

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине

**«ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА В РФ»**

для студентов специальности 10.05.03 Информационная безопасность
автоматизированных систем, специализация Анализ безопасности информационных систем

Ставрополь
2026

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Техническое обеспечение государственного регулирования использования радиочастотного спектра в РФ» имеет целью формирования фундаментальных знаний основных положений теории и практики государственного регулирования использования радиочастотного спектра в РФ, современных видов систем мобильной связи, принципов частотно-территориального планирования, методов обнаружения и пеленгации источников радиоизлучения несанкционированных РЭС, техническое обеспечение проводимых работ.

Задача дисциплины – дать основы:

- развития современных систем мобильной связи;
- порядка проведения анализа электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств;
- метрологического обеспечения измерений, основных положений сертификации;
- методов частотно-территориального планирования сетей связи для радиоэлектронных средств и ВЧУ;
- существующих методов пеленгования, используемых при радиоконтроле средств пеленгации и оборудования, применяемого при измерениях параметров радиоэлектронных средств и ВЧУ;
- общих характеристик цифровых систем вещательного телевидения;
- развития систем радиодоступа спектра.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРАВИЛ ПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНЫМ СПЕКТРОАНАЛИЗАТОРОМ «SPECTRUM MASTER MS2720T». ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОТОКОЛА ИЗМЕРЕНИЙ.

Цель работы: провести исследование тактико-технических характеристик и правил пользования переносным спектроанализатором

«Spectrum Master MS2720T». В соответствии со Свидетельством №659/1700 об аттестации методики выполнения измерений параметров излучения передатчиков базовых станций мобильной связи стандарта GSM 900/1800 аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и свидетельства №001-159-2009 об аттестации методики выполнения измерений центральной частоты спектра излучения ТВ канала станции цифрового вещания стандарта DVB-T измерить центральную частоту, измерить ширину занимаемой полосы частот.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

При проведении измерений параметров сигнального окружения, одним из условий является необходимость: измерения ширины занимаемой полосы частот, измерения напряженности поля, измерения внутрисполосных/внеканальных искажений.

1. Технические характеристики переносного спектроанализатора

Spectrum Master MS2720T

Spectrum Master – это, основанный на синтезаторе портативный анализатор спектра,

обеспечивающий быстрые и точные измерения. Измерения легко проводятся с помощью основных функций прибора: частота, полоса обзора, амплитуда и частотный диапазон.

Для быстрого ввода данных можно использовать специализированные клавиши для обычных функций и привычную клавиатуру, такую как у калькулятора.

Маркировка данных измерения временем и датой производится автоматически. Во внутренней памяти устройства можно сохранить до 1000 настроек и до 1000 кривых измерения с помощью программы Master Software Tools. Для сохранения больших массивов данных используется внешняя память. Яркий, цветной жидкокристаллический экран высокого разрешения позволяет легко считывать показания в различных условиях освещения.

Spectrum Master обеспечивает непрерывную работу в течение 3 часов при полностью заряженной батарее и может работать от источника постоянного напряжения 12 В, одновременно заряжающем батарею.

Spectrum Master предназначен для контролирования, измерения и анализа сигнального окружения. Стандартные измерения включают: определение внутрисполостной помехи, анализ спектра передатчика, анализ помех и 802.11a/b/g.

Обеспечиваются все виды работы с метками, такие как функции пика, центра и дельты, для более быстрого и понятного анализа отображаемых сигналов.

Поддерживаются сегментированные линии для верхнего и нижнего пределов, что позволяет проводить быстрые и простые измерения типа "прошел/не прошел". В меню предусмотрена возможность подачи звукового предупреждения, если превышено пороговое значение.

В режиме анализатора передатчика Spectrum Master отображает шесть маркеров и таблицу маркеров на экране Мощности кодовой области и экране Кодограммы. В режиме анализатора спектра поддерживаются все функции работы с маркерами. В режиме GSM маркеры не

доступны.

Программное обеспечение для ПК Master Software Tools позволяет сохранить в компьютере результаты выполненных измерений. Кроме того, с помощью Master Software Tools можно переводить экран Spectrum Master в один из нескольких графических форматов.

Измерения могут быть также сохранены во встроенной памяти устройства или записаны на USB флеш-диск. Измерения, хранящиеся во встроенной памяти, могут быть переписаны на ПК с помощью поставляемого кабеля USB или Ethernet. После того, как графическая кривая измерения была сохранена, ее можно вывести на экран,

представить в нужном масштабе или добавить маркеры и линии пределов. Прошлые графики можно накладывать на текущие данные с помощью мыши ПК в стиле

"буксировки". Выделенные данные можно извлечь и использовать их в электронных таблицах или в других приложениях для анализа.

2. Подготовка прибора к работе

Anritsu MS2720T Spectrum Master может непрерывно работать приблизительно 3 часа от полностью заряженной батареи с возможностью ее замены в условиях эксплуатации (раздел «Замена аккумуляторной батареи» на стр. 1-7). MS2720T может также работать от источника постоянного напряжения 12В, одновременно заряжающего батарею. Для этого можно использовать либо сетевой адаптер Anritsu, либо адаптер для работы от автомобильного прикуривателя. Оба устройства входят в стандартный комплект поставки.



Рисунок 1.1 – Передняя панель прибора

Чтобы включить MS2720T, нажмите кнопку On/Off на передней панели (рис. 1.1). Для включения и загрузки программного обеспечения MS2720T Spectrum

Master требуется около 50 секунд. По завершению этого процесса прибор готов к использованию.

Обзор передней панели

Выполненный на базе меню интерфейс анализатора Spectrum Master прост в использовании и не

требует длительного обучения.

Экран измерения (окно развертки) служит для вывода данных об измерении в виде кривой измерения. Над сеткой и кривой измерения отображаются дополнительные данные об измерении, а в верхнем правом углу индицируется режим, в котором находится анализатор в данный момент. Нижнюю часть сетки можно уменьшать в размере, что позволяет отобразить дополнительное окно с информацией, например, таблицу с данными измерения или данными маркеров. Слева от сетки и кривой измерения находятся сводные данные о настройках прибора, ниже – пять сенсорных клавиш главного меню, а справа – сенсорные клавиши подменю.

Клавиши главного меню и подменю доступны во всех режимах анализатора.

Помимо этого можно прикасаться и к другим областям экрана для выполнения задач, доступных при нажатии клавиши меню.

Справа от экрана измерения располагаются поворотная кнопка и аппаратные кнопки (рис. 1.2). Десять из аппаратных кнопок (от 0 до 9) имеют двойное назначение, их текущее значение зависит от выбранного режима работы. Данные клавиши помечены цифрой на самой клавише, а альтернативные функции указаны над цифрами. Вызов дополнительной функции осуществляется с помощью клавиши Shift.

Например, для вызова процедуры калибровки сенсорного экрана используйте клавишу Shift и клавишу 0. Клавиша Esc, используемая для прерывания

ввода данных, расположена рядом с клавишей Shift, над клавишами с цифрами. Поворотная кнопка, клавиши-стрелки, цифровая клавиатура служат для изменения значения активного параметра.

Необходимо следить, чтобы входные и выходные вентиляционные отверстия не перегораживались. Это важно для обеспечения вентиляции и охлаждения прибора на должном уровне.



Рисунок 1.2 - Общий вид Spectrum Master

3.1 Подготовка к измерениям

Подключите источник входного сигнала или антенну к ВЧ-разъему панели тестирования в верхней

части прибора.

Редактирование и ввод значений

1. Значения параметров, готовых к редактированию, отображаются на клавишах подменю красным цветом. После редактирования нажмите Enter для ввода новых значений.
2. Некоторые клавиши подменю имеют переключаемые значения (On/Off, Low/High). Текущее состояние параметра индицируется подчеркиванием. Нажмите клавишу подменю для переключения значения.
3. Используйте клавиши-стрелки, цифровую клавиатуру или поворотную кнопку для изменения значений, выбора значения из списка или ввода имен файлов.

Выбор режима работы Spectrum Master

1. Нажмите клавишу Shift, затем клавишу Mode (9) для отображения Меню выбора режима работы.
2. С помощью клавиш-стрелок или поворотной кнопки выберите требуемый режим работы, затем нажмите клавишу Enter или поворотную кнопку.

3.2 Установка частоты измерений

Использование начальной и конечной частоты

1. Нажмите клавишу главного меню Freq (частота).
2. Нажмите клавишу подменю Start Freq (начальная частота).
3. По указанию преподавателя введите значение начальной частоты с помощью клавиатуры. Нажмите клавишу подменю, соответствующую единицам ввода: GHz, MHz, kHz, Hz. Нажатие клавиши Enter эквивалентно нажатию клавиши MHz.
4. Нажмите клавишу подменю Stop Freq (конечная частота).
5. Введите значение конечной частоты.

Ввод центральной частоты

Нажмите клавишу главного меню Freq (частота).

Нажмите клавишу подменю Center Freq (центральная частота).

С помощью цифровой клавиатуры, клавиш-стрелок или поворотной кнопки введите значение центральной частоты. При вводе значения с клавиатуры клавиши подменю принимают значения единиц ввода: GHz, MHz, kHz, Hz. Нажмите соответствующую клавишу. Нажатие клавиши Enter эквивалентно нажатию клавиши MHz.

Текущее значение частоты отображается вверху колонки настроек прибора, отображаемой в левой части экрана.

Выбор стандарта сигнала

Нажмите клавишу главного меню Freq (частота).

Нажмите клавишу подменю Signal Standard (стандарт сигнала).

В появившемся окне Signal Standards выберите стандарт сигнала и нажмите Enter или поворотную кнопку.

Нажмите клавишу подменю Channel для конфигурации канала в редакторе Channel Editor.

Ввод частотного диапазона измерений

Режимы анализатора спектра и анализа интерференций

Нажмите клавишу главного меню BW (частотный диапазон).

а. Нажмите клавишу главного меню RBW (полоса пропускания) или VBW (полоса видеосигнала) или обе эти клавиши для ввода значений вручную.

б. Автоматическая установка значений RBW и VBW осуществляется нажатием клавиш подменю Auto RBW и Auto VBW соответственно.

Нажмите клавишу подменю VBW/Average Type для выбора типа усреднения: Linear averaging (линейное) или Logarithmic averaging (логарифмическое).

Нажмите клавишу подменю RBW/VBW для изменения соотношения полосы пропускания и полосы видеосигнала.

Нажмите клавишу подменю Span/RBW для изменения отношения полосы обзора и полосы пропускания.

3.3 Установка амплитуды

Нажмите клавишу главного меню Amplitude (амплитуда) для отображения меню

Amplitude (амплитуда).

Установка опорного уровня и шкалы Режимы анализатора спектра и анализа интерференций

Для изменения текущих единиц измерения нажмите клавишу подменю Units (единицы измерения) и выберите новые единицы измерения с помощью клавиш подменю. Для возврата в меню Amplitude (амплитуда) нажмите клавишу подменю Back (назад).

1. Нажмите клавишу подменю Reference Level (опорный уровень). С помощью клавиш со стрелками «вверх»/«вниз» или клавиатуры установите опорный уровень.

Нажмите клавишу Enter.

2. Нажмите клавишу подменю Scale (шкала). С помощью клавиш со стрелками «вверх»/«вниз», клавиатуры или поворотной кнопки введите требуемое значение шкалы. Нажмите клавишу Enter.

Установка диапазона амплитуд и шкалы

Данная установка относится к большинству режимов демодулятора. Режим анализатора спектра не имеет эквивалента функции Auto Range (автоматическая установка диапазона).

Нажмите клавишу подменю Adjust Range (установка диапазона) для установки оптимального опорного уровня на основании измеренного сигнала. Для того чтобы прибор постоянно устанавливал оптимальный опорный уровень нажмите клавишу подменю Auto Range (автоматический выбор диапазона) и выберите значение On.

Нажмите клавишу подменю Scale (шкала).

С помощью клавиш со стрелками «вверх»/«вниз», клавиатуры или поворотной кнопки введите требуемое значение шкалы. Нажмите клавишу Enter. Шкала по оси Y будет автоматически перенумерована.

