

Комплексы радиомониторинга на базе оборудования SignalHound. Опыт инсталляции и эксплуатации на объектах связи и вещания

Николай Фокин / Иван Сажин

**X ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ - 2021»**

27-28 мая 2021 г.



РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА

РАДИОКОМП

Структура презентации

- Комплексы радиомониторинга на базе оборудования **Signal Hound**. Основные потребители, реализованные проекты
- Базовое ПО SPIKE и специализированное программное обеспечение. Основные возможности, области применения
- Интеграция оборудования **Signal Hound** в корпоративные системы управления, мониторинга, измерений и сбора информации.
- Примеры использования оборудования **Signal Hound** в реальных проектах (оценка ЭМС, работа в сетях связи операторов ТВ и спутниковой связи)
- Продуктовая линейка оборудования **Signal Hound** на май 2021 г.
- Конкуренты оборудования **Signal Hound** в области портативных анализаторов спектра.

Основные направления работы компании «РАДИОКОМП»

- разработка, изготовление и поставка фильтров ВЧ/СВЧ диапазона и устройств на их основе
- поставка измерительного оборудования Signal Hound (эксклюзивные поставки на территории РФ) и AnaPico (Швейцария)
- поставка российской и зарубежной элементной базы
- разработка, изготовление и поставка устройств формирования и обработки сигналов
- разработка, изготовление и поставка видеосерверов
- поставка профессиональной аппаратуры интеллектуального управления электропитанием и решений на её основе
- предоставление услуг испытательной лаборатории

Наши основные заказчики





РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА

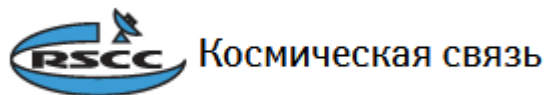
РАДИОКОМП

Оборудование фирмы Signal Hound

Области применения:

1. Измерительные комплексы для КБ, НИИ, ВУЗов
2. Стационарные и портативные измерительные комплексы для ФГУП РТРС, ФГУП ГПКС
3. Стационарные и портативные измерительные комплексы для операторов платного спутникового телевидения, операторов спутникового ШПД.
4. Стационарные и портативные комплексы радиомониторинга эфира для контролирующих структур.

Основные потребители оборудования Signal Hound



Комплексы радиомониторинга на базе оборудования Signal Hound

Основные реализованные проекты за 2019-2020 г. г.:

Поставка комплекса оборудования для станции спутниковой связи «Владимир» (г. Гусь-Хрустальный).



Космическая связь
Федеральное государственное унитарное предприятие

- Станция спутниковой связи (ССС) «Владимир» (г. Гусь-Хрустальный). Входит в состав Центра космической связи «Дубна», функционирует как наземный комплекс для оказания услуг спутниковой связи в C-, Ku- и L-диапазонах. СССР «Владимир» обеспечивает работу каналов телефонной связи, ТВ, подвижной правительственной связи.
- С помощью командно-измерительной станции наземного комплекса управления космическими аппаратами СССР «Владимир» обеспечивается управление, телеметрический контроль и измерение параметров орбит спутников серии «Экспресс-А», «Экспресс-АМ».

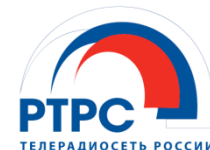
Основные решаемые задачи:

Поставленное оборудование (анализаторы спектра USB-SA44B и BB60C) входит в состав командно-измерительной станции наземного комплекса управления и используется для:

- обнаружения и протоколирования мешающих воздействий в выбранном диапазоне частот со стороны побочных радиосредств;
- наведения спутниковых антенн.

Комплексы радиомониторинга на базе оборудования Signal Hound

Тестирование оборудования в инфраструктуре
ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть»



- В декабре 2019 г. было проведено тестирование оборудования **Signal Hound** в МРЦ «Останкино» ФГУП «РТРС».
- В январе 2020 г. партнерами компании «Радиокомп» - специалистами компании «ИСАТЕЛ» было проведено тестирование оборудования **Signal Hound** в филиале ФГУП «РТРС».

Тестирование в январе 2020 г. проводилось в здании приемно-передающего центра.

Цель испытаний:

выявление мешающих действий излучения РЛС и оценка их влияния на работу приёмного спутникового и эфирного передающего оборудования стандарта DVB-T2.

Использованный в тестах анализатор спектра фирмы **Signal Hound BB60C** (анализатор спектра реального времени до 6 ГГц) подтвердил заявленные характеристики и позволил провести все намеченные в программе измерений тесты.

Технические специалисты «ИСАТЕЛ» отметили компактность анализатора спектра **Signal Hound BB60C** и его ПО с расширенными по сравнению с имеющимися аналогами функциональными возможностями.

Состав комплекса радиомониторинга на базе оборудования Signal Hound



Генератор сигналов или Анализатор спектра
Signal Hound



Портативный или стационарный компьютер
(для управления моделью **SM200B** системные
требования:

Четырёхъядерный процессор Intel i7 третьего
поколения или новее, один порт USB 3.0)



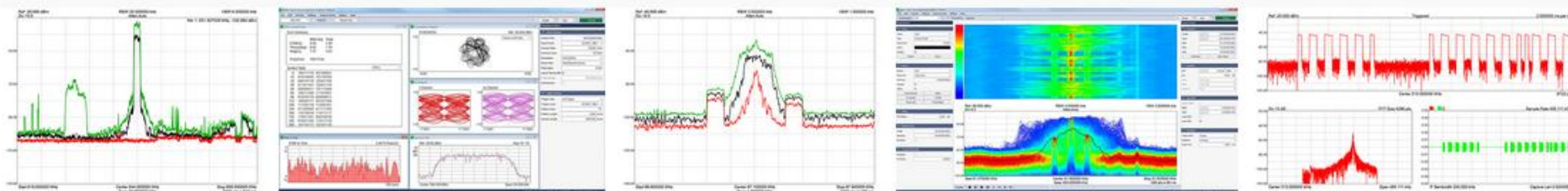
Измерительная антенна, GPS приёмник

Области применения оборудования Signal Hound

- Анализ электромагнитной обстановки
- Мониторинг занятости частотных каналов
- Сканирование и демодуляция сигналов в «эфире»

№	Области применения
1	Исследования и разработки в области радиосвязи, радиотехники, навигации, теле- и радиовещания, радиоэлектронного оборудования для летательных аппаратов и наземных комплексов, железнодорожного, автомобильного и водного транспорта
2	Производство телекоммуникационного оборудования, оборудования теле-и радиовещания, радиоэлектронного оборудования для летательных аппаратов и наземных комплексов, связного оборудования для всех видов транспорта
3	Эксплуатация телекоммуникационного оборудования, оборудования связи и радиолокации
4	Разработки в области специальных приборов и аппаратуры для физики, химии, машиностроения и других областей, научно-исследовательская деятельность
5	Поиск источников нежелательного излучения при локализации услуг по технической защите конфиденциальной информации

Программное обеспечение Spike



Spike - программное обеспечение анализа спектра в реальном времени для всех приборов Signal Hound

Программное обеспечение Spike позволяет выполнять анализ спектра и измерение амплитудных характеристик трактов в реальном времени для всей линейки анализаторов спектра и трекинг-генераторов компании Signal Hound, включающих:

Анализаторы спектра – USB-SA44 / USB-SA44B / USB-SA124A / USB-SA124B

Трекинг генераторы – USB-TG44A / USB-TG124A

Анализаторы спектра реального времени - BB60A / BB60C

ПО Spike поддерживает анализ спектра в реальном времени для всех приборов компании Signal Hound.

