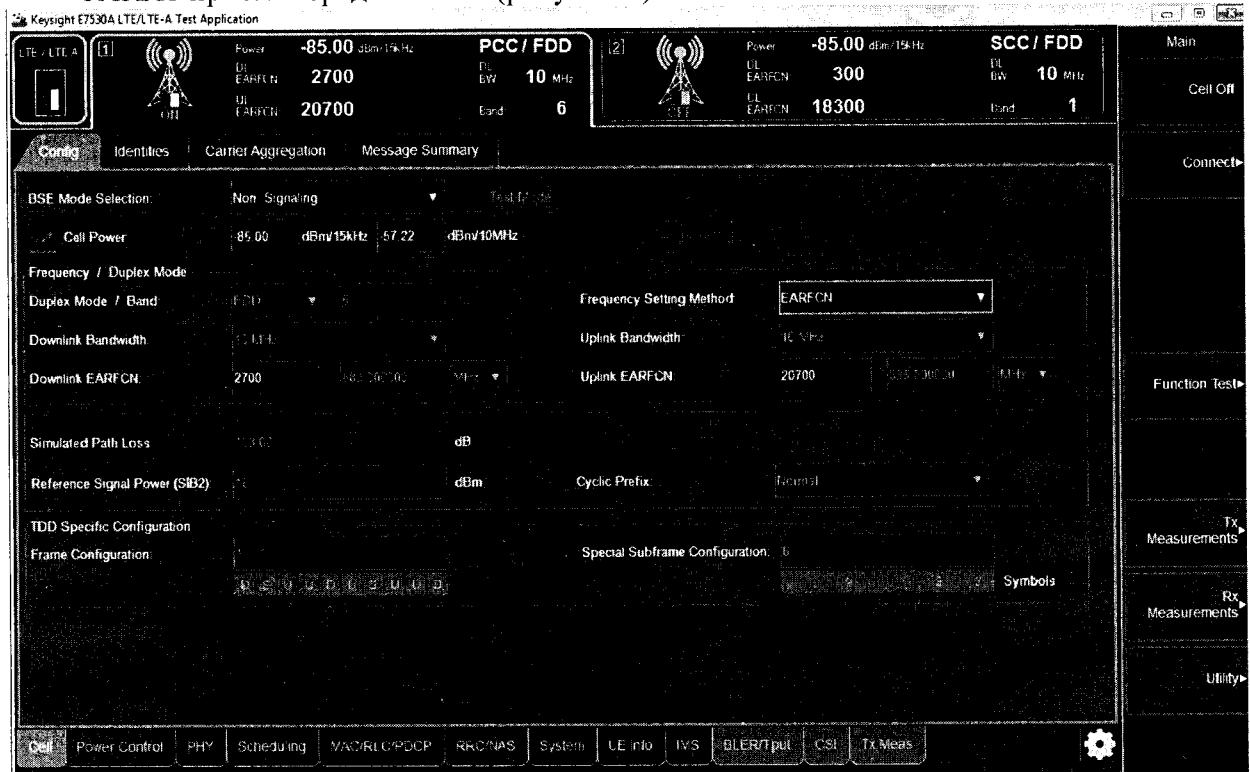


Рисунок 7.

7.4.7 Определить входной порт Cell A TXRX1 во вкладке System (рисунок 8).



Рисунок 8.

7.4.8 Запустить режим измерений, для чего нажать кнопку TX Measurements в правой части экрана и выбрать режим Monitor Spectrum (рисунок 9).

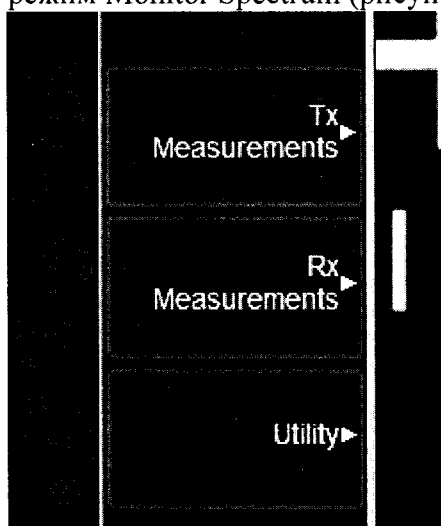


Рисунок 9.