Установка смещения уровня для компенсации внешнего ослабления или внешнего усиления

Для получения точных результатов измерения рекомендуется выполнить компенсацию внешнего ослабления или усиления с помощью подменю RL Offset.

Коэффициент компенсации установлен в дБ. Внешнее ослабление может быть результатом использования внешнего кабеля или внешнего высокоомного аттенюатора, внешнее усиление, как правило, результат использования усилителя.

Для выполнения подстройки уровня с целью компенсации ослабления или усиления нажмите клавишу подменю RL Offset и введите положительное значение в дБ, а затем нажмите соответствующую клавишу подменю (для компенсации усиления dB External Gain, для компенсации ослабления dB External Loss). Новое значение смещения будет отображено на приборе экрана, и выполнена соответствующая подстройка опорного уровня.

3.4 Настройка полосы обзора

Режимы анализатора спектра, анализатора интерференций и измерителя мощности

1. Нажмите клавишу главного меню Span или клавишу главного меню Freq, а затем клавишу подменю Span.
2. Для выбора полной полосы обзора нажмите клавишу подменю Full Span.
Выбор полной полосы обзора отменяет все ранее установленные значения начальной и конечной частоты.
3. Для однократного измерения частоты нажмите клавишу подменю Zero Span.

3.5 Установка ограничительных линий

Нажмите клавишу Shift, а затем клавишу цифровой клавиатуры Limit (6) для отображения меню Limit (ограничение).

Простая ограничительная линия

Режимы анализатора спектра и анализатора интерференций

Нажмите клавишу Shift, а затем клавишу Limit (6).

Нажмите клавишу подменю Limit (Upper/Lower) для выбора верхней (Upper) или нижней (Lower) ограничительной линии.

Активируйте выбранную линию с помощью клавиши подменю On Off (выбранный статус обозначается подчеркиванием).

Нажмите клавишу подменю Limit Move для отображения меню Limit Move (перемещение линии). Нажмите клавишу подменю Move Limit (передвинуть линию) для установки нового значения ограничительной линии в дБм.

Нажмите клавишу подменю Back для возврата в меню Limit.

В случае необходимости прорисовки ограничительной линии в поле зрения нажмите клавишу подменю Set Default Limit (установка линии по умолчанию).

Огибающая ограничительная линия

Режимы анализатора спектра и анализатора интерференций

1. Нажмите клавишу Shift, а затем клавишу Limit (6).
 2. Нажмите клавишу подменю Limit (Upper/Lower) для выбора верхней (Upper) или нижней (Lower) ограничительной линии.
 3. Нажмите клавишу подменю Limit Envelope для отображения меню огибающей ограничительной линии.
 4. Нажмите клавишу подменю Create Envelope (создать огибающую) для создания ограничительной линии, огибающей измерения.
 5. Нажмите клавишу подменю Upper Points (точки сверху) или Lower Points (точки снизу) для изменения количества сегментов ограничительной линии.
 6. Нажмите клавишу подменю Upper Shape (форма сверху) или Lower Shape (форма снизу) для выбора формы ограничительной линии: с квадратными (square) или скошенными (sloped) углами.
 7. Установите положение огибающей линии относительно кривой измерения с помощью клавиш Upper Offset (смещение сверху) и Lower Offset (смещение снизу)
- Сегментированная ограничительная линия

Режимы анализатора спектра и анализатора интерференций

На рисунке 1.3 показан пример сегментированной ограничительной линии

После того, как была построена правая половина ограничительной линии, ее левая часть была достроена автоматически посредством нажатия клавиши подменю Limit Advanced (дополнительные возможности ограничительных линий), а затем клавиша Limit Mirror (зеркальное отражение ограничительной линии).

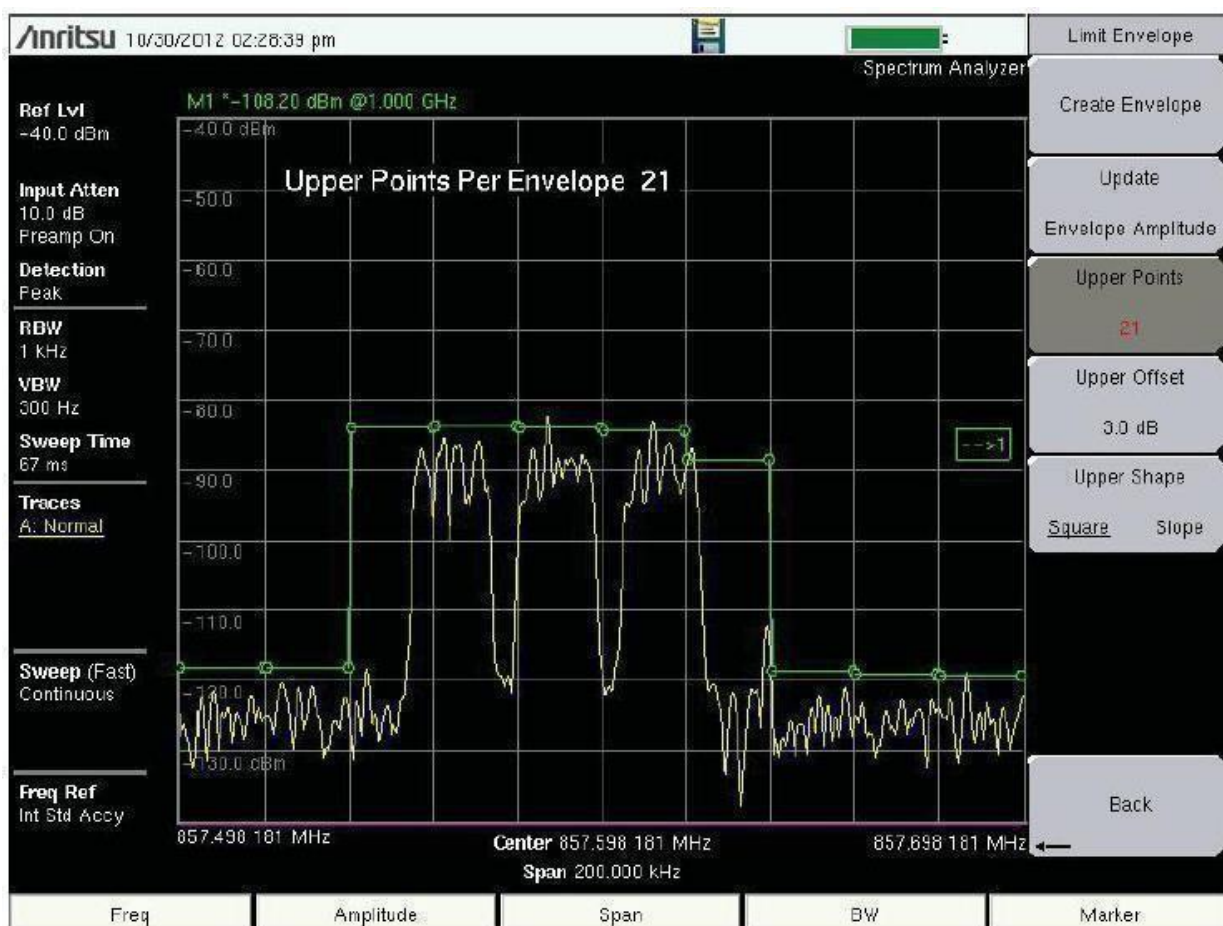


Рис 1.3 Пример сегментированной ограничительной линии

3.6 Выбор типа измерений

Если необходимо, измените режим измерений. Нажмите клавишу Shift, затем Mode (9).

Выберите тип измерения. Нажмите клавишу Shift, затем клавишу Measure (4). С помощью клавиши подменю выберите подходящий тип измерений.

3.7 Сохранение измерений

Нажмите клавишу Shift, затем клавишу File (7).

Нажмите клавишу подменю Save Measurements (сохранить измерения). Нажмите клавишу подменю Change Save Location (изменить путь к устройству хранения) для выбора устройства, на которое будут записываться данные: внешний USB флеш-диск или внутренняя память. Нажмите клавишу Set Location (установить место записи файлов).

Нажмите клавишу подменю Change Type (Setup/JPG/...) (изменить тип) для выбора типа сохраняемой информации (настройки, измерения, экран). Нажмите клавишу подменю Measurement.

Введите имя файла с помощью клавиш с буквами и нажмите Enter.

Методика и порядок выполнения работы

1) Проведение измерений для стандарта GSM 900/1800

1. Нажмите клавишу Freq
2. Нажмите клавишу Start Freq и введите начальную частоту
3. Нажмите клавишу Stop Freq и введите конечную частоту
4. Выбрать ширину полосы, нажав на клавишу Span и ввести значение
5. С помощью маркера измерить значения f_1 и f_2 , определить центральную частоту по формуле $f_c = \frac{f_1 + f_2}{2}$

6. Нажмите клавишу Freq

1 2 2

7. Нажмите клавишу Center Freq и установите вычисленную частоту

8. С помощью маркеров измерьте значения f_1 и f_2 , и определите ширину полосы по формуле $f_2 - f_1$

9. Проверьте значения с помощью прибора:

Нажмите клавишу Shift, а затем Measure. Нажать Bandwidth, выбрать OCC BW. Ввести значение ограничительной линии в дБ с помощью Method. Нажать Enter, затем on

Проверить значения вычисленные вручную, и определенные с помощью прибора

2) Проведение измерений для цифровой ТВ станции

1. Нажмите клавишу Freq
2. Нажмите клавишу Center Freq и введите выбранную частоту
3. Выбрать ширину полосы, нажав на клавишу Span и ввести значение

4. С помощью маркеров определить ширину полосы частот

5. Проверить ширину полосы частот с помощью установки ограничительных линий

Нажмите клавишу Shift, а затем Measure Нажать Bandwidth, выбрать OCC BW
Ввести значение ограничительной линии в дБ Нажать Enter, затем on

Проверить значения вычисленные вручную, и определенные с помощью прибора

6. Сохранить данные

Нажмите клавишу Shift, затем File Save Masument

Введите имя файла Выберите тип файла jpeg Нажмите клавишу Enter

7. Для копирования информации на USB-флеш-накопитель, вставьте флеш-накопитель в usb-разъем, нажмите клавишу Shift, затем File и Copy.

3) Составить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета и его формы

Отчет должен иметь форму согласно оформлению простого реферата.

Титульный лист должен включать название дисциплины, название лабораторной работы, фамилию и инициалы сдающего студента, номер группы, фамилию и инициалы принимающего преподавателя.

Основная часть работы должна содержать:

описание процесса подготовки прибора к работе, описание проведенных измерений, выводы о проделанной работе.

Вопросы для защиты работы

- 1) Тактико-технические характеристики портативного анализатора спектра Spectrum Master MS2720T.
- 2) Порядок подготовки прибора к работе.
- 3) Порядок установки частоты измерений.
- 4) Порядок установки амплитуды.
- 5) Порядок настройки полосы обзора.
- 6) Порядок установки ограничительных линий.

Лабораторная работа 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРАВИЛ ПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНЫМ СПЕКТРОАНАЛИЗАТОРОМ «SPECTRUM MASTER MS2721A». ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОТОКОЛА ИЗМЕРЕНИЙ.

Цель и содержание: провести исследование тактико-технических характеристик и правил пользования переносным спектроанализатором

«Spectrum Master MS2721A». В соответствии со Свидетельством №659/1700 об аттестации методики выполнения измерений параметров излучения передатчиков базовых станций мобильной связи стандарта GSM 900/1800 аттестованной в соответствии с ГОСТ Р8.563-96 и свидетельства №001-159- 2009 об аттестации методики выполнения измерений центральной частоты спектра излучения ТВ канала станции цифрового вещания стандарта DVB-T измерить центральную частоту, измерить ширину занимаемой полосы частот.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

При проведении измерений параметров сигнального окружения, одним из условий является необходимость: измерения ширины занимаемой полосы частот, измерения напряженности поля, измерения внутриполосных/внеканальных искажений.

Технические характеристики переносного спектроанализатора

Spectrum Master MS2721A

Spectrum Master — это, основанный на синтезаторе переносной спектроанализатор, обеспечивающий быстрые и точные измерения.

