

# Измерение и преобразование IQ-сигналов с помощью ПО IQWizard

## Указания по применению

### Изделия:

- |             |              |
|-------------|--------------|
| R&S®FSQ     | R&S®SMU200A  |
| R&S®FSW     | R&S®SMBV100A |
| R&S®FSL     | R&S®ESR      |
| R&S®FSV     | R&S®ETL      |
| R&S®FSU     | R&S®PR100    |
| R&S®FSUP    | R&S®PRIQR    |
| R&S®AMU200A | R&S®RTO      |

IQWizard представляет собой средство для загрузки файлов IQ-сигналов в различных форматах и для измерения IQ-сигналов с помощью измерительного приемника, осциллографа, анализатора спектра R&S® или анализатора цепей. Полученные IQ-данные могут быть сохранены в памяти в различных форматах или переданы в векторный генератор сигналов R&S® с помощью ПО WinIQSIM™ или WinIQSIM2™.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Обзор.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Требования к программному и аппаратному обеспечению.....</b>	<b>4</b>
2.1	Подключение прибора(-ов) к компьютеру.....	4
2.2	Рекомендуемое программное обеспечение.....	5
2.3	Установка программного обеспечения.....	5
<b>3</b>	<b>Запуск программы / Начало измерений.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Меню.....</b>	<b>7</b>
3.1.1	Меню File (Файл).....	7
3.1.2	Меню Help (Справка).....	8
3.1.3	Load IQ Data (Загрузка IQ-данных).....	8
3.1.4	Trace IQ Data (трассировка IQ-данных).....	16
3.1.5	Save IQ Data (Сохранение IQ-данных).....	25
<b>3.2</b>	<b>Пример измерений с помощью ПО IQWizard.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Дополнительная информация.....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>Информация для заказа.....</b>	<b>35</b>

# 1 Обзор

IQWizard представляет собой программное обеспечение для загрузки IQ-данных в различных форматах или для измерения IQ-сигналов с помощью анализаторов R&S®FSIQ (с опцией B70), R&S®FSP, R&S®FSU, R&S®FSQ, R&S®FSL или R&S®ESPI, анализатора электрических цепей R&S®ZVL или ТВ-анализатора R&S®ETL. Данные могут быть сохранены в различных форматах с целью их дальнейшей обработки инструментами для анализа, моделирования и генерации сигналов, такими как MathCAD, MatLab и ADS. ПО IQWizard также обеспечивает работу с TCP/IP интерфейсом для передачи IQ-данных в ПО WinIQSIM, что позволяет осуществлять обработку данных и загружать их в генераторы сигналов R&S®SMU200A, R&S®AMU200A или R&S®AMIQ.

В данном тексте для обозначения оборудования компании R&S® используются следующие обозначения:

- ┆ Анализаторы спектра R&S®FSIQ, R&S®FSP, R&S®FSU, R&S®FSQ, R&S®FSL, R&S®FSG, R&S®FSV, R&S®FSVR и R&S®FSW обозначаются как FSIQ, FSP, FSU, FSQ, FSL, FSG, FSV, FSVR и FSW.
- ┆ Анализатор источников сигнала R&S®FSUP обозначаются как FSUP.
- ┆ Измерительные приемники R&S®ESPI, R&S®ESU, R&S®ESCI, R&S®ESR и R&S®FSMR обозначаются как ESPI, ESU, ESCI, ESR и FSMR.
- ┆ Устройства записи и воспроизведения IQ-данных R&S®IQR20 и R&S®IQR100 обозначаются как IQR.
- ┆ Векторный анализатор цепей R&S®ZVL обозначается как ZVL.
- ┆ ТВ анализатор R&S®ETL обозначается как ETL.
- ┆ Контрольный портативный приемник R&S®PR100 обозначается как PR100.
- ┆ Цифровой осциллограф R&S®RTO обозначается как RTO.
- ┆ Генераторы сигналов с I/Q-модуляцией R&S®AMU200A и R&S®AMIQ обозначаются как AMU и AMIQ.
- ┆ Векторный генератор сигналов R&S®SMW200A обозначается как SMW.
- ┆ Векторный генератор сигналов R&S®SMU200A обозначается как SMU.
- ┆ Векторный генератор сигналов R&S®SMJ200A обозначается как SMJ.
- ┆ Векторный генератор сигналов R&S®SMBV200A обозначается как SMBV.
- ┆ R&S® – обозначение компании "Rohde & Schwarz GmbH & Co KG"

## 2 Требования к программному и аппаратному обеспечению

Особенности ПО IQWizard:

- Трассировка IQ-данных с помощью различных анализаторов спектра, анализаторов источников сигналов и измерительных приемников R&S® через ВЧ, аналоговые и цифровые входы.
- TCP/IP интерфейс для WinIQSIM / WinIQSIM2™ для работы с одним или двумя отдельными компьютерами.
- Загрузка и сохранение программ и конфигурация прибора
- Загрузка файлов IQ-данных в различных форматах
- Сохранение файлов IQ-данных в различных форматах
- Сохранение IQ-данных объемом до 5,6 Гбайт

### 2.1 Подключение прибора(-ов) к компьютеру

Пользователь может подключить компьютер с запущенной программой IQWizard непосредственно к прибору с помощью кабеля GPIB или LAN или с помощью коммутатора Ethernet, подключенного к DHCP серверу.