7.4.9 Установить ручную частоту сигнала и запустить поиск пика по маркеру в открывшемся измерительном окне приложений X-серии (рисунок 10).



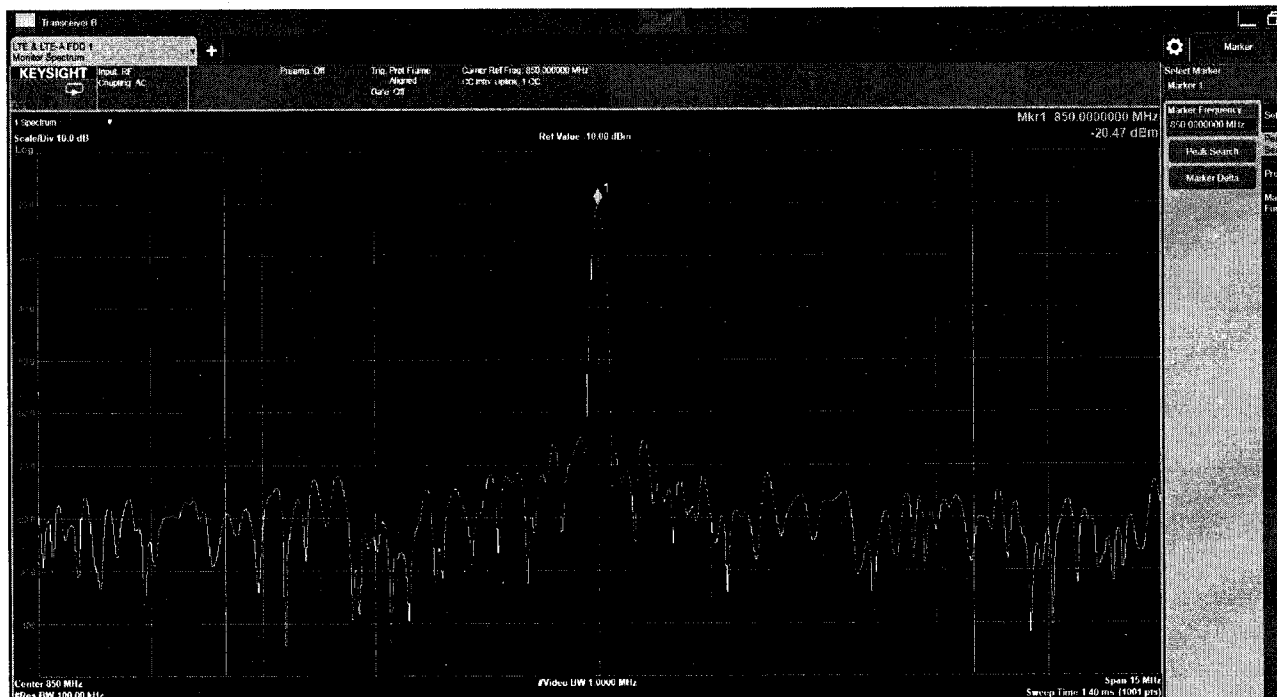


Рисунок 10.

7.4.10 Установить на генераторе частоту сигнала 300 МГц, выходную мощность 6 дБ/мВт.

7.4.11 Измерить уровень мощности сигнала ваттметром, отрегулировать уровень мощности на генераторе таким образом, чтобы измеренное ваттметром значение мощности было  $0 (\pm 0.05)$  дБ/мВт.

7.4.12 Нажать кнопку маркер дельта на установке E7515A.

7.4.13 На генераторе установить уровень выходной мощности 9.5 дБ/мВт и измерить значение мощности ваттметром.

7.4.14 Отрегулировать уровень мощности  $U_{уст}$  на выходе генераторе таким образом, чтобы измеренное ваттметром значение мощности было  $3.5 (\pm 0.05)$  дБ/мВт.

7.4.15 Записать значение дельта маркера –  $U_{изм}$ .