Измерения легко проводятся с помощью основных функций прибора: частота, диапазон, амплитуда и частотный диапазон. Для быстрого ввода данных можно использовать специализированные клавиши для обычных функций и привычную клавиатуру, такую как у калькулятора.

Маркировка данных измерения временем и датой производится автоматически.

Во встроенной памяти можно хранить и вызывать из неё более 2000 настроек измерения и более 2000 кривых измерения. Яркий, читаемый при естественном освещении, цветной экран высокого разрешения на жидкий кристаллах (ЖК-экран) позволяет легко считывать показания в различных условиях освещения. Spectrum Master обеспечивает непрерывную работу в течение 3 часов при полностью заряженной батарее и может работать от источника постоянного напряжения 12 В, одновременно заряжающем батарею.

Spectrum Master предназначен для контролирования, измерения и анализа сигнального окружения. Типичные измерения включают в себя измерение внутриполосной помехи, анализ спектра, уровень передачи, стандарта проверки 802.11a/b/g. Обеспечиваются все виды работы с метками, такие как функции пика, центра и дельты, для более быстрого и понятного анализа отображаемых сигналов.

Поддерживаются ломаные линии для верхнего и нижнего пределов, что позволяет проводить быстрые и простые измерения типа "прошёл/не прошёл". В меню предусмотрена возможность подачи звукового предупреждения, если превышено пороговое значение.

В Anritsu Master Software Tools, программном обеспечении для ПК,

предусмотрено хранение данных измерения. С помощью Master Software Tool можно также переводить экран Spectrum Master в один из нескольких графических форматов.

Измерения, хранящиеся во встроенной памяти, могут быть переписаны на ПК с помощью поставляемого кабеля USB или Ethernet. После того, как графическая кривая измерения была сохранена, её можно вывести на экран, представить в нужном масштабе или добавить метки и линии пределов. Прошлые графики можно накладывать на текущие данные с помощью мыши ПК в стиле "буксировки".

Выделенные данные можно извлечь и использовать из в крупноформатных электронных таблицах или в других приложениях для анализа.

Таблица 2.1 – Технические характеристики (частота)

Частотный диапазон:	От 100 кГц до 7,1 ГГц
Диапазон настройки:	От 9 кГц до 7,1 ГГц
Разрешение настройки:	1 Гц
Диапазон частот:	От 10 Гц до 7,1 ГГц плюс 0 Гц (нулевой диапазон)
Разрешение по полосе частот: (-3 дБ ширина) от 10 Гц до 3 МГц в последовательном сканировании	
1-3 ± 10%, ширина полосы демодуляции 8 МГц	

Anritsu MS2721A Spectrum Master может непрерывно работать до 3 часов от полностью



заряженной батареи с возможностью замены в условиях эксплуатации. MS2721A может также работать от источника постоянного напряжения 12 В (одновременно заряжающего батарею). Для этого можно использовать либо сетевой адаптер Anritsu (шифр компонента Anritsu 40-163), либо адаптер для работы от автомобильного прикуривателя (шифр компонента Anritsu 806-62).

Рисунок 2.1 – Передняя панель прибора

Чтобы включить MS2721A, нажмите кнопку **On/Off** на передней панели (рис. 2.1). Для включения и загрузки программного обеспечения MS2721A Spectrum Master требуется около 35 секунд. По завершению этого процесса прибор готов к использованию.

Обзор передней панели

Основанный на меню интерфейс Spectrum Master лёгок в использовании и быстро осваивается. Клавиши с фиксированными значениями, расположенные на передней панели, предназначены для вызова функционально-специализированных меню. Под дисплеем расположены 5 клавиш с фиксированными значениями: Frequency (частота), Span (диапазон), Amplitude (амплитуда), Bandwidth (полоса частот) и Marker (метка).

Справа от дисплея находятся 21 клавиша с фиксированным значением и вращающаяся ручка. Из 21 клавиши с фиксированным значением восемь клавиш имеют двойное назначение, в зависимости от текущего режима работы. Клавиши двойного назначения помечены номером

на самой клавише и дополнительной функцией напечатанной на панели над клавишей. Для доступа к функциям, напечатанным на панели, используйте клавишу Shift. Клавиша Escape, используемая для прерывания ввода данных, это круглая клавиша, расположенная над контекстными клавишами. Значение активного параметра можно менять и вращающейся ручкой, и цифровой клавиатурой.

Также справа на экране находятся восемь контекстных клавиш, которые изменяют свои функции в зависимости от текущего выбора меню. Текущая функция контекстной клавиши отображается в блоке активной функции справа на экране.

Расположение различных клавиш показано ниже на рис. 2.2.

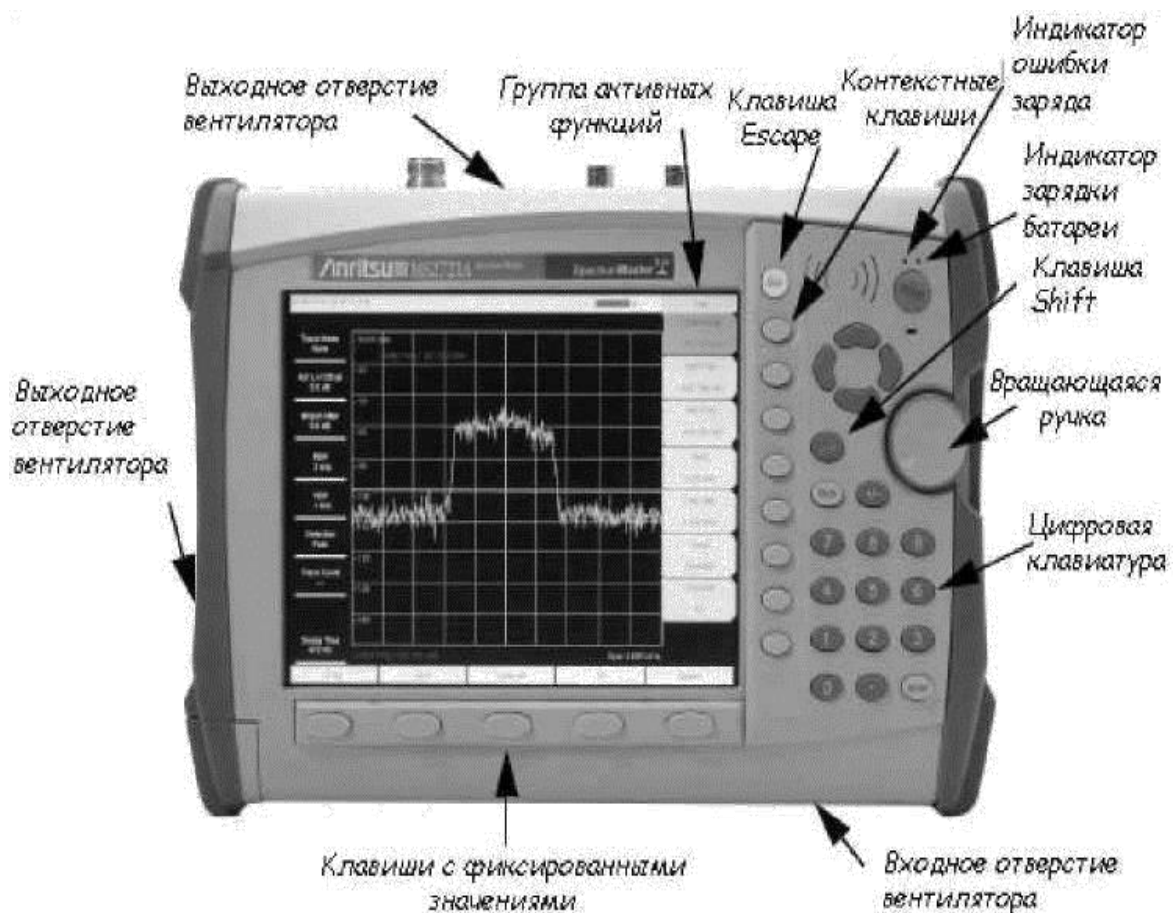


Рисунок 2.2 - Общий вид Spectrum Master

1. Измерение ширины занимаемой полосы частот

Ширина занимаемой полосы частот (OBW) это распространённое измерение, проводимое на радиопередатчиках. Это измерение вычисляет ширину полосы частот, в которой содержится полная интегральная мощность, занимаемая в данной полосе частот сигнала. Существует два метода вычисления, в зависимости от способа модуляции несущей.

- 1) Ширина занимаемой полосы частот вычисляется как ширина полосы частот, содержащей указанную долю от передаваемой мощности.
- 2) Ширина занимаемой полосы частот определена как ширина полосы частот между верхней и нижней точками частоты, в которых уровень сигнала на желаемое количество дБ ниже пикового уровня несущей.

Требуемое оборудование:

- Переносной спектроанализатор Anritsu MS2721A
- Кабель удлинения тестового порта, шифр компонента Anritsu 15NNF50 -1.5C
- Делитель мощности Anritsu 42N50A-30,30 дБ, 50 ватт, двунаправленный, пост. ток.

— 18 ГГц, N(Ш) — N(p) (необходим, если измеряемый уровень мощности
>+30

dBm)Порядо

к проведения

1. С помощью кабеля удлинения тестового порта и 30 дБ, 50 ваттного, аттенюатора нагрузки (если необходимо) подключите MS2721A к соответствующему тестовому порту передатчика или источнику сигнала.
 2. Нажмите клавишу **Freq**, а потом контекстную клавишу Center Freq и введите центральную частоту с помощью цифровой клавиатуры, клавиш со стрелками или вращающейся ручки. При вводе частоты с помощью цифровой клавиатуры, метки контекстных клавиш меняются на GHz (ГГц), MHz (МГц), kHz (кГц) и Hz (Гц).
- Выберите клавишу с нужной единицей измерения. Нажатие клавиши **Ent**
3. Если на шаге 1 был подключен аттенюатор нагрузки, нажмите клавишу **Amplitude** и выберите контекстную клавишу RL Offset и установите сдвиг опорного уровня на -30 dB, чтобы компенсировать потери в делителе мощности.
 4. Нажмите клавишу **Amplitude**, а затем контекстную клавишу Reference Level для того,

чтобы установить нужный опорный уровень.

5. Нажмите контекстную клавишу **Atten Lvl**, чтобы установить коэффициент ослабления уровня на входе или оставьте **Auto Atten** установленной на **On** (включено).

6. Нажмите клавишу **BW**, чтобы установить разрешение по полосе частот и ширину полосы частот видеосигнала, если нужно.

7. Нажмите клавишу **Shift**, потом клавишу **Measure** (4), после чего нажмите контекстную клавишу **OCC BW**. Выберите метод измерения (**dBc Down** или **% Down**) нажатием на контекстную клавишу **Method**. Выбранный метод подчеркнут.

8. Нажмите контекстные клавиши **dBc** или **%**, чтобы отрегулировать настройки так, как требуется. Распространённые значения это 99% и 30 dBc.

9. Нажмите контекстную клавишу **On/Off**, чтобы начать измерение. Пока идёт измерение ширины занимаемой полосы частот под графиком появится информационное окно.