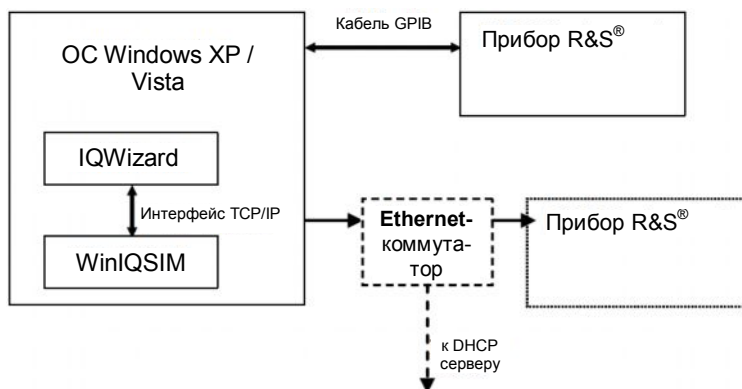


Рисунок 2-1 – Подключение приборов

## 2.2 Рекомендуемое программное обеспечение

Windows XP / Vista™ / 7	Операционная система Microsoft 32- или 64-разрядная
NI-488.2 версия 3.0.2 (или старше)	Драйвер шины IEC/IEEE от National Instruments.
NI-VISA версия 5.3 (или старше)	Драйвер VISA от National Instruments
Или	
Agilent I/O Library	Драйвер GPIB + VISA от Agilent
RSIB-Passport v1.4	Указания по применению <a href="#">1EF47</a> для работы VISA с предшествующими приборами R&S под ОС Windows NT™ через LAN-интерфейс.
WinIQSim v4.40 или WinIQSIM2 2.20 (или старше) - опционально	Данное программное обеспечение предназначено для приема IQ-данных через программный интерфейс TCP/IP, их обработки и передачи в генератор I/Q-модуляции компании R&S®. Для передачи данных программы IQWizard и WinIQSim или WinIQSIM2 должны быть запущены одновременно. Скачать последнюю версию WinIQSim можно на веб-сайте <a href="http://www.rohde-schwarz.com">http://www.rohde-schwarz.com</a> .

## 2.3 Установка программного обеспечения

Установочный файл IQWizard\_4.9.x.exe (32 бит) или IQWizard64\_4.9.x.exe (64 бит) можно скачать с веб-сайта <http://www.rohde-schwarz.com/appnote/1MA28.html>. При наличии предшествующей версии IQWizard она будет деинсталлирована.

## 3 Запуск программы / Начало измерений

После запуска файла **IQWIZARD.EXE** или **IQWIZARD64.EXE** откроется стартовое диалоговое окно следующего (или похожего) вида (в зависимости от файла конфигурации **IQWIZARD.CFG**).