Работа с трекинг-генераторами серии TG также интегрирована в ПО Spike.

Режимы работы программного обеспечения Spike

1	Свиппирующий анализатор спектра
2	Анализатор спектра реального времени
3	Измерение фазовых шумов
4	Скалярный анализ цепей
5	Режим цифровой демодуляции превращает анализатор спектра Signal Hound в анализатор векторных сигналов
6	Режим с нулевой полосой обзора
7	Анализ гармоник
8	Измерения электромагнитной совместимости
9	Поиск интерференции

Основные преимущества оборудования Signal Hound

1	В отличие от традиционных анализаторов спектра в устройствах SignalHound отсутствует аппаратный преселектор и подавление паразитных спектральных составляющих производится программными методами. Это решение (патент US 2011/0202316 A1) позволило значительно снизить габаритные размеры и цену прибора.
2	Благодаря своим габаритам и стоимости прибор незаменим для разработчиков и монтажников СВЧ устройств.
3	Открытый интерфейс разработчика позволяет создавать собственные программы с использованием устройств Signal Hound или включать поддержку анализаторов спектра в уже разработанные программные средства.
4	Программное обеспечение едино для всех анализаторов спектра и трекинг-генераторов. Распространяется бесплатно. Последняя версия ПО доступна по ссылке: https://signalhound.com/spike/ .
5	Дополнительно специалистами ООО «Радиокомп» разработано программное обеспечение для независимой работы и перестройки USB-TG44A и USB-TG124A по амплитуде и частоте.

Специализированное программное обеспечение

Основные возможности

- измерение радио- и радиотехнических параметров сигналов и излучений;
- долговременный радиомониторинг и анализ радиочастного спектра с целью определения загрузки и эффективности его использования;
- поиск источников радиопомех;
- долговременный и периодический анализ качества эфирных каналов связи;
- выполнение натурных испытаний в области электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств;
- выполнение натурных испытаний для определения реальных зон радиопокрытия и определения зон обслуживания передатчиков радио и телевизионного вещания.

Специализированное программное обеспечение

Поддерживаемые модели анализаторов
спектра

- **USB-SA44B**
- **USB-SA124A**
- **USB-SA124B**



- **BB60A**
- **BB60C**

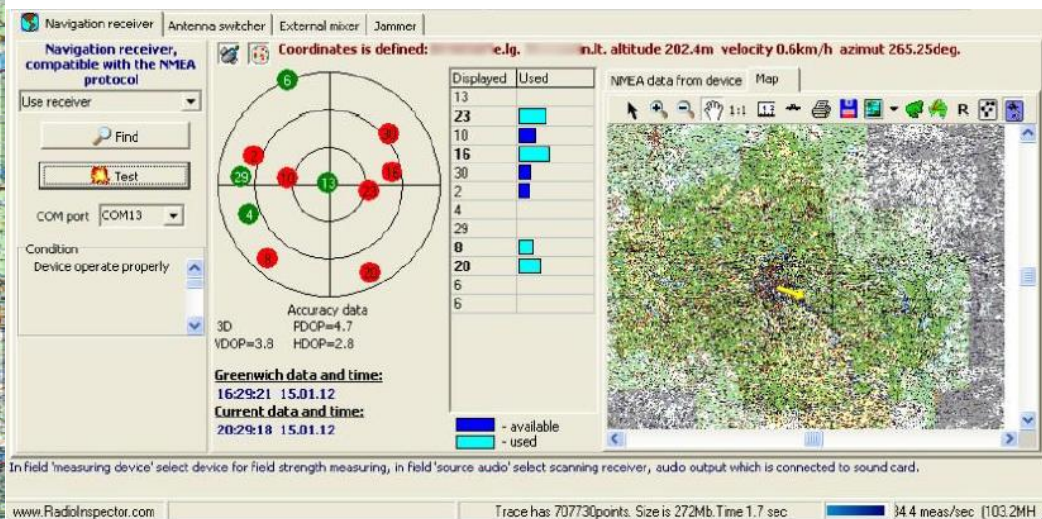
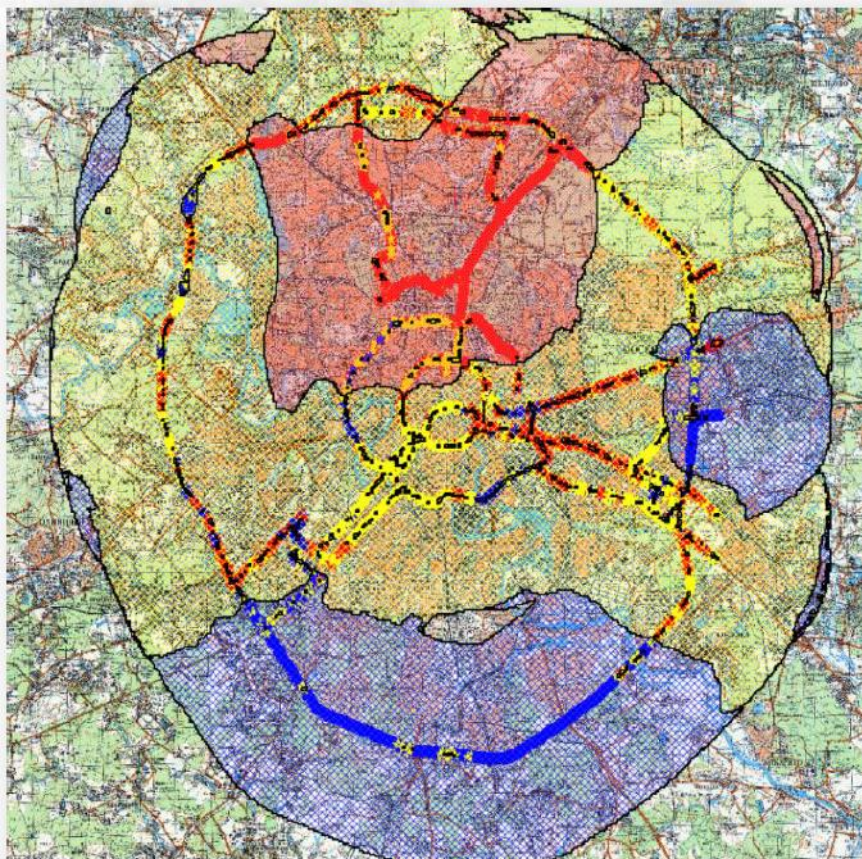


- **SM200 B / SM200C**



Мобильные комплексы радиомониторинга

Использование геоинформационной системы



Система позволяет производить комплексный анализ собранных данных: принимать решения о качестве радиосвязи, прогнозировать зоны радиопокрытия, искать источники радиопомех, обнаруживать несанкционированные источники радиоизлучений и т.д.