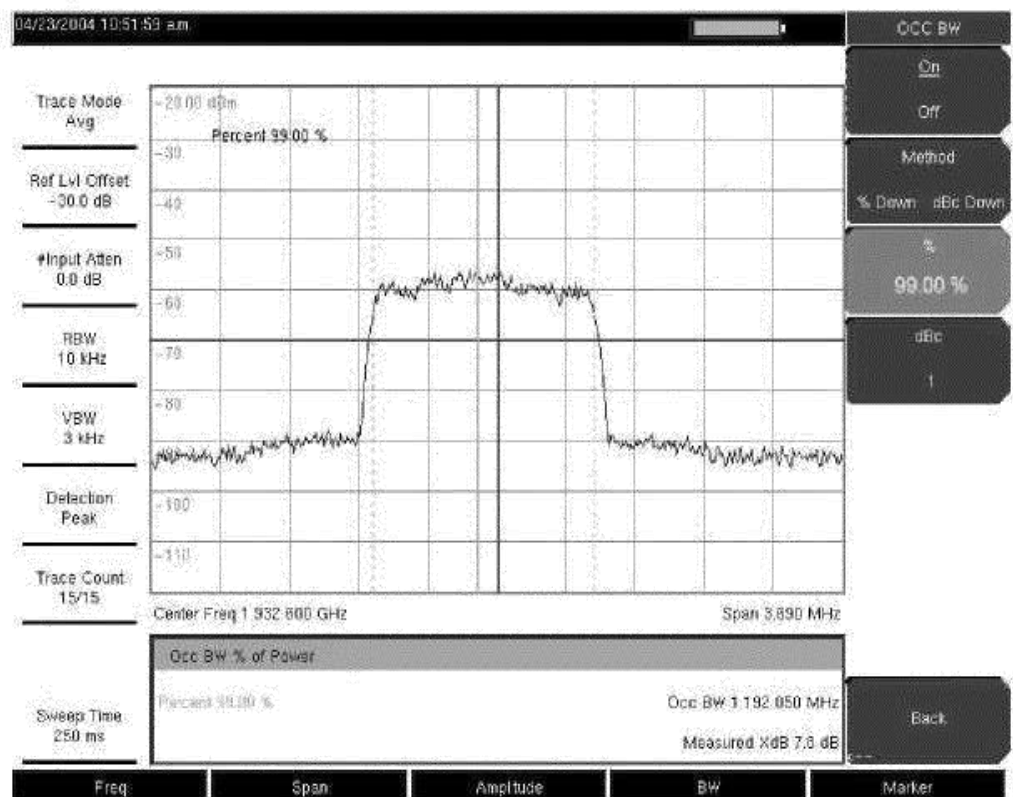


Рисунок 2.4 – Результаты измерения ширины занимаемой полосы частот с использованием метода % от мощности

На рис. 2.4 показаны результаты измерения ширины занимаемой полосы частот с использованием первого метода % от мощности для сигнала CDMA. Измерение ширины занимаемой полосы частот непрерывно; если оно было включено, то оно остаётся работающим, пока измерение не будет выключено повторным нажатием контекстной клавиши On/Off. Ширина занимаемой полосы частот вычисляется в конце каждого сканирования (качания).

Измерение напряженности поля Требуемое оборудование

- Переносной спектроанализатор Anritsu MS2721A
- Переносная антенна, для которой известны коэффициент антенны или усиление антенные и полоса частот.

Порядок проведения

1. Нажмите клавишу **Shift**, потом клавишу **Measure** и нажмите контекстную клавишу Field Strength.
2. Нажмите контекстную клавишу Antenna и выберите нужную антенну с помощью клавиш со стрелками «вверх»/«вниз» или вращающейся ручки. Нажмите

Enter, чтобы выбрать антенну.

3. Подключите антенну к MS2721A.
4. Нажмите клавишу **Freq**, а потом контекстную клавишу Center Freq и введите центральную частоту.
5. Нажмите клавишу **Span**. Установите диапазон достаточно широким, чтобы

охватить ширину полосы частот первичного канала и верхнюю и нижнюю ширины полос каналов.

6. Нажмите клавишу BW и убедитесь, что RBW Auto и VBW Auto включены (On).
7. Чтобы изменить единицы измерения, нажмите клавишу с фиксированным значением **Amplitude**, а потом нажмите контекстную клавишу Units и выберите dBm, dBV, dBmV или dBμV. Шаг 8. Выберите либо контекстную клавишу Volts (вольты), либо Watts (ватты), в зависимости от того, что требуется. Значения метки будут отображаться в тех же единицах измерения, что и амплитуда.

Расчёт антенны

Ниже приводится список различных формул для антенн, если вам понадобится перевод от одной к другой.

Преобразование уровней сигнала из ватт в вольты в 50-омной системе:

$$P=V^2/R,$$

где: P = мощность в ваттах, V = напряжение в вольтах, R = сопротивление в омах.

Обратите внимание, что $1 \text{ мВт} = 10^{-3} \text{ Вт}$, а $1 \text{ мкВ} = 10^{-6} \text{ В}$. Для мощности в dBm и напряжения в dB(μV).

Плотность мощности к напряжённости поля. Дублирующая мера напряжённости электрического поля это плотность мощности: $P=E^2/120\pi$,

где: E = напряжённость поля в В/м, P = плотность мощности в Вт/м. Плотность мощности в точке: $P_d=P_t G_t/(4\pi r^2)$

В поле в дальней зоне, где электрическое и магнитное поля связаны импедансом свободного пространства:

где: P_d = плотность мощности в Вт/м, P_t = переданная мощность в ваттах,

G_t = усиление передающей антенны, r = расстояние до антенны в метрах.

Методика и порядок выполнения работы

1) Проведение измерений для стандарта GSM 900/1800

1. Нажмите клавишу Freq

2. Нажмите клавишу Start Freq и по распоряжению преподавателя введите начальную частоту

3. Нажмите клавишу Stop Freq и по распоряжению преподавателя введите конечную частоту

4. Выбрать ширину полосы, нажав на клавишу Span и ввести значение

5. С помощью маркеров измерьте значения f_1 и f_2 , и определить
 $f_c = \frac{f_1 + f_2}{2}$

центральную частоту по формуле

2

6. Нажмите клавишу Freq

7. Нажмите клавишу Center Freq и установите вычисленную частоту

8. С помощью маркеров измерьте значения f_1 и f_2 , и определите ширину полосы по формуле $\Delta f = f_2 - f_1$

9. Проверьте значения с помощью прибора:

Нажмите клавишу Shift, а затем Measure

Нажать Bandwidth, выбрать OCC BW

Ввести значение ограничительной линии в дБ с помощью Method Нажать Enter, затем on

Проверить значения вычисленные вручную, и определенные с помощью прибора

2) Проведение измерений цифровой телевизионной станции

1. Нажмите клавишу Freq

2. Нажмите клавишу Center Freq и введите выбранную частоту

3. Выбрать ширину полосы, нажав на клавишу Span и ввести значение

4. С помощью маркеров определить ширину полосы частот

5. Проверить ширину полосы частот с помощью установки ограничительных линий

Нажмите клавишу Shift, а затем Measure

Нажать Bandwidth, выбрать OCC BW

Ввести значение ограничительной линии в дБ Нажать Enter, затем on

Проверить значения вычисленные вручную, и определенные с помощью прибора

6. Сохранить данные

Нажмите клавишу Shift, затем File Save Masument

Введите имя файла Выберите тип файла jpeg Нажмите клавишу Enter

7. Для копирования информации на USB-флеш-накопитель, вставьте флеш-накопитель в usb-разъем, нажмите клавишу Shift, затем File и Copy.

3) Составить отчет о проделанной работе.

4) Составить отчет о проделанной работе и заполнить протокол измерений.

Содержание отчета и его формы

Отчет должен иметь форму согласно оформлению простого реферата.

Титульный лист должен включать название дисциплины, название лабораторной работы, фамилию и инициалы сдающего студента, номер группы, фамилию и инициалы принимающего преподавателя.

Основная часть работы должна содержать: описание процесса подготовки прибора к работе, описание проведенных измерений для стандарта GSM900/1800, описание проведенных измерений для ГОСТ Р 53540-2009 – «Цифровое телевидение», выводы о проделанной работе.

Вопросы для защиты работы

1) Тактико-технические характеристики переносного спектроанализатора Spectrum Master MS2721A.

2) Порядок подготовки прибора к работе.

3) Порядок измерения ширины занимаемой полосы частот.

Лабораторная работа №3 ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРАВИЛ ПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРТАТИВНЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРИЕМНИКОМ R&S® PR100

Цели и содержание: провести изучение тактико-технических характеристик портативного измерительного приемника R&S® PR100 для стандарта GSM 900/1800.

Внешний вид прибора и назначение клавиш

Вид спереди:



1	Интерфейсы Aux. / Ext Ref. / IF	8	Клавиши ввода
2	Интерфейсы LAN и USB	9	Клавиши единиц
3	Программируемые клавиши	10	Клавиши курсора
4	Функциональные клавиши	11	Клавиша блокировки
5	Функциональные клавиши	12	Поворотная кнопка
6	Алфавитно-цифровая клавиатура	13	Клавиши доступа к памяти
7	Выключатель On/off	14	Слот карты SD

Вид сверху:



Краткие технические характеристики

Наименование характеристики	Значение параметра
Диапазон рабочих частот, Гц	от $9,0 \cdot 10^3$ до $7,5 \cdot 10^9$.
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$.
Диапазон установки полосы обзора	от 1 кГц до 10 МГц с шагом 1,2,5.
КСВН входного тракта, не более	
- в диапазоне частот от 9 кГц до 3,5 ГГц	2;
- в диапазоне частот от 3,5 ГГц до 7,5 ГГц	3.
Диапазон измерений уровня входного сигнала	от минус 137 до 0 дБм.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала, дБ	
- в диапазоне рабочих температур	± 3 ;
- в диапазоне температур от 20 до 30 °C	$\pm 1,5$.
Ослабление входного аттенюатора, дБ (обеспечивается в диапазоне частот от 20 МГц до 3,5 ГГц)	0 или 25.
Тип преселектора	
- для диапазона частот от 9 кГц до 30 МГц	фильтр нижних частот;
- для диапазона частот от 20 МГц до 1,5 ГГц	полосовые фильтры;
- для диапазона частот от 1,5 ГГц до 7,5 ГГц	комбинация ФВЧ/ФНЧ.
Средний отображаемый уровень собственных шумов, дБм, не более	
- в диапазоне частот от 100 кГц до 20 МГц	минус 151,5;
- в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц	минус 158,5;
- в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 7,5 ГГц	минус 147,0.
Относительный уровень фазовых шумов при отстройке 100 кГц, дБн, не более	
- в диапазоне частот от 100 кГц до 20 МГц	минус 104;
- в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц	минус 95;
- в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 7,5 ГГц	минус 81.
Точка пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка, дБм	

• в диапазоне частот от 9...1 Гц до 30 МГц - в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц - в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 3,5 ГГц	22: 20: 20.
Уровень помех на рабочей частоте. дБ, не менее	85.
Уровень подавления промежуточной частоты. дБ, не менее	85.
Режимы отображения	перезапись, усреднение, накопление максимума, минимума.
Режимы демодуляции	АМ, ЧМ, ИМ, 110, ВБП, НБП, СЧ.
Полосы, демодуляторы	150, 300, 600 Гц. 1, 5, 2, 4, 6, 9, 15, 30, 50. 120, 150, 250, 300, 500 кГц.
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 или 60 Гц с использованием трансформатора. Входящего в комплект поставки.	от 100 до 240
Габаритные размеры (ширина* высота* длина), мм. не более	192 x 320 x 62.
Масса, кг, не более (без аккумуляторов)	3,5.
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха при работе от аккумуляторной батареи, °С • температура окружающего воздуха при работе от сети питания, °С • относительная влажность воздуха при температуре 20 °С. %	от минус 10 до 55. от 0 до 40, до 80.
Ослабление входного аттенюатора, дБ (обеспечивается в диапазоне частот от 20 МГц до 3,5 ГГц)	Ом ± 25.
Тип селектора • для диапазона частот от 9...1 Гц до 30 МГц - для диапазона частот от 20 МГц до 1,5 ГГц - для диапазона частот от 1,5 ГГц до 3,5 ГГц	фильтры нижних частот: полосовые фильтры; комбинация ФВЧ/ФНЧ.
Средний отображаемый уровень собственных шумов, дБм. не более • в диапазоне частот от 100 кГц до 20 МГц • в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц - в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 3,5 ГГц	мкВ нормы 151,5; минус 158,5; минус 147,0.

Относительный уровень фазовых шумов при частоте 100 кГц, дБн.нв более • в диапазоне частот от 100 кГц до 20 МГц - в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц - в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 7,5 ГГц	минус 104: минус 95: минус 81.
Точка пересечения по 1-му порядку, дБм • в диапазоне частот от 9 дц до 30 МГц • в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц - в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 3,5 ГГц	22: 20; 20.