7.4.16 Вычислить относительную погрешность установки и измерения уровня выходного сигнала измерения как  $U_{изм} - U_{уст}$ . Полученное значение погрешности измерения не должно превышать значение, указанное в таблице 1.

7.4.17 Провести измерения всех уровней мощности и частот, указанных в таблице 3. При измерении уровня мощности меньше 20 дБ/мВт использовать преобразователь 8481D.

7.4.18 Повторить все измерения для Cell Rx A TxRx2/R2, Cell B Rx TxRx1/R1, Cell Rx B TxRx2/R2.

Таблица 3.

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей измерения уровня, $\pm$ дБ
300	3,5		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
1000	-53		1
	3,5		1

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей измерения уровня, ± дБ
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-53		1
1500	3,5		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
2000	-53		1
	3,5		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
2500	-40		1
	-53		1
	3,5		1
	-10		1
	-20		1
3000	-30		1
	-40		1
	-53		1
	3,5		1
	-10		1
3500	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-53		1
	3,5		1
4000	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-53		1
4500	3,5		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
5000	-53		1
	3,5		1

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей измерения уровня, ± дБ
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-53		1
5500	3,5		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
6000	3,5		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1

7.4.19 Определение диапазона и относительной погрешности установки уровня выходного сигнала

7.4.20 Выбирать тип выходного сигнала CW на вкладке Cell в поле BSE Mode Selection установки E7515A (рисунок 11), после чего можно одновременно задавать значения уровней и частоты выходного сигнала для двух пар выходов (TX1 и TXRX1, TX2 и TXRX2). При этом для второй пары частота задаётся в виде смещения ( $\Delta F$ ) и не может превышать допустимой полосы частот приемопередатчика ( $\pm 50$  МГц) (рисунок 12).



Рисунок 11.

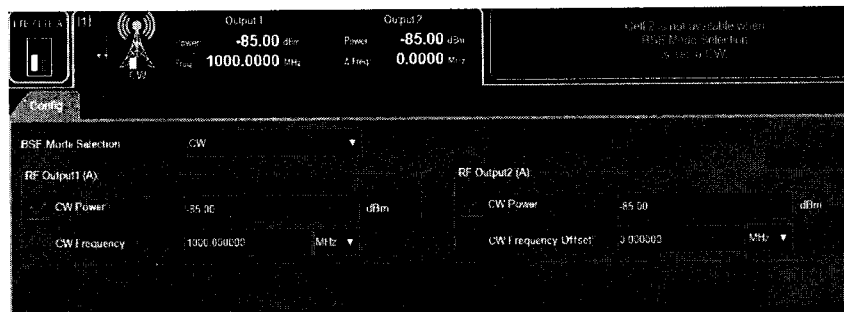


Рисунок 12.

7.4.21 Выбрать необходимый порт, перейдя во вкладку System (рисунок 13).