Широкие возможности представления результатов измерений на карте позволяют выделять области с критической напряженностью поля (слишком большой или слишком маленькой).

Вариант использования

Интеграция АС СХ в корпоративные системы управления, мониторинга, измерений и сбора информации

Анализаторы спектра Signal Hound имеют открытый API (Application Programming Interface):

- Поддержка ОС Windows, Linux
- Примеры использования API в коде C++, C#, LabView, Matlab, Python



Пример интеграции анализатора спектра реального времени с интерфейсом USB (модель **SM200A**) в систему управления комплексом радиоэлектронного оборудования



РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА

РАДИОКОМП

Программно-аппаратный комплекс мониторинга несущих

Программно-аппаратный комплекс мониторинга несущих модуля полезной нагрузки космического аппарата предназначен для проведения непрерывного мониторинга транспондеров и несущих в С-, Ku-, DBS-, Ka-диапазонах космических аппаратов.

Основные задачи комплекса:

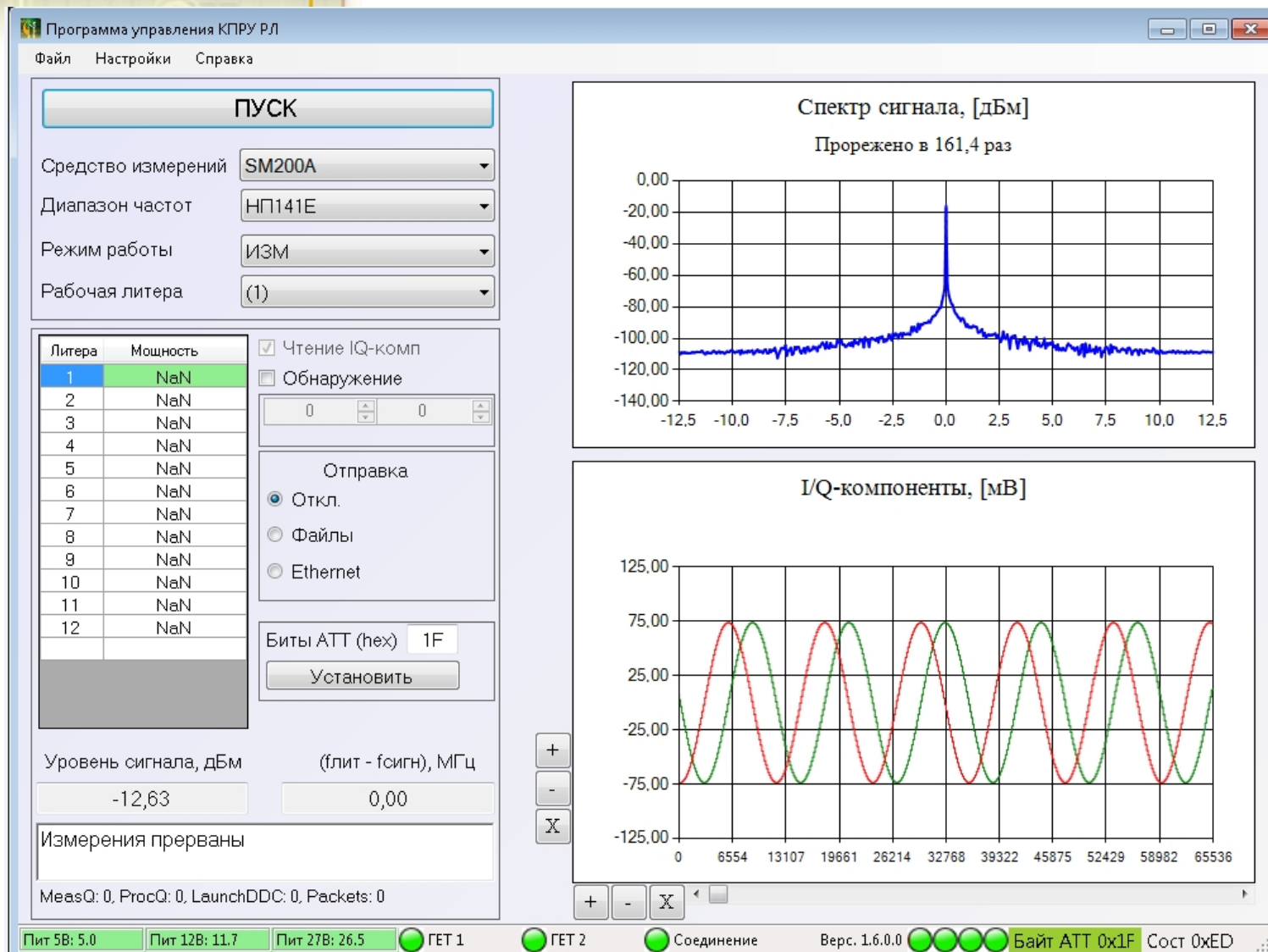
- мониторинг загрузки транспондеров модуля полезной нагрузки космического аппарата;
- контроль параметров несущих на соответствие установленным нормам,
- контроль ЭМС, включая обнаружение несанкционированных несущих.

Программно-аппаратный комплекс мониторинга несущих

Программно-аппаратный комплекс мониторинга несущих модуля полезной нагрузки космического аппарата состоит из следующих элементов:

- антенной системы, обеспечивающей прием сигналов в заданном диапазоне частот;
- технических средств измерительного тракта (усилители, переключатели, преобразователи частоты и др.);
- устройств коммутации (коммутаторы, матрицы и прочее);
- вычислительного устройства (сервера), управляемого ОС Linux, с установленным на нем специализированным программным обеспечением;
- измерительного оборудования (АС с открытым API, генераторы, датчики);
- АРМ оператора, предоставляющего пользователю структурированный интерфейс для мониторинга и управления процессом измерений;
- программного обеспечения, обеспечивающего взаимодействие с измерительным оборудованием, подключение его к измерительным трактам и обработку данных измерений.