Уровень подавления зеркальной частоты, дБ, не менее	85.
Уровень подавления промежуточной частоты, дБ, не менее	85.
Режимы отображения	перезапись, усреднение, накопление максимума, накопление минимума.
Режимы демодуляции	АМ, ЧМ, ИМ, I/Q, ВБП, НБП, CW.
Полосы демодуляции	150, 300, 600 Гц, 1, 5, 2, 4, 6, 9, 15, 30, 50, 120, 150, 250, 300, 500 кГц.
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 или 60 Гц с использованием оригинального блока питания, входящего в комплект поставки, В	от 100 до 240.
Габаритные размеры (ширина × высота × длина), мм, не более	192 × 320 × 62.
Масса, кг, не более (без аксессуаров)	3,5.
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха при работе от аккумуляторной батареи, °С - температура окружающего воздуха при работе от блока питания, °С - относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	от минус 10 до 55, от 0 до 40, до 80.

Краткий обзор основных принципов работы с портативным пеленгатором RS100

Демодулирование сигнала с аналоговой модуляцией

Для анализа информации, передаваемой в эфире, сигнал может быть демодулирован и демодулированный сигнал (звук) воспроизведен внутренним динамиком.

Несущая частота сигнала устанавливается с помощью клавиатуры. Введенная частота автоматически становится центральной частотой участка спектра, отображаемого на дисплее.

Для включения демодуляции сигнала необходимо выполнить следующие установки:

Установить полосу демодуляции 120 кГц, используя клавиши BW + (BW -) (в качестве примера используется сигнал передатчика с FM модуляцией)



Установка полосы демодуляции.

Максимальная полоса демодуляции 500 кГц.

Выбрать тип демодуляции (FM demodulation) используя клавиши MOD + (MOD -).

Демодулированный аудио сигнал будет воспроизведен внутренним динамиком. Громкость звука может быть отрегулирована с помощью левого манипулятора на верхней панели прибора (см. предыдущий раздел, верхняя панель). Для активации регулируемого ограничителя шума (Squelch): Нажать клавишу RX

Нажать программируемую клавишу SQL

Ограничение уровня шума может быть настроено при помощи центрального манипулятора



на верхней панели прибора.

Отображение уровня ограничения уровня шума

Порог ограничения отображается графически (горизонтальным синим отрезком) и цифровым значением в dBμV (ограничение шума включается в тракте демодуляции сигнала в приборе).

Функция автоподстройки частоты (AFC) может быть использована при работе с сигналами с нестабильной частотой несущей:

Нажать клавишу AFC

В случае мощных сигналов могут появиться интермодуляционные составляющие

Чтобы избежать этого может быть включен внутренний аттенюатор в тракте приема:

Нажать клавишу АТТАттенюатор эффективен только для частот от 20 МГц до 3.5 ГГц. При включении аттенюатора сигнал транзитом проходит через предусилитель.

Измерение уровня на центральной частоте

Уровень сигнала на центральной частоте отображаемого участка спектра измеряется и отображается в dB μ V. Пределы графического отображения уровня сигнала могут быть настроены:

Нажать клавишу DISP

Нажать программируемую клавишу RANGE

Нижняя граница значения уровня сигнала на центральной частоте и динамический диапазон отображения настраиваются после активации соответствующего меню функциональной кнопкой



Настройка пределов отображения уровня сигнала на центральной частоте

Различные типы детекторов используются для измерения уровня сигнала на центральной частоте: AVG, RMS, SAMPLE и MAX PEAK. Кнопка Level используется для переключения между типами детекторов:

Нажать клавишу LEVEL необходимое количество раз.

Выбор типа детектора с помощью клавиши LEVEL влияет на результаты измерения уровня и работу тракта демодуляции, но не влияет на работу тракта для отображения спектра.

Установка времени измерения: Нажать клавишу CONF

Нажать программируемую клавишу RXВыберите режим

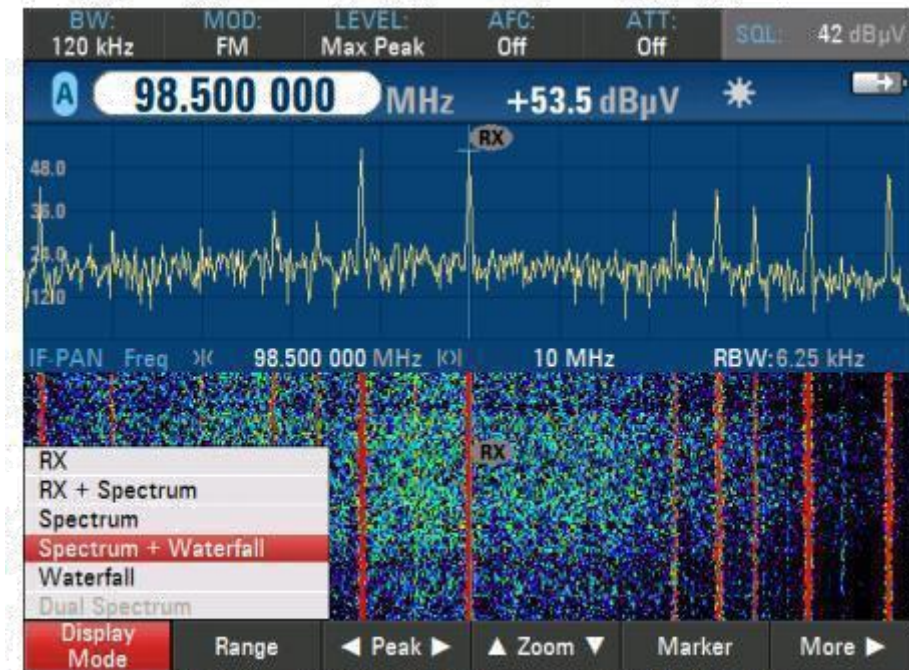
установки времени измерения —Manual (вручную)

Отображение кратковременных сигналов с использованием экранов спектра и диаграмм «водопад»

Комбинация экрана спектра ПЧ и диаграммы «водопад» является идеальным для отображения кратковременных сигналов (например, импульсных сигналов, моноимпульсов, приемопередатчиков с ППРЧ и т.п.):

Нажать клавишу DISP

Нажать программируемую клавишу DISPLAY MODE Выбрать способ отображения SPECTRUM + WATERFALL



Выбор комбинированного отображения «Spectrum and Waterfall»

Как масштаб шкалы уровня для спектра ПЧ, так и цветовая шкала диаграммы «водопад» могут быть настроены:

Нажать клавишу DISP

Нажать программируемую клавишу RANGE

Через выпадающее меню может быть настроен верхний порог по оси уровня и динамический диапазон относительно этого порога для спектра, а также для диаграммы «водопад».

Для установки маркера на диаграмме «водопад»: Нажать клавишу DISP

Нажать программируемую клавишу MARKER Нажать программируемую клавишу DELTA

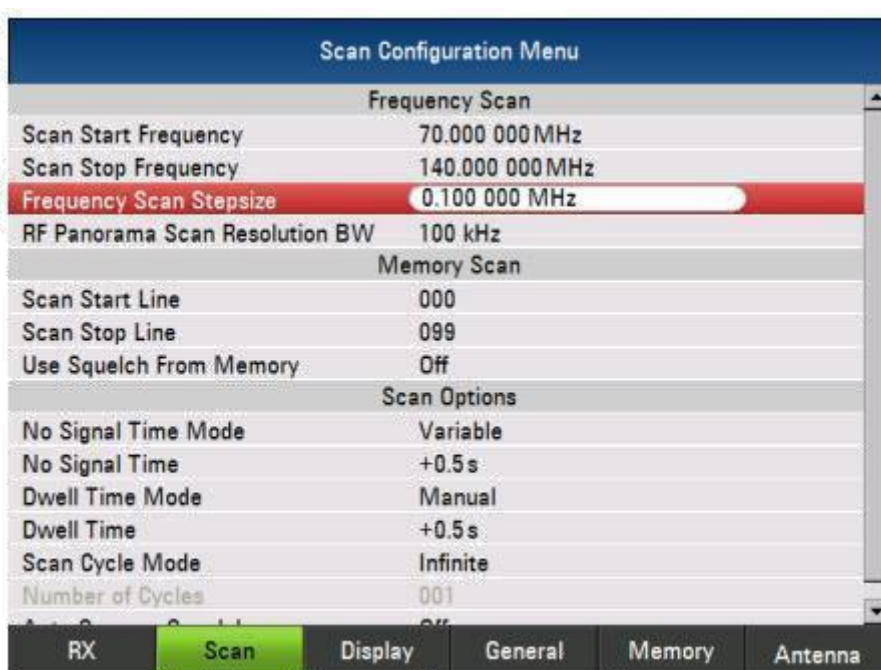
Нажать программируемую клавишу LINE Сканирование по частотам (FScan)
для циклической обработки нескольких каналов радиослужб

В принципе, функция FScan предоставляет возможность непрерывного переключения между фиксированными частотными режимами (FFM). Таким образом, FScan в особенности применим для циклической обработки нескольких каналов, занятых одинаковыми радиослужбами (н.п. измерение уровня, мониторинг качества аудио, занятость канала, и т.п.).

Для установки параметров FScan: Нажать клавишу CONF Нажать

программируемую клавишу SCAN

Установить частоты старт/стоп, а также размер шага перестройки для FScan используя меню конфигурации



Установка частот старт/стоп и шага перестройки для FScan

Другие параметры FScan могут быть установлены: Нажатием клавиши CONF

Нажатием программируемой клавиши SCAN

Методика и порядок выполнения работы для стандарта GSM 900/1800

1) Сканирование по частотам

1. Нажать клавишу CONF

2. Нажать клавишу SCAN(F2)
3. С помощью колеса прокрутки установить заданную преподавателем начальную (Start) и конечную (Stop) частоты
4. Нажать клавиши CONF, SCAN и RUN, поочередно и выполнить поиск.
5. После окончания поиска нажать клавишу STOP и провести дешифрование спектра

2) Демодулирование сигнала

1. Установить полосу 120 кГц кнопками BW+ и BW-
2. Выбрать тип модуляции используя клавиши MOD+ (MOD-)
3. Для активации регулируемого ограничителя шума

(Squelch): Нажать клавишу RX

Нажать программируемую клавишу SQL (F4)

Ограничение уровня шума может быть настроено при помощи центрального манипулятора на верхней панели прибора

Содержание отчета и его формы

Отчет должен иметь форму согласно оформлению простого реферата. Титульный лист должен включать название дисциплины, название лабораторной работы, фамилию и инициалы сдающего студента, номер группы, фамилию и инициалы принимающего преподавателя.

Основная часть работы должна содержать:
сведения о изученных тактико-технических характеристиках портативного анализатора спектра R&S® PR100, и полученным данным, описать полученные навыки; сделать выводы о полученных результатах; сделать выводы о проделанной работе.