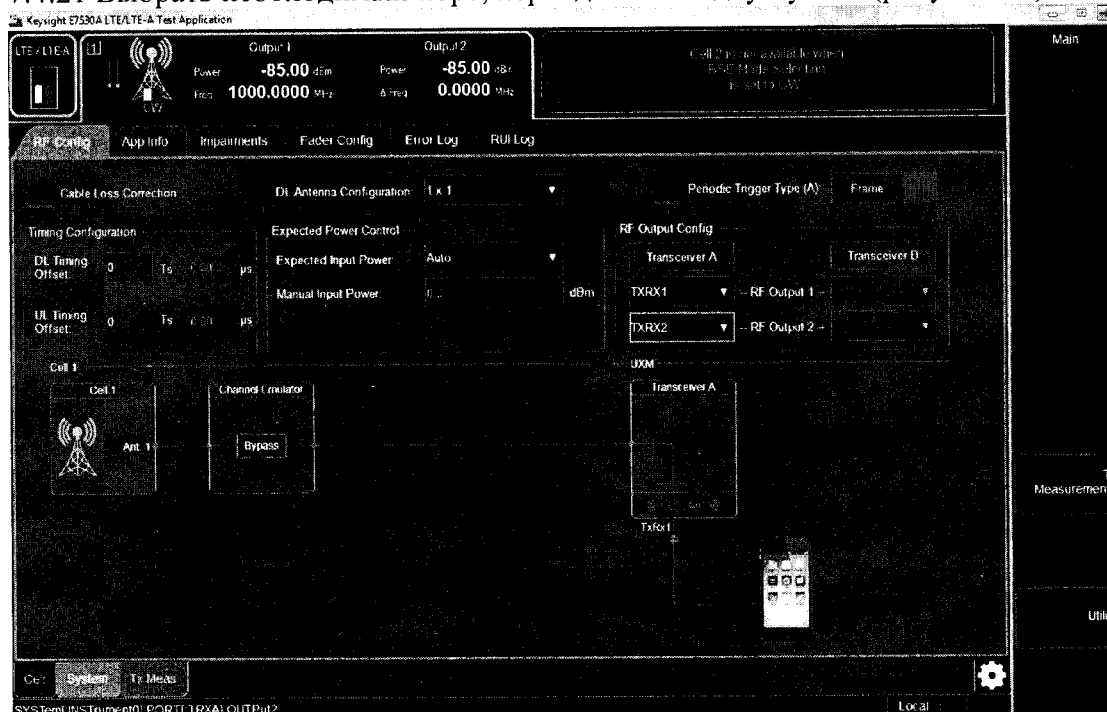


Рисунок 13.

7.4.22 На установке E7515A установить значение уровня сигнала 0 дБ/мВт (Uуст), частоту 300 МГц.

7.4.23 Измерить уровень мощности Uим ваттметром и занести измеренное значение в таблицу 2.

7.4.24 Подать тот же сигнал на анализатор спектра N9030A.

7.4.25 На анализаторе установить центральную частоту 300 МГц, полосу обзора 0 Гц, RBW 10 Гц, нажать Peak Search, Marker -> Delta. После этого с шагом 10 дБ/мВт уменьшать сигнал, измеряя на анализаторе спектра уровень мощности сигнала (Uизм).

7.4.26 Рассчитать погрешность измерения по формуле  $U_{изм} - U_{уст} - U_{им}$ .

7.4.27 Полученные значение занести в таблицу 4.

7.4.28 Повторить измерения для всех частот, указанных в таблице 4. Повторить измерения для Cell A Tx1Rx1, Cell A Tx1Rx2, Cell A Tx2, Cell B Tx1, Cell B Tx1Rx1, Cell B Tx1Rx2, Cell B Tx2. При уровнях ниже -70 дБ/мВт на анализаторе спектра необходимо включить предусилитель сигнала.

Таблица 4.

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей, ± дБ
CellA Tx1			
300	0		1

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей, ± дБ
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
	-110		1
1000	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
-110		1	
2000	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
3000	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
4000	0		1
	-10		1
	-20		1

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей, ± дБ
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
5000	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
	6000	0	
-10			1
-20			1
-30			1
-40			1
-50			1
-60			1
-70			1
-80			1
-90			1
-100		1	
CellA Tx1Rx11			
500	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
	-110		1
1500	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей, ± дБ
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
	-110		1
2500	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
3500	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
4500	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1
	-80		1
	-90		1
	-100		1
5500	0		1
	-10		1
	-20		1
	-30		1
	-40		1
	-50		1
	-60		1
	-70		1

Частота установленного сигнала на генераторе, МГц	Уровень мощности сигнала, дБ/мВт	Погрешность измерения приемника, дБ	Предел допустимых погрешностей, ± дБ
	-80		1
	-90		1
	-100		1

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения приемника не превышают допустимых значений, указанных в графе 4.

### 7.5 Определение среднеквадратического значения величины модуля вектора ошибки (EVM) и фазовой ошибки

7.5.1 Соединить E7515A и анализатор сигналов N9030A в соответствии со схемой, представленной на рисунке 14.

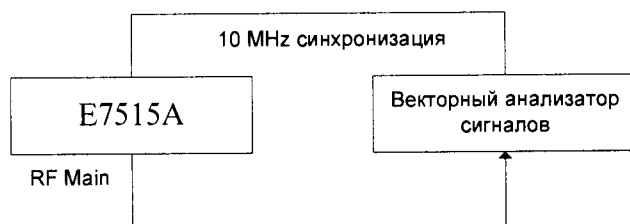


Рисунок 14.