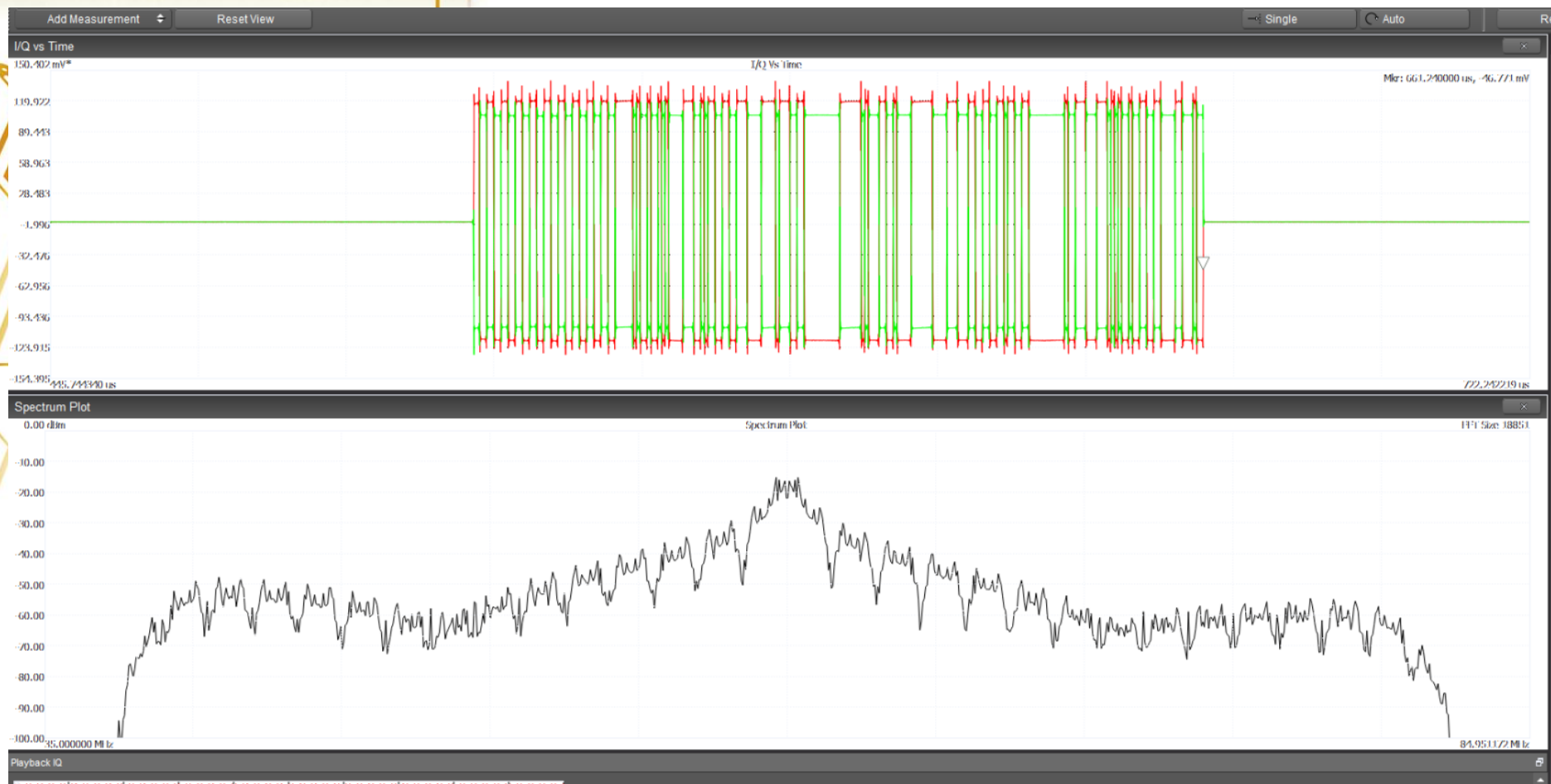
Графический интерфейс программы КПРОУ при мониторинге эфира с использованием АС SM200A в режиме снятия квадратурных компонент сигнала (I/Q)