Вопросы для защиты работы

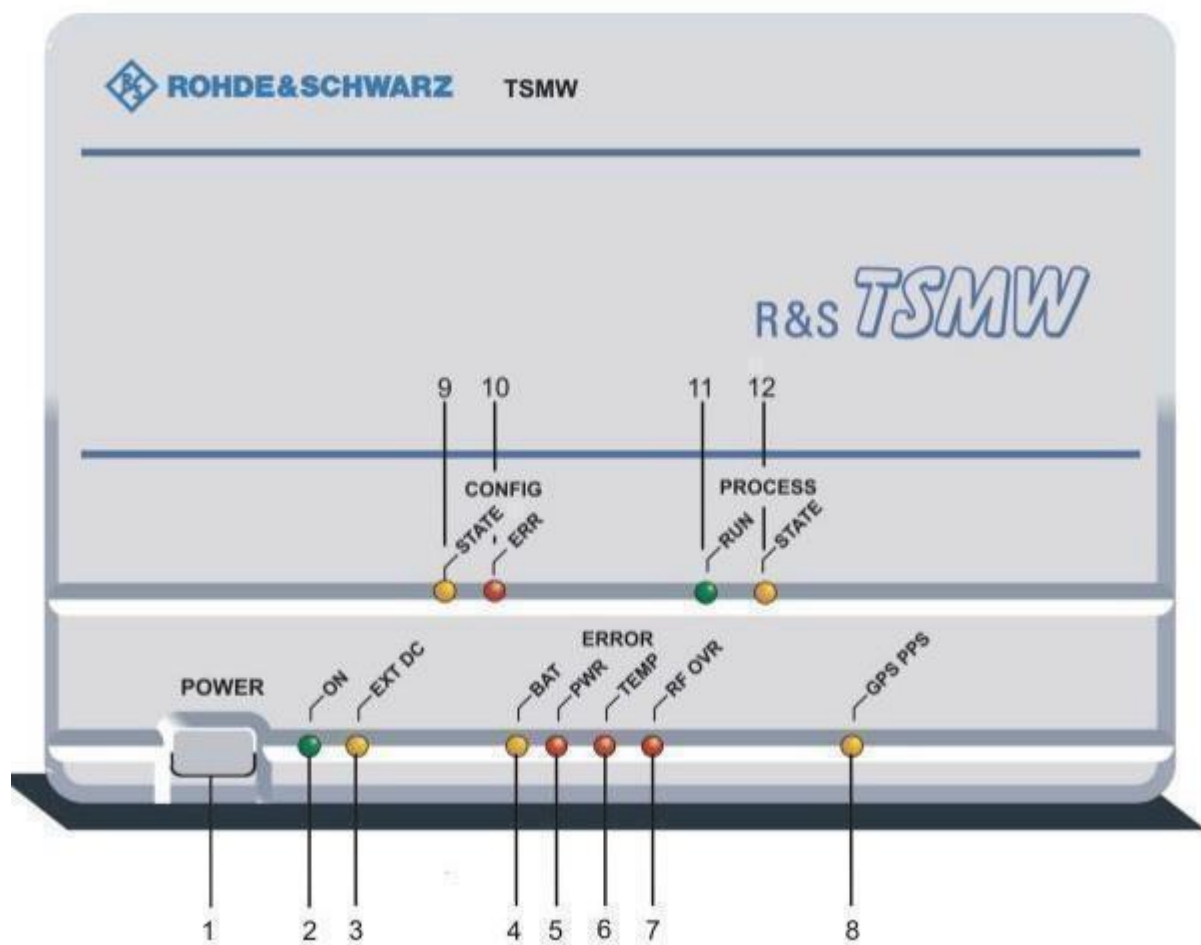
- 1) Порядок использования и основные технические характеристики портативного анализатора спектра R&S® PR100.
- 2) Описать порядок включения прибора.
- 3) Описать порядок подключения приемника и проведения измерений.
- 4) Описать порядок сохранения полученных результатов.

Произвести печать результатов измерений

Лабораторная работа №4 ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРАВИЛ ПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫМ АНАЛИЗАТОРОМ РАДИОСЕТЕЙ R&S TSMW

Цели и содержание: провести изучение тактико-технических характеристик универсального анализатора радиосетей TSMW

Внешний вид и назначение элементов управления



1. Кнопка POWER. Кнопка POWER предназначена для включения или выключения прибора. Светодиод ON Включен: Прибор TSMW находится в режиме работы. Мигает: Никаких функций не выполняется. Зарезервировано для использования в будущем.

2. Светодиод EXT DC Включен: Прибор находится в дежурном режиме (Standby), питание подается посредством внешнего источника через порт DC на задней панели. Светодиод также горит в случае, если прибор TSMW выключен, т.е. находится в дежурном режиме. Группа светодиодов ERROR Светодиоды

группы ERROR указывают на любую неисправность в работе системы. Неисправность должна быть обнаружена и устранена, если это невозможно, прекратите измерения и свяжитесь с сервисным центром R&S.

3. Светодиод LOW BAT Включен: Низкий уровень заряда батареи. Зарезервировано для использования в будущем. Выключен: Отсутствие батареи или достаточный уровень заряда батареи.

4. Светодиод ERR PWR Включен: По крайней мере, одно из внутренних напряжений находится вне допустимого диапазона. Это может привести к повреждению прибора и/или вызвать ошибки при измерениях.

5. Светодиод ERR TEMP Включен: Перегрев системы. Это может привести к повреждению прибора и/или вызвать ошибки при измерениях.

6. Светодиод ERR RF OVR Включен: Уровень входного ВЧ-сигнала слишком высок. Опасность критического повреждения ВЧ-части прибора. GPS

7. Светодиод GPS PPS Мигает: Светодиод мигает один раз в секунду, если внутренняя система GPS выдает сигнал временной синхронизации PPS (Pulse per Second – один импульс в секунду). Группа светодиодов CONFIGURATION

Отображение состояния конфигурирования внутренней ПЛИС.

8. Светодиод CONFIGURATION STATE Мигает: ПЛИС находится в процессе конфигурирования. Включен: Конфигурирование ПЛИС завершено

9. Светодиод CONFIGURATION ERROR Мигает: Отсутствие флэш-карты. Включен: Файл конфигурирования ПЛИС не может быть считан из флэш-памяти. При невозможности загрузки файла конфигурации система выключится.

Группа светодиодов PROCESS

Отображение режима работы прибора TSMW:

10. Светодиод PROCESS RUN Включен: Режим подключения, прибор сконфигурирован для проведения специальных измерений. Выключен: Спящий режим (Idle), прибор загружен, но не подключен Мигает (медленно): Режим измерения, идет процесс измерения. Мигает (быстро): Событие в специальном приложении.

11. Светодиод PROC STATE Включен: Загрузка и самопроверка завершены успешно. Мигает (медленно): Системное предупреждение, обнаружена незначительная неисправность. Мигает (быстро): Системная ошибка, обнаружена серьезная неисправность.

Выделенное сетевое соединение

Для установления соединения по LAN произведите следующие действия: Подключите соответствующий LAN-кабель к LAN-порту. Находящаяся внутри прибора TSMW микросхема определит тип используемого соединения. Система может быть адаптирована к скоростям 10, 100 и 1000 Мбит/сек и, кроме того, к переключению между перекрестным и прямым LAN-кабелями.

Каждый прибор TSMW имеет уникальный предварительно сконфигурированный IP-адрес: 192.168.0.2.

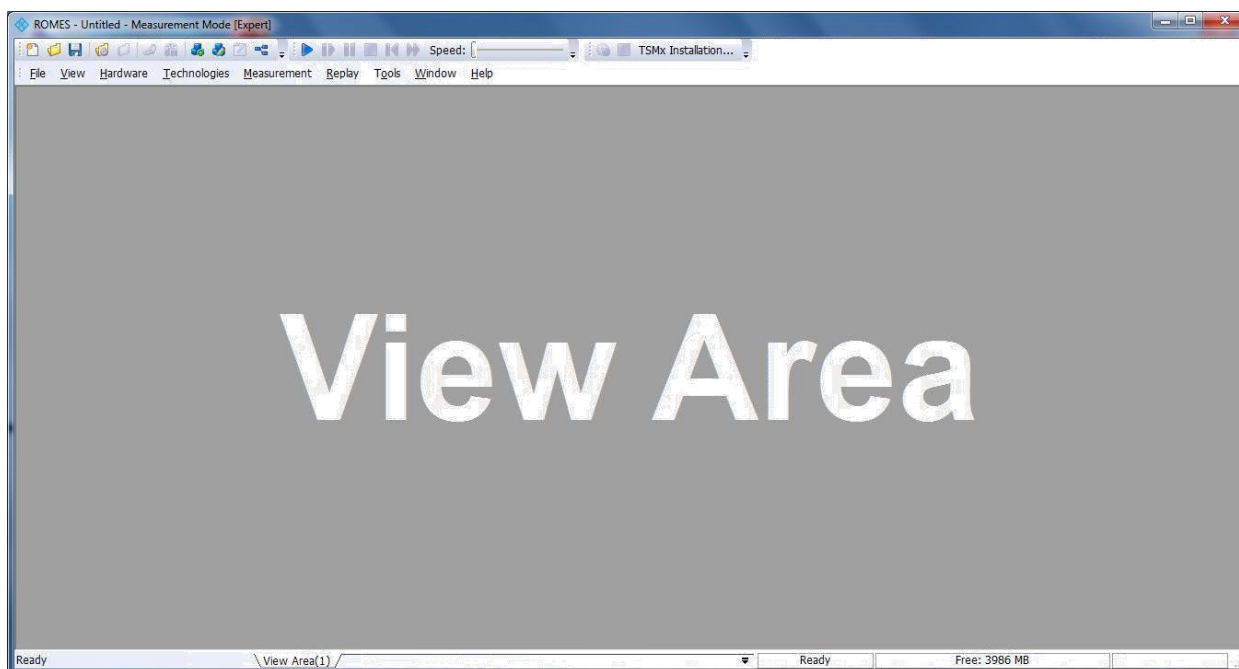
Сетевой LAN-адаптер на управляющем ПК настраивается следующим образом:

1. Перейдете в диалоговое окно подключения по сети "Start"->"Settings"->"Network Connections".
2. Выберите сетевое подключение (LAN Connection) к прибору TSMW и откройте диалоговое окно "Properties" щелчком правой кнопкой мыши.

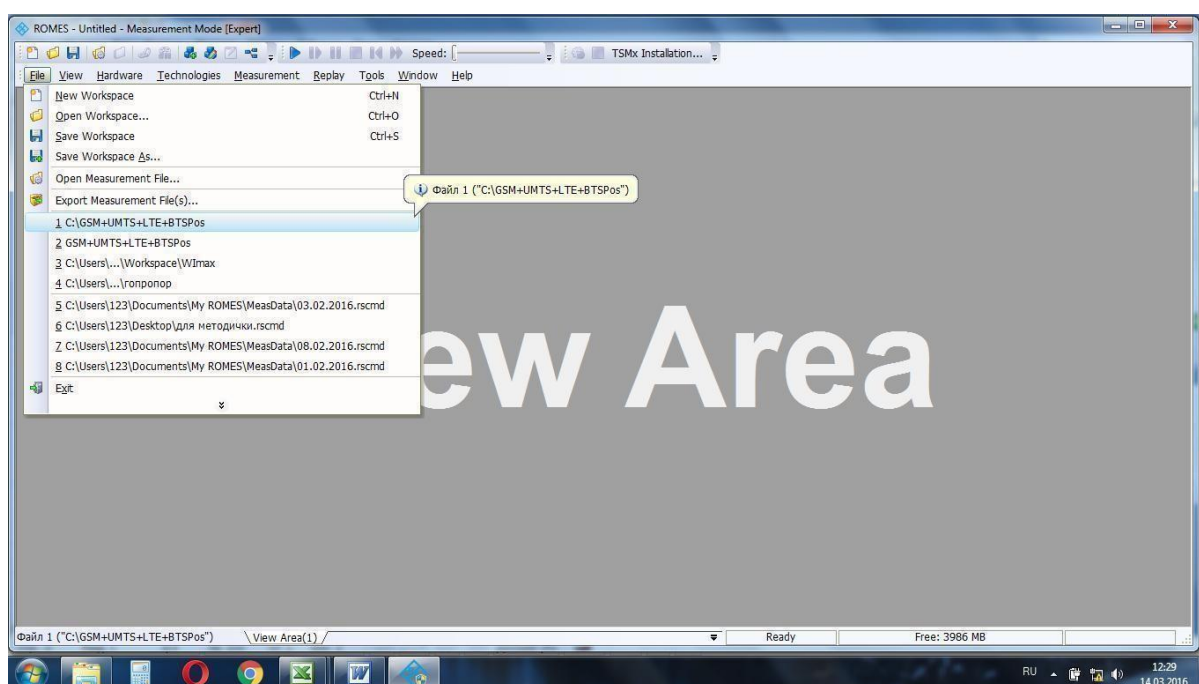
3. Выберите "Properties" для "Internet Protocol (TCP/IP)".
4. Используйте следующие настройки TCP/IP: IP address: 192.168.0.1 (IP-адрес) Subnet mask: 255.255.255.0 (маска подсети) Default Gateway: не задан (шлюз по умолчанию)
5. Откройте окно расширенных настроек "Advanced Settings" и отключите пункт "NetBIOS over TCP/IP" на вкладке WINS.
6. Для обеспечения оптимальной пропускной способности откройте окно диспетчера устройств "Device Manager". Включите настройку "Jumbo Frames" со значением 9k (если возможно).
7. Включите настройку "Flow Control". · После загрузки прибор TSMW производит двойную проверку установления соединения посредством команды "ping"