7.5.2 Выбрать режим выхода TXRX1 приемопередатчика A. Активировать режим для двух независимых LTE-сот по приемопередатчикам A и B (см. описание выше). После этого в поле BSE Mode Selection для приемопередатчика A выбрать режим Non Signaling и запустить непрерывное формирование сигнала LTE в диапазоне частот (рисунок 15).

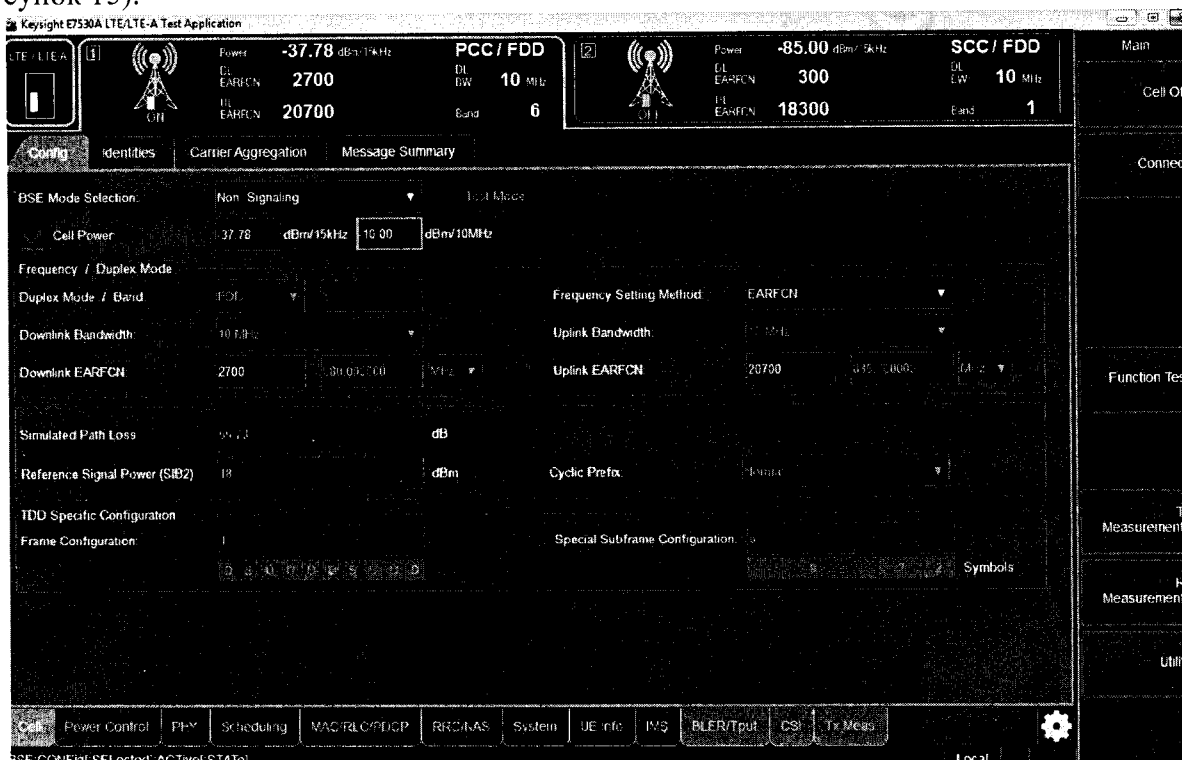


Рисунок 15.



7.5.3 Выбрать поле BSE Mode Selection для приемопередатчика В в режиме CW (чтобы исключить формирование дополнительного сигнала downlink) (рисунок 16).