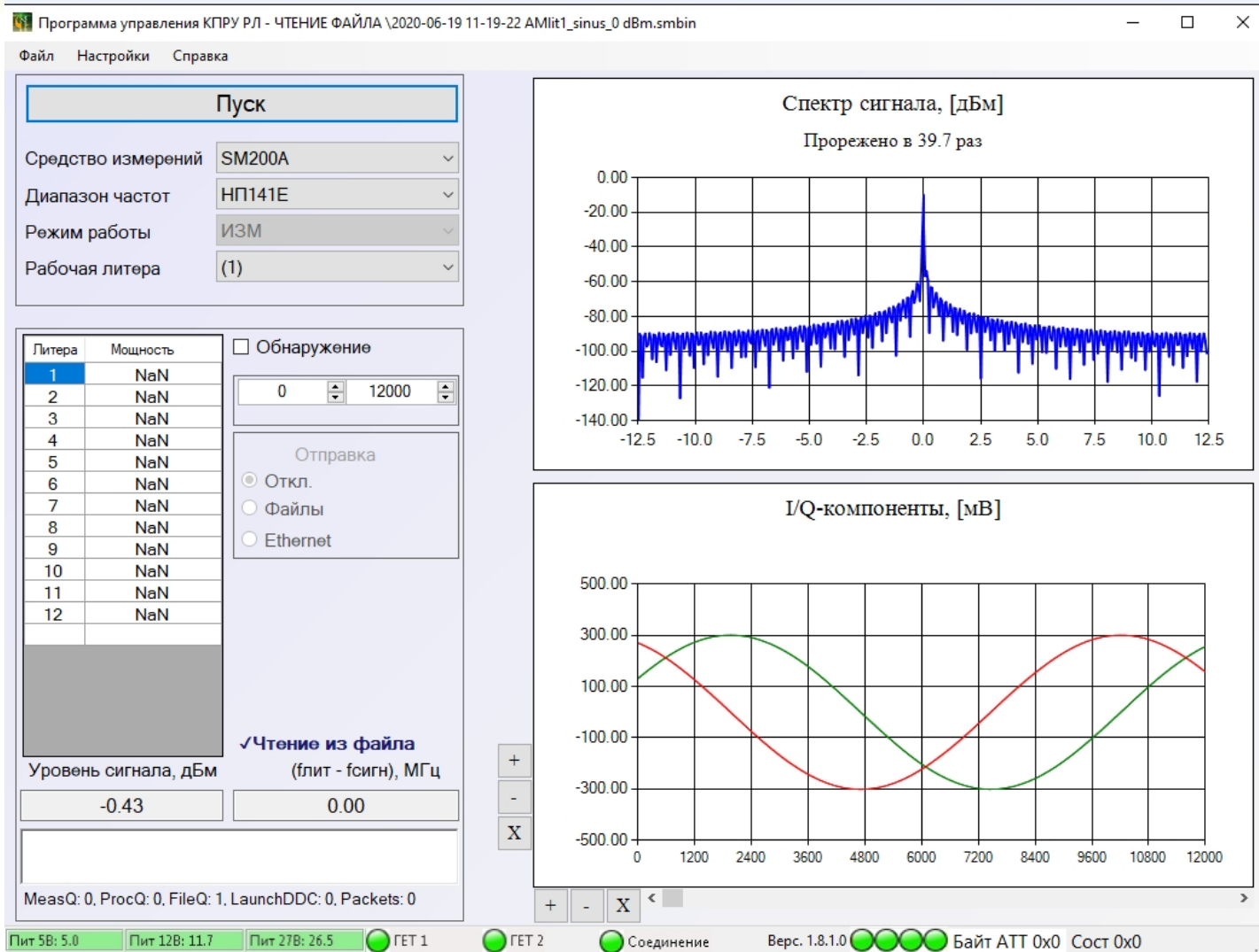


РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА
РАДИОКОМП

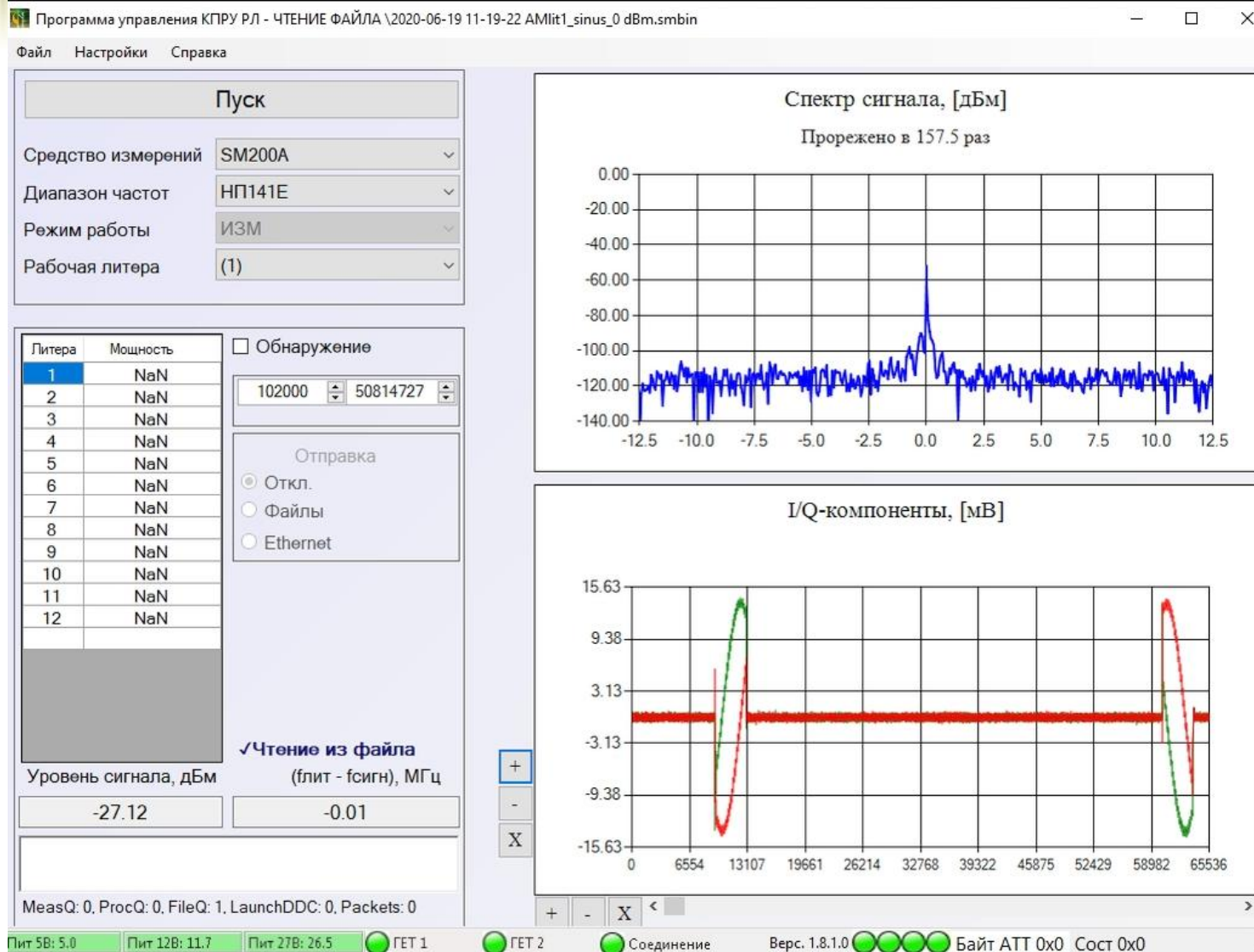
Проигрывание файлов отсчетов квадратурных I/Q,
записанных с помощью ПО Spike (зависимость
амплитуды от времени).