Методика и порядок проведения работы

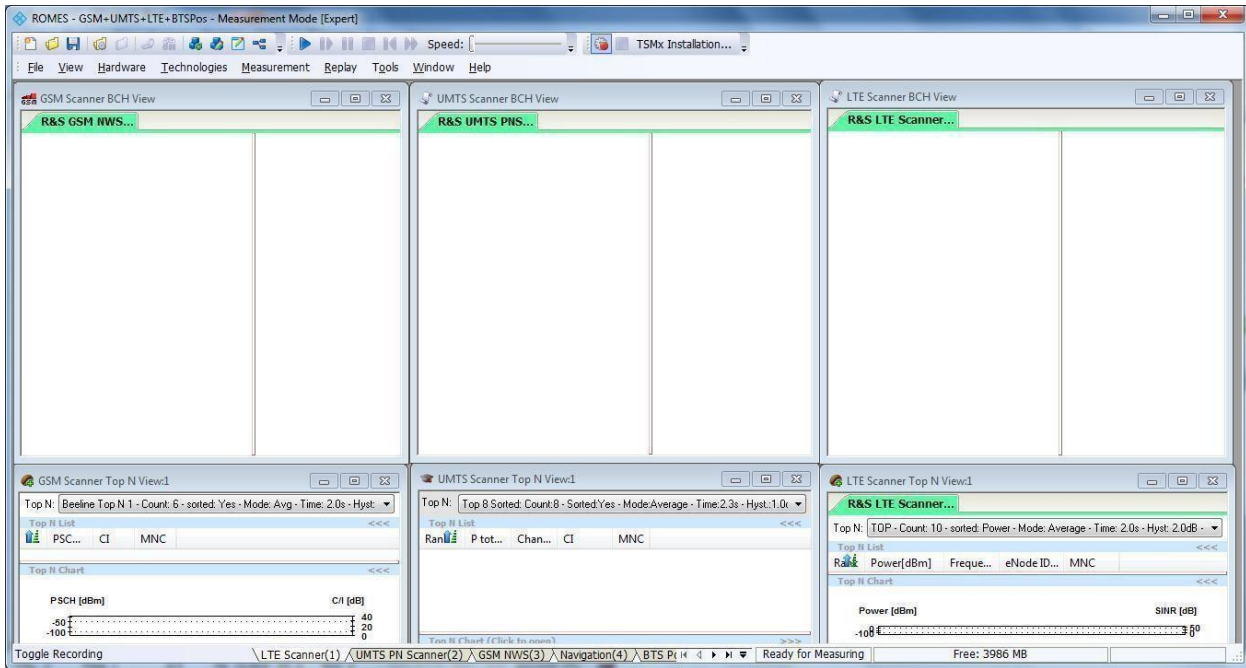
1. Подключить к TSMW антенны и GPS навигатор в соответствующие разъемы
2. Включить TSMW в сеть
3. Запустить ПО R&S ROMES,Ю предварительно убедившись в том, что в USB разъем вставлен флешкарта-ключ



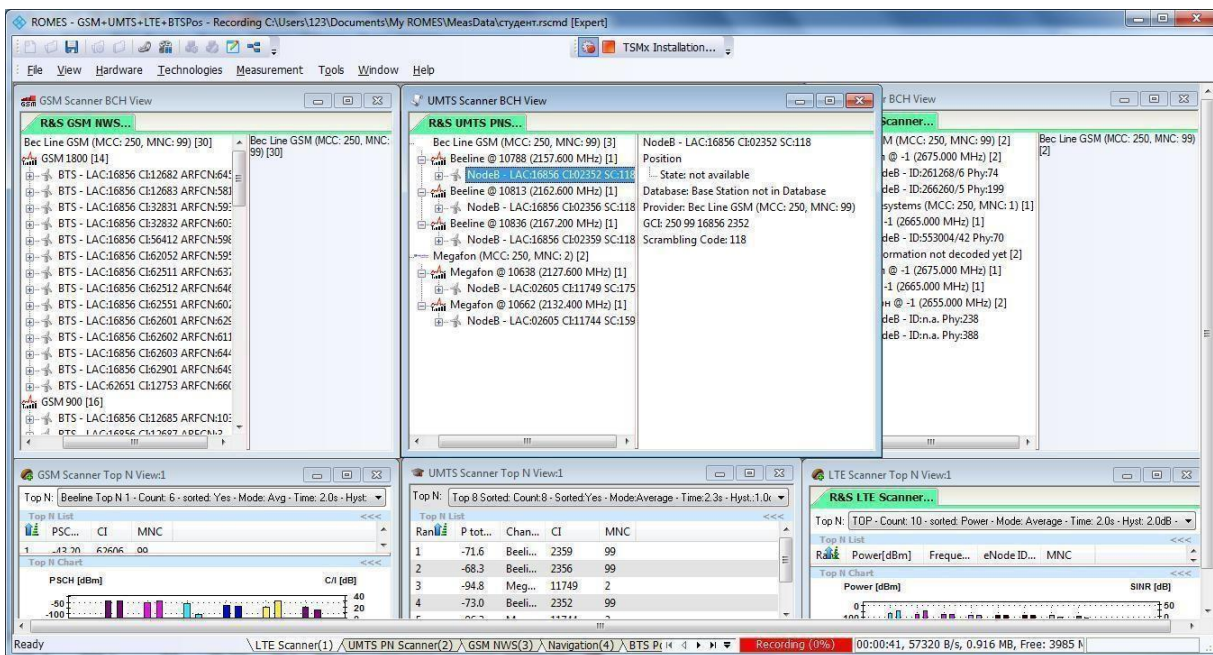
4. В меню File выбрать набор настроек GSM, UMTS, LTE.
(Выделенный на рисунке пункт)



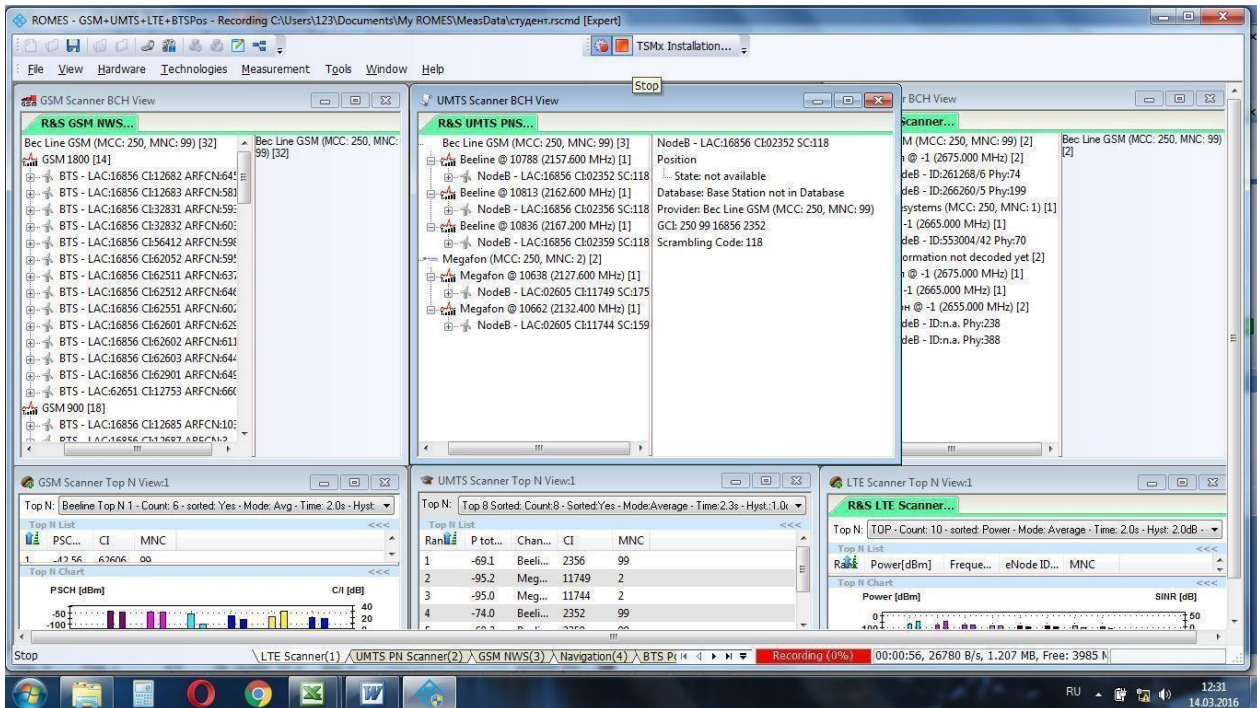
5. После загрузки запустить измерения кнопкой Start с панели управления вверху



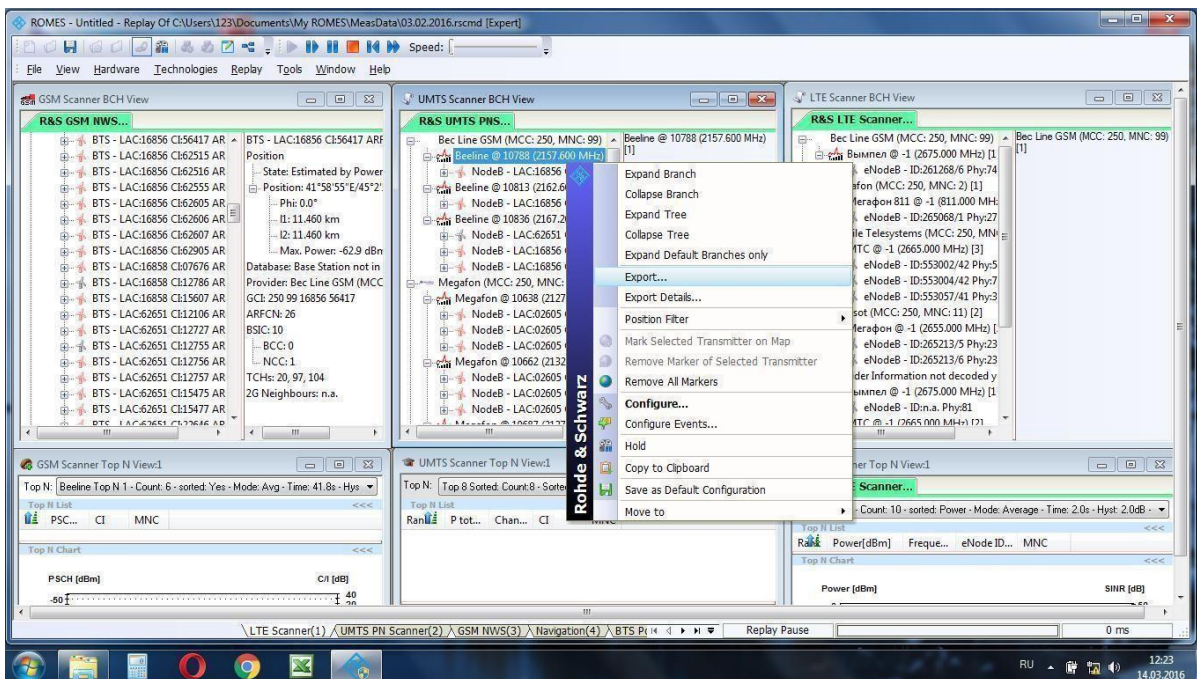
6. Получив список станций, необходимо выбрать одну из них в соответствующем окне, для получения подробной информации. Каждый студент выбирает свою станцию.