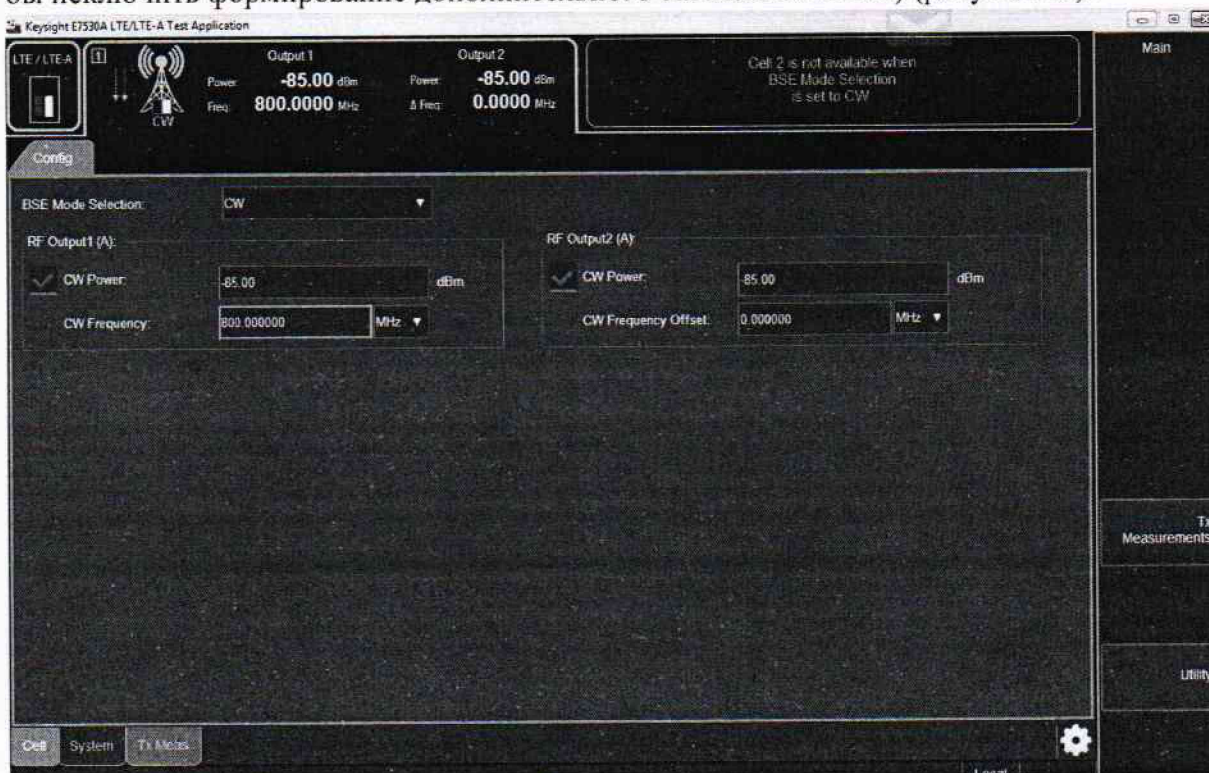


Рисунок 16.

7.5.4 Устанавливать на выходе тестера сигнал с частотой 750, 2150 и 3550 МГц с заданными параметрами модуляции (WCDMA: Modulation Format QPSK, Symbol Rate 3,84 МГц, Span 5 МГц, Res BW 150,888 кГц).

7.5.5 На анализаторе сигналов N9030A устанавливать последовательно центральную частоту в соответствии с частотой выходного сигнала тестера 750, 2150 и 3550 МГц. Запустить на анализаторе сигналов режим цифровой демодуляции сигналов. Выбрать предварительные настройки для стандарта WCDMA: Modulation Format QPSK, Symbol Rate 3,84 МГц, Span 5 МГц, Res BW 150,888 кГц

7.5.6 Измерить и записать значение EVM.

7.5.7 Остановить вывод сигнала на E7515A.

7.5.8 Выбрать в параметрах соответствующий выход Cell A Tx1, Cell A Tx1Rx1, Cell A Tx1Rx2, Cell A Tx2, Cell B Tx1, Cell B Tx1Rx1, Cell B Tx1Rx2, Cell B Tx2.

7.5.9 Измерить и записать значение Phase Err.

7.5.10 Остановить вывод сигнала на E7515A.

Результаты поверки считать положительными, если значение модуля EVM при воспроизведении сигнала стандарта WCDMA не превышает 3,5 % rms.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки на установку E7515A выдают свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записывают результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки применение установки E7515A запрещается, на нее выдаётся извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-1

О.В. Каминский