Режим чтения



Режим чтения

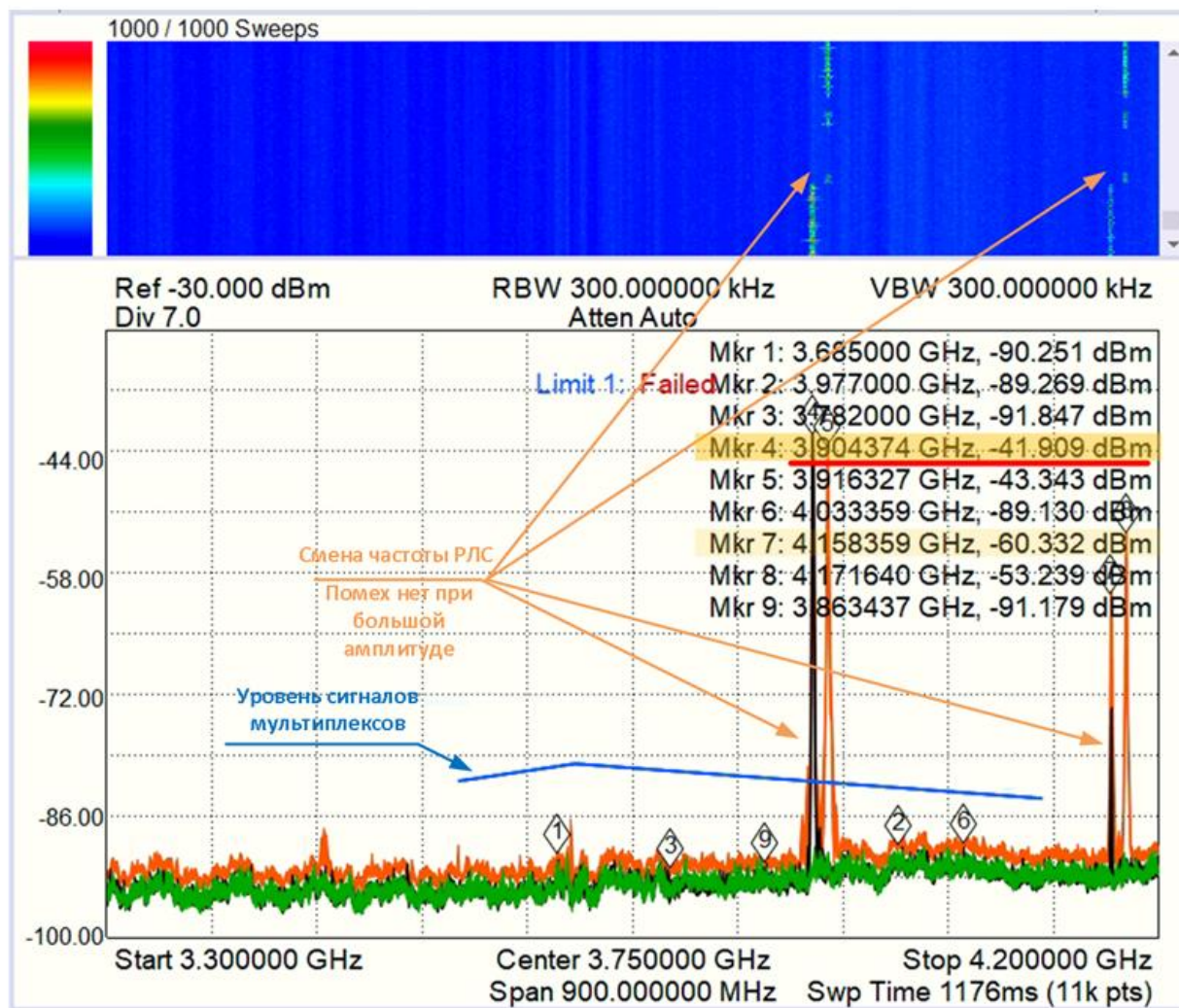




РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА

РАДИОКОМП

Интермодуляционная помеха от РЛС на частоте мультимплекса из г. С-Петербург



РТПС-1 СПб 3704 МГц

↑ Помеха выросла в
400 раз

Продукт интермодуляции
5-го порядка от частоты
3916 МГц = 3702 МГц

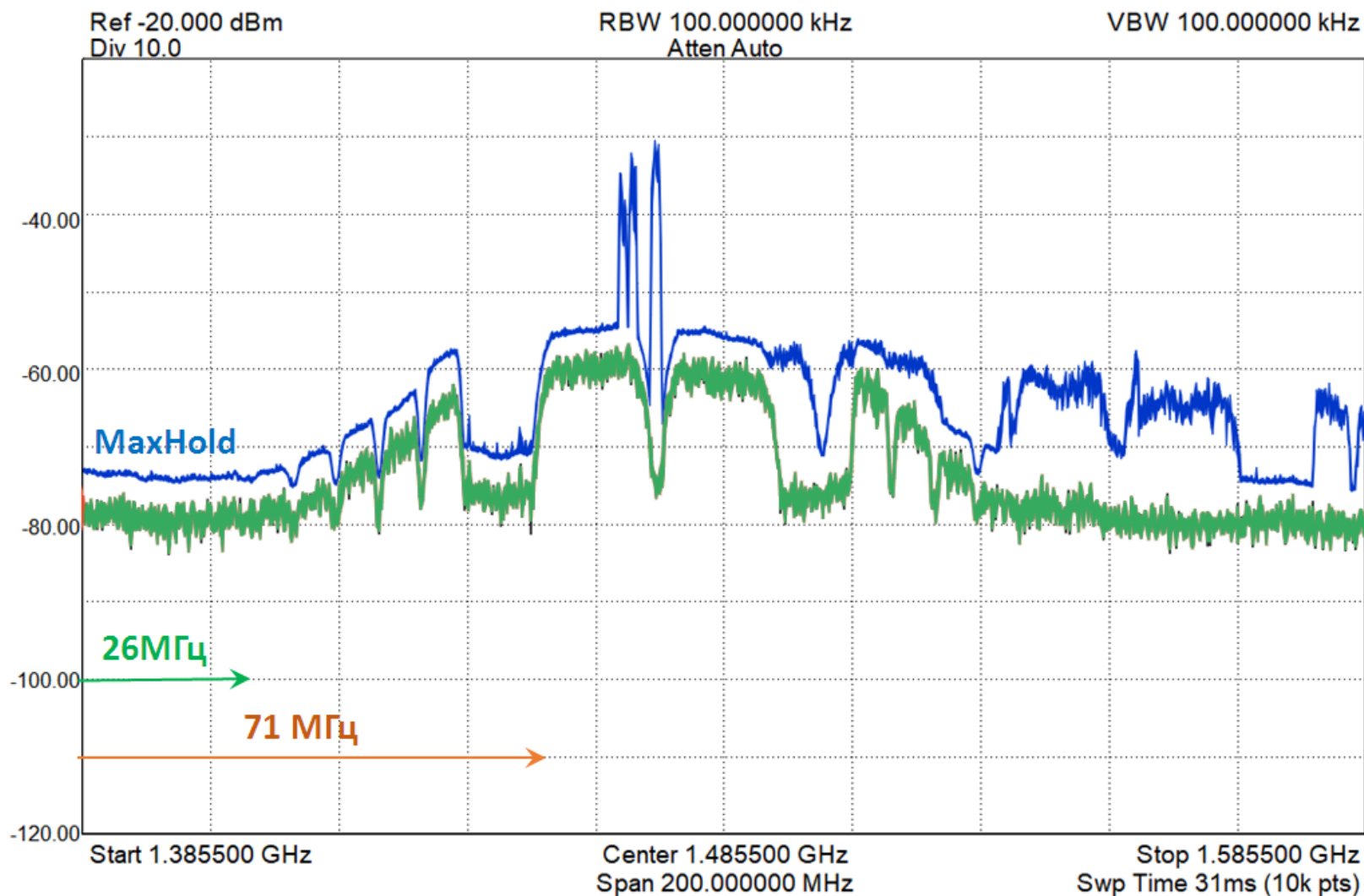
Продукт интермодуляции
5-го порядка от частоты
3904 МГц = 3738 МГц



РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА

РАДИОКОМП

В г. С-Петербург зафиксированы помехи работе LNB типа «Лжегетеродин»



Анализатор спектра USB-SA44B

Проверенный временем и самый популярный продукт компании. **Лидер продаж 2019 г.**

Основные параметры

Диапазон частот	1 Гц...4,4 ГГц
Отображаемый средний уровень шумов (DANL) на частоте 1 ГГц	-158 дБм
Полосы анализа (RBW)	0,1 Гц...250 кГц, 5 МГц
Мгновенная полоса	250 кГц
Точность отображения амплитуды	± 2 дБ
Температурный диапазон (опция)	0...+70 °C (-40...+85 °C)
Размеры	165x81x30 мм
Масса	230 г



Внесен в Государственный
реестр средств измерений
(Свидетельство
US.C.35.010.A № 51316)

Анализатор спектра реального времени SM200B



- Скорость сканирования 1 ТГц/с
- Интерфейс USB 3.0
- Аппаратный преселектор
- Синхронизация данных по GPS

Анализатор спектра реального времени с
полосой 160 МГц

Основные параметры

Диапазон частот	100 кГц...20 ГГц
Отображаемый средний уровень шумов (DANL) на частоте 1 ГГц	−161 дБм
Полосы анализа (RBW)	0,1 Гц...40 МГц
Мгновенная полоса	160 МГц
Точность отображения амплитуды	3 дБ
Температурный диапазон (опция)	0...+50°C (−40...+65°C)
Размеры	259x183x55 мм
Масса	3 520 г

Анализатор спектра реального времени SM200C с интерфейсом 10GBE (модель 2020 г.)