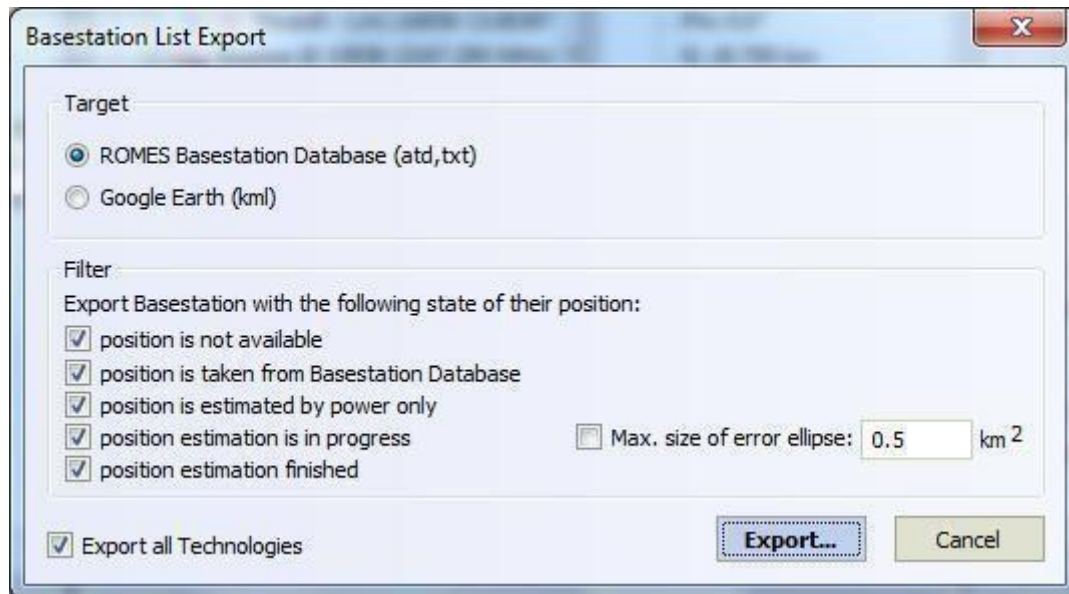
7. Перед совершением каких либо действий – требуется остановить измерения кнопкой Stop



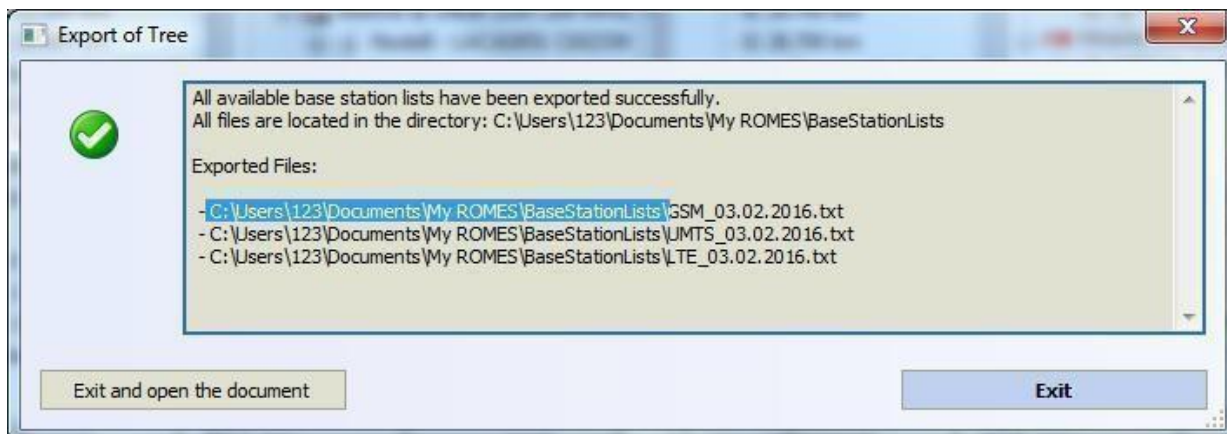
8. Для экспортирования данных щелкнуть правой кнопкой мыши на станцию и выбрать пункт Export



9. Выбрать целевой формат – txt. Система так же позволяет экспортировать данные для работы с Google Earth

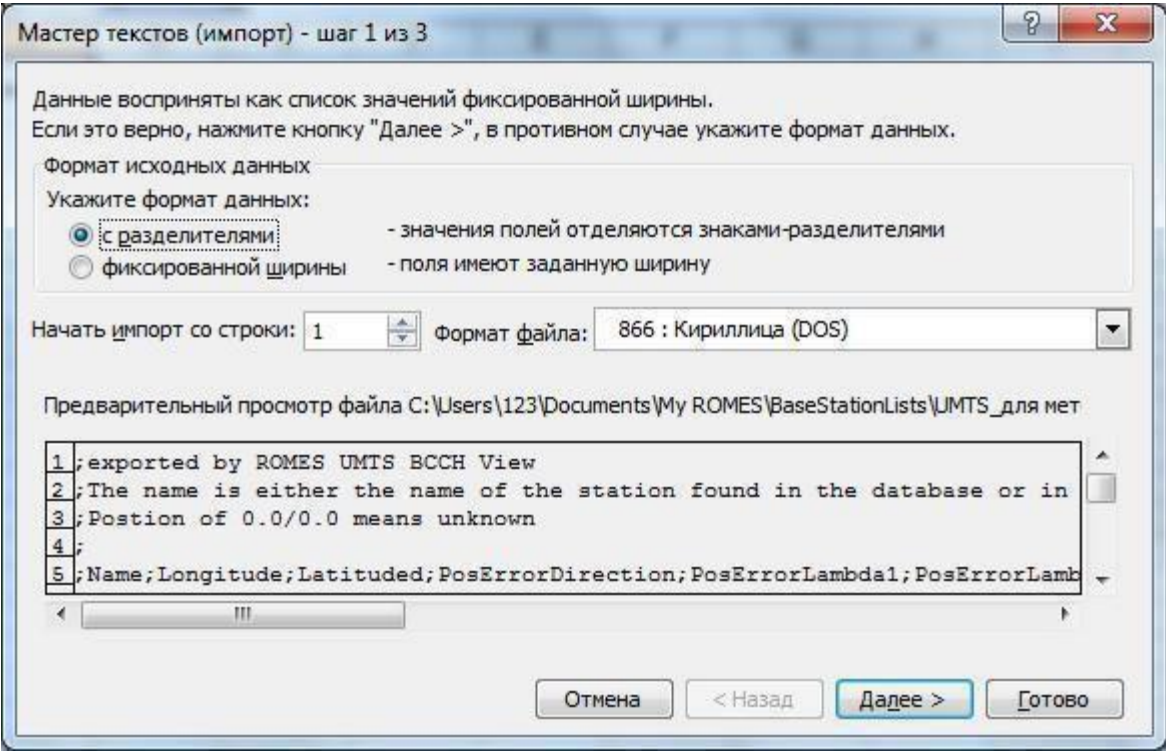


В появившемся окне видим путь сохраненного файлаи сообщение об успешном экспорте



10. Открыть экспортированный файл в Excel, выбрав текстовой тип данных.

Разделитель – точка с запятой



11. Получить результаты замеров в табличной форме.

Microsoft Excel - UMTS_03.02.2016																				
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка																			Введите вопрос	
A1																			Arial Cyr 10	
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U																				
exported by ROMES UMTS BCCH view																				
The name is either the name of the station found in the database or in the case no station was found in the data base "NodeB <LAC> <CI> <SC>"																				
Position of 0/0/0 means unknown																				
Name Longitude Latitude PosErrorD PosErrorL PosErrorLs IsDirected Direction Power MCC MNC LAC CellIdentity ARFCN SC																			2GNC-NC Intra3GNC Inter3GNC-DL_UARFCN_UL	
NodeB - L41 982207 45 047564 0 000000 26 700005 26 700005 0 0 30 250 99 16856 38393 10788 4624																				
NodeB - L41 982248 45 047570 0 000000 26 820004 26 820004 0 0 30 250 99 16856 38397 10813 4624																				
NodeB - L41 982248 45 047570 0 000000 26 820004 26 820004 0 0 30 250 99 16856 38397 10813 4624																				
NodeB - L41 982224 45 047689 0 000000 51 765007 51 765007 0 0 30 250 99 16856 48480 10836 6688																				
NodeB - L41 982122 45 047660 0 000000 40 880005 40 880005 0 0 30 250 99 16856 2359 10836 1888																				
NodeB - L41 982202 45 047630 0 000000 36 400005 36 400005 0 0 30 250 2 2605 11748 10638 2672																				
NodeB - L41 982130 45 047635 0 000000 34 180004 34 180004 0 0 30 250 2 2605 11747 10638 2544																				
NodeB - L41 982162 45 047653 0 000000 29 140003 29 140003 0 0 30 250 2 2605 11749 10638 2800																				
NodeB - L41 982165 45 047654 0 000000 27 740004 27 740004 0 0 30 250 2 2605 11744 10662 2544																				
NodeB - L41 982181 45 047688 0 000000 34 180004 34 180004 0 0 30 250 2 2605 11745 10662 2672																				
NodeB - L41 982198 45 047593 0 000000 27 310003 27 310003 0 0 30 250 2 2605 11746 10662 2800																				
NodeB - L41 982058 45 047646 0 000000 37 860004 37 860004 0 0 30 250 2 2605 11742 10687 2672																				
NodeB - L41 982128 45 047654 0 000000 31 700005 31 700005 0 0 30 250 2 2605 11743 10687 2800																				
NodeB - L41 982128 45 047590 0 000000 34 020004 34 020004 0 0 30 250 2 2605 11741 10687 2544																				
NodeB - L41 982176 45 047576 0 000000 46 530006 46 530006 0 0 30 250 1 20120 60063 10713 1408																				
NodeB - L41 982338 45 047687 0 000000 39 470005 39 470005 0 0 30 250 1 20120 60062 10713 1280																				
NodeB - L41 982188 45 047689 0 000000 41 110004 41 110004 0 0 30 250 1 20122 30579 10737 1856																				
NodeB - L41 982290 45 047575 0 000000 27 820004 27 820004 0 0 30 250 1 20122 30577 10737 1600																				
NodeB - L41 982077 45 047669 0 000000 39 640003 39 640003 0 0 30 250 1 20120 48 10762 1280																				
NodeB - L41 982195 45 047593 0 000000 29 690004 29 690004 0 0 30 250 1 20122 577 10762 1600																				
NodeB - L41 982116 45 047653 0 000000 43 600006 43 600006 0 0 30 250 1 20122 579 10762 1856																				
																			</	

Содержание отчета и его формы

Отчет должен иметь форму _____ согласно оформлению
простого реферата.

Титульный лист должен включать название дисциплины, название лабораторной работы, фамилию и инициалы сдающего студента, номер группы, фамилию и инициалы принимающего преподавателя.

Основная часть работы должна содержать:

описание процесса подготовки прибора к работе, описание проведенных измерений,

выводы о проделанной работе, с подробным описанием хода работы и анализом полученных измерений

Вопросы для защиты работы

- 1) Технические характеристики портативного анализатора радиочастот R&S TSMW.
- 2) Характеристика стандарта GSM
- 3) Характеристика стандарта UMTS
- 4) Характеристика стандарта LTE.
- 5) Порядок выполнения измерений с использованием TSMW

Указания по технике безопасности

1. *Перед началом работы пользователь оборудованием, обязан проверить, чтобы все кабели питания находились как можно дальше в компактном положении с тыльной стороны рабочего места*
2. *Оборудование радиоконтроля рекомендуется подключать к отдельной розетке. Розетка, используемая для подключения оборудования должна быть трехполюсной (с заземлением)*
3. *Запрещается приступать к работе при: а) обнаружении неисправности оборудования; б) отсутствии защитного заземления устройств*
4. *Пользователю оборудования радиоконтроля во время работы запрещается:*
 - 1) *касаться одновременно оборудования радиоконтроля, экрана монитора и клавиатуры (возможен разряд повышенного электростатического потенциала);*
 - 2) *прикасаться к задней панели системного блока;*
 - 3) *производить переключения интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;*
 - 4) *производить отключение питания во время выполнения активной задачи;*
 - 5) *Категорически запрещается работать с оборудованием радиоконтроля и ПК при снятом корпусе; оставлять включенный ПК без присмотра; самостоятельно вскрывать корпус ПК.*

Список рекомендуемой литературы

1. Инструкция по эксплуатации и правилам пользования переносным спектроанализатором SpectrumMaster™ MS2720T;
2. Инструкция по эксплуатации и правилам пользования переносным спектроанализатором SpectrumMaster™ MS2721;
3. Инструкция по эксплуатации и правилам пользования портативным измерительным приемником R&S® PR100
4. Инструкция по эксплуатации и правилам пользования универсальным анализатором радиосетей R&S TSMW