Анализатор спектра реального времени с
полосой 160 МГц

Основные параметры



- **Идеален для станций радиомониторинга, записи сигналов**
- **Интерфейс 10GBE**
- Скорость сканирования 1 ТГц/с
- Аппаратный преселектор
- Синхронизация данных по GPS

Диапазон частот	100 кГц...20 ГГц
Отображаемый средний уровень шумов (DANL) на частоте 1 ГГц	−161 дБм
Полосы анализа (RBW)	0,1 Гц...40 МГц
Мгновенная полоса	160 МГц
Точность отображения амплитуды	3 дБ
Температурный диапазон (опция)	0...+50°C (−40...+65°C)
Размеры	259x183x55 мм
Размеры (активн. охл.)	259x183x71мм
Масса	4140 г.

Анализатор спектра реального времени VB60C с полосой 27 МГц

Cost-effective модель AC
с расширенными функциональными
ВОЗМОЖНОСТЯМИ



- Скорость сканирования 24 ГГц/с
- Интерфейс USB 3.0
- Скорость потока данных 140 Мбит/с

Если необходимо проставить временные метки в оцифрованном ВЧ сигнале, следует использовать имеющийся у VB60C вход сигнала 1-PPS меток системы GPS.

VB60C имеет развитую систему запуска развертки, позволяющую устанавливать длительность интервала и временную задержку относительно определенного триггера. Это позволяет зафиксировать спектр сигнала в заданный момент времени – например, при работе с импульсной модуляцией.

Основные параметры

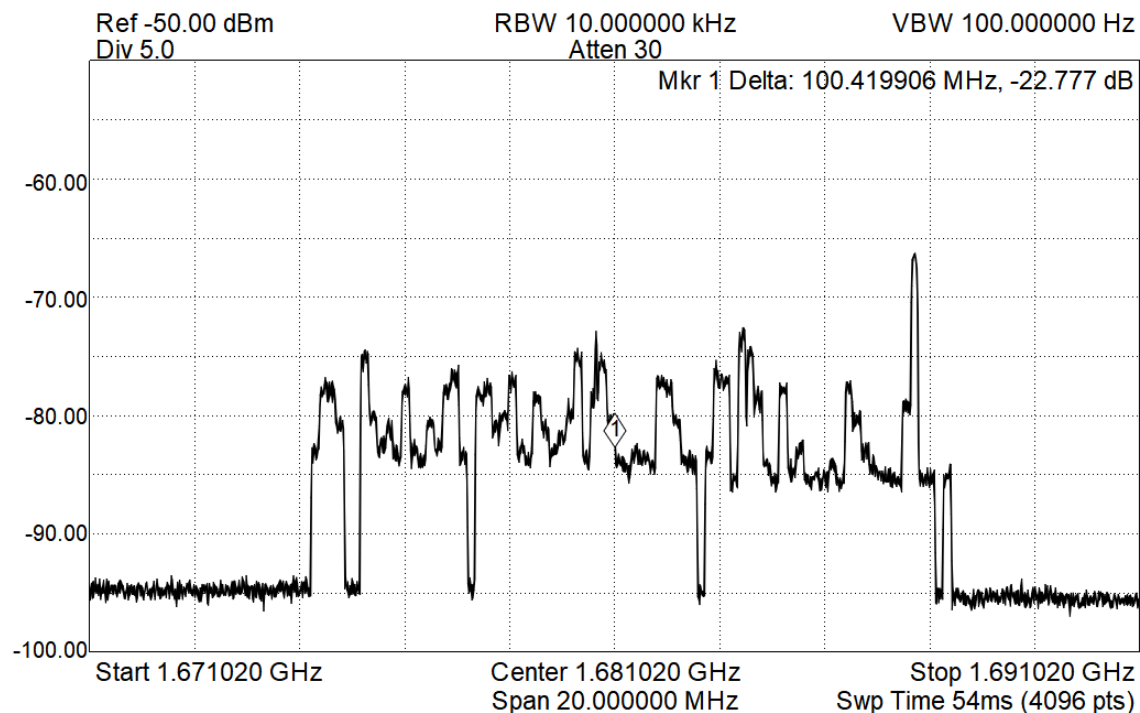
Диапазон частот	9 кГц...6 ГГц
Отображаемый средний уровень шумов (DANL) на частоте 1 ГГц	–159 дБм
Полосы анализа (RBW)	10 Гц...10 МГц
Мгновенная полоса	27 МГц
Точность отображения амплитуды	2 дБ
Температурный диапазон (опция)	–10...+65°C (–40...+65°C)
Размеры	194x81x30 мм
Масса	500 г

Анализатор спектра реального времени VB60C с полосой 27 МГц

Пример работы прибора в реальном проекте



Цель проведения испытаний:
Контроль TDM (временных)
сигналов полосой 50КГц в
транспондере 25МГц



Трекинг-генератор USB-TG44A

В комплекте с анализатором спектра
USB-SA44B образует недорогой
скалярный анализатор цепей

Основные параметры



ПО компании «Радиокомп»
для независимой работы
и перестройки USB-TG44A
по амплитуде и частоте

Диапазон частот	1 Гц...4,4 ГГц
Амплитуда выходного сигнала	−30...−10 дБм
Точность установки амплитуды	2 дБ
Уровень гармонических составляющих	Менее −10 дБ
Скорость перестройки	700 точек/с
Температурный диапазон	0...+70°C
Размеры	165x81x30 мм
Масса	290 г

Трекинг-генератор USB-TG124A

В комплекте с анализатором спектра
USB-SA124B образует недорогой
скалярный анализатор цепей

Основные параметры



ПО компании «Радиокомп»
для независимой работы
и перестройки USB-TG124A
по амплитуде и частоте

Диапазон частот	100 кГц...12,4 ГГц
Амплитуда выходного сигнала	−30...−12 дБм
Точность установки амплитуды	2 дБ
Уровень гармонических составляющих	Менее −10 дБ
Скорость перестройки	700 точек/с
Температурный диапазон	0...+70°C
Размеры	165x81x30 мм
Масса	290 г

Векторный генератор VSG25A

Недорогой генератор сигналов
с большим набором видов модуляции

Основные параметры



Виды модуляции:
НМ, АМ, ЧМ, ФМ, BPSK, DBPSK,
QPSK, OQPSK, DQPSK,
π/4 DQPSK, 8-PSK, D8PSK,
16-PSK, QAM-16, QAM-64,
QAM-256, ASK / FSK, ЛЧМ

Диапазон частот	100 МГц...2,5 ГГц
Амплитуда выходного сигнала	−40...+10 дБм
Точность установки амплитуды	1,5 дБ
Ширина полосы модуляции	100 МГц
Объем памяти	4096x16 бит
Температурный диапазон	0...+50°C
Размеры	140x57x25 мм
Масса	150 г

Сравнительная таблица генераторов Signal Hound

Прибор	USB-TG44A	USB-TG124A	VSG25A
Частотный диапазон	1 Гц...4,4 ГГц	100 кГц...12,4 ГГц	100 МГц...2,5 ГГц
Амплитуда выходного сигнала	-30...-10 дБм	-30...-12 дБм	-40...+10 дБм
Точность установки амплитуды	2 дБ	2 дБ	1,5 дБ
Уровень гармонических составляющих	Менее -10 дБ	Менее -10 дБ	Менее -10 дБ
Виды модуляции	-	-	AM, ЧМ, ФМ, BPSK, QPSK, OQPSK, DQPSK, 8-PSK, QAM, ASK / FSK, ЛЧМ
Интерфейс	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0
Размеры	165x81x30 мм	165x81x30 мм	140x57x25 мм
Масса	290 г	290 г	150 г

Сравнительная таблица анализаторов спектра Signal Hound

Прибор	USB-SA44B	USB-SA124B	BB60C	SM200B
Частотный диапазон	1 Гц...4,4 ГГц	100 кГц...12,4 ГГц	9 кГц...6 ГГц	100 кГц...20 ГГц
Полосы анализа (RBW)	0,1 Гц...250 кГц, 5 МГц	0,1 Гц...250 кГц, 6 МГц	10 Гц...10 МГц	0,1 Гц...40 МГц
Мгновенная полоса	250 кГц	250 кГц	27 МГц	160 МГц
Отображаемый средний уровень шумов (DANL) на частоте 1 ГГц	-158 дБм	-152 дБм	-159 дБм	-161 дБм
Точность отображения амплитуды	2 дБ	2,5 дБ	2 дБ	3 дБ
Интерфейс	USB 2.0	USB 2.0	USB 3.0	USB 3.0
Размеры	165x81x30 мм	165x81x30 мм	194x81x30 мм	259x183x55 мм
Масса	230 г	350 г	500 г	3520 г
	Внесен в Государственный реестр СИ	Внесен в Государственный реестр СИ	Внесение в Государственный реестр СИ – 3Q 2021	Внесение в Государственный реестр СИ – 3Q 2021



РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА
РАДИОКОМП

Альтернативные модели анализаторов спектра



Анализатор спектра SM200B
компании Signal Hound



Анализатор спектра серии RSA500A компании
Tektronix



Анализатор спектра Spectran V5 X
компании Aaronia AG

Альтернативные модели анализаторов спектра

	Signal Hound, SM200B	Компания Aaronia AG Spectran V5 X	Tektronix, RSA518A
Диапазон рабочих частот	100 кГц – 20 ГГц	9 кГц – 20 ГГц, есть несколько моделей с разными диапазонами	9 кГц – 18 ГГц
Мгновенная полоса, МГц	40 и 160	44 и 88, опционально 160/175	40
Разрешение по частоте (RBW)	0,1 Гц – 3 МГц при полосе 40 МГц	1 Гц – 3 МГц	1,18 Гц – 8 МГц
Скорость сканирования	до 1 ТГц/с	20 ГГц за время менее 20 мс	до 70 ГГц/с
Отображаемый средний уровень шумов (DANL)	-160 дБм (700 МГц – 2,7 ГГц)	-150 дБм, с внутренним предусилителем	-165 (15,2 – 17,65 ГГц), с предусилителем
Максимальная точность отображения амплитуды, дБ	±2 (100 кГц – 6 ГГц), ±3 (6 - 20 ГГц)	±1,5	±1,55 (13,6 – 18 ГГц), без предварит. усилителя
Коэффициент шума, дБ	14 (2,7 - 4,5 ГГц)	н.д.	н.д.
Точка пересечения по интермодуляции третьего порядка, дБм	23 (14 - 20 ГГц)	н.д.	15, без усилителя
Фазовый шум на частоте 1 ГГц, дБн/Гц	-123 дБн/Гц (1 кГц), -136 дБн/Гц (100 кГц)	н.д.	-89 дБн/Гц (10 кГц), -113 дБн/Гц (1 МГц) на частоте 10 Гц



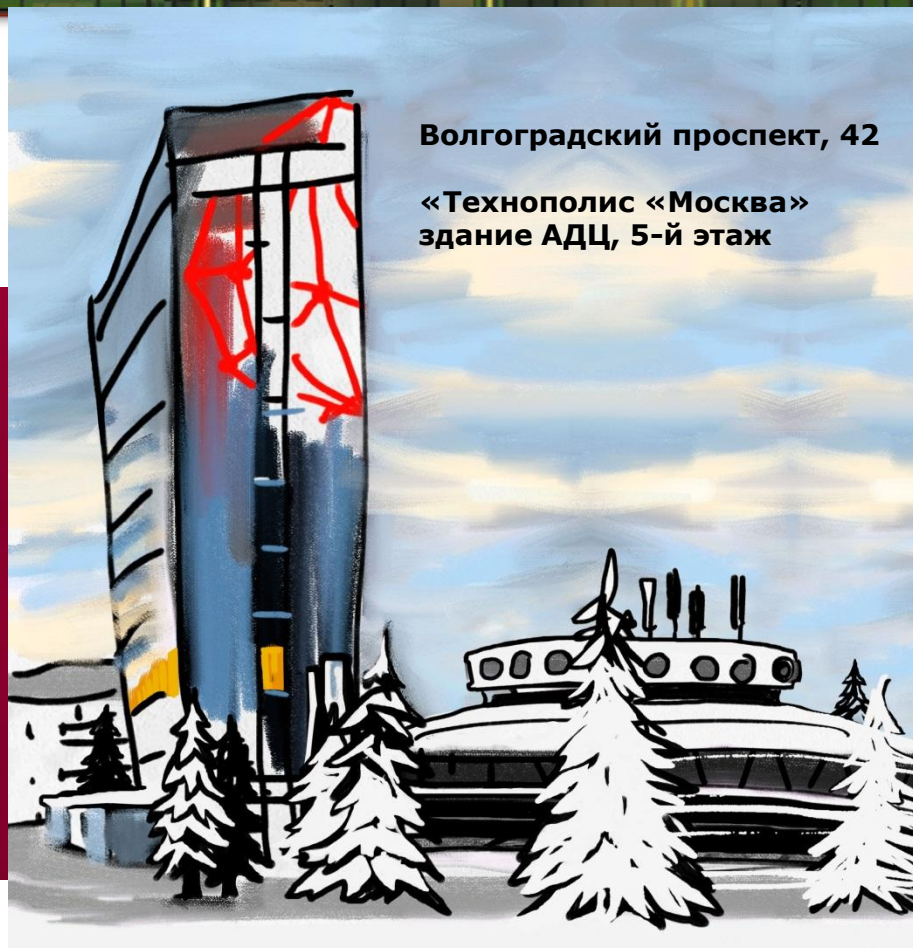
РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО
ИСПЫТАНИЯ
ПОСТАВКА

РАДИОКОМП



ТЕХНОПОЛИС
МОСКВА

Особая
экономическая
зона



Волгоградский проспект, 42

«Технополис «Москва»
здание АДЦ, 5-й этаж

www.radiocomp.ru / www.filin-rf.ru

NF@radiocomp.ru

www.signalhound.ru +7 495 95 777 45