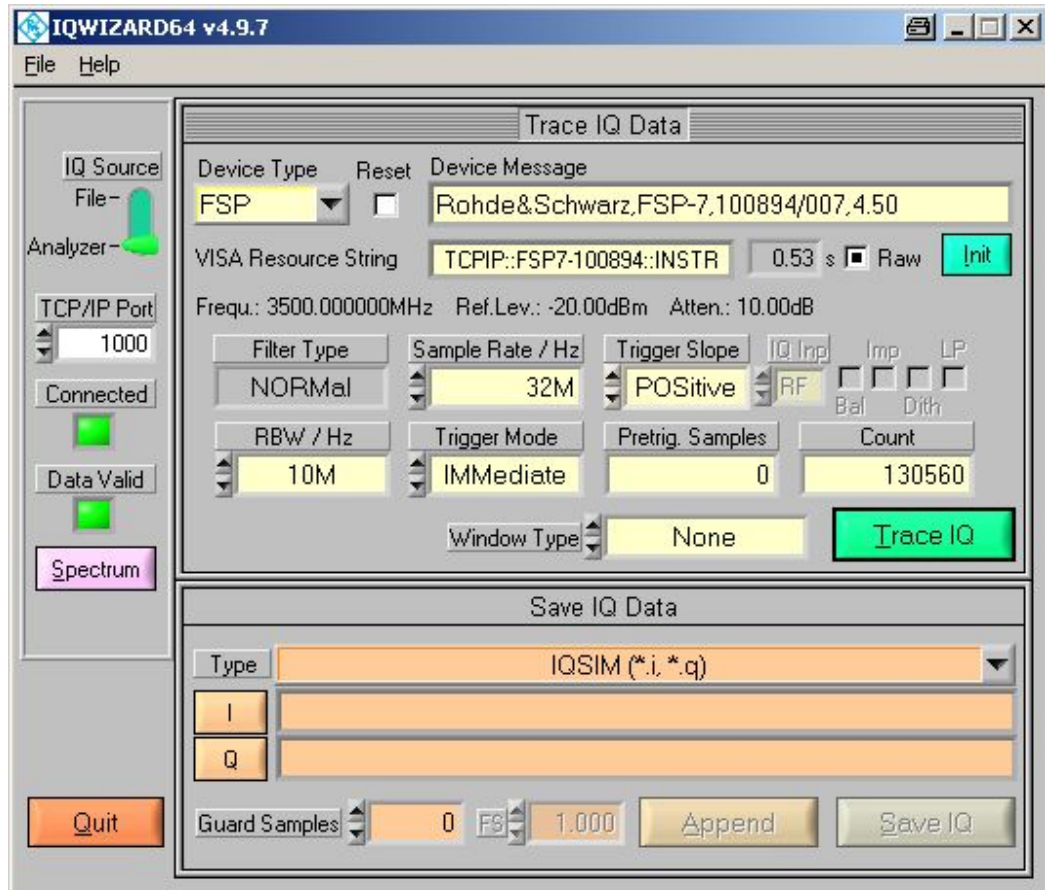


Рисунок 3-1 – Главное окно

- 1 **IQ SOURCE** – Данные могут быть записаны с помощью анализатора спектра FSx или измерительного приемника ESx или могут быть загружены из файла (формат файла может быть различным).
- 1 **TCP/IP PORT** – Определение номера порта для подключения к ПО WinIQSIM с помощью TCP/IP.
- 1 **CONNECTED** – Светодиодный индикатор горит зеленым цветом при активном подключении к ПО WinIQSIM.
- 1 **DATA VALID** – Светодиодный индикатор горит зеленым цветом при корректной трассировке IQ-данных из анализатора или корректном чтении данных из файла, сохраненного в памяти прибора.

Более подробное описание настроек WinIQSIM см. в разделе 'ПО IQWizard: примеры измерений'.

## 3.1 Меню

### 3.1.1 Меню File (Файл)

Все данные спецификации программы и прибора могут быть загружены / сохранены из / в конфигурационного файла.



Рисунок 3-2 – Меню File (Файл)

- 1 **LOAD CONFIGURATION** (загрузка конфигурации) – по умолчанию используется расширение файла \*.cfg.

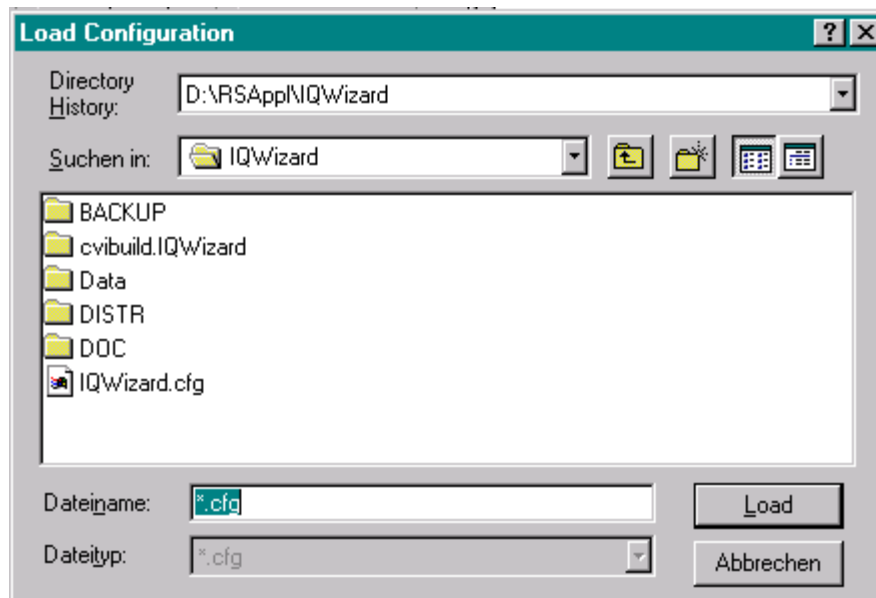


Рисунок 3-3 – Окно Load Configuration (Загрузка конфигурации)

- 1 **SAVE CONFIGURATION** (сохранение конфигурации) – по умолчанию используется расширение файла \*.cfg. Диалоговое окно выглядит аналогично окну Load Configuration (загрузка конфигурации).

### 3.1.2 Меню Help (Справка)

- HELP – открытие справочной документации.
- ABOUT – отображение информации о версии программы и авторских правах.

### 3.1.3 Load IQ Data (Загрузка IQ-данных)

Данное окно позволяет передать в память IQ-данные из файлов различных форматов, окно активно, если для источника IQ Source установлено значение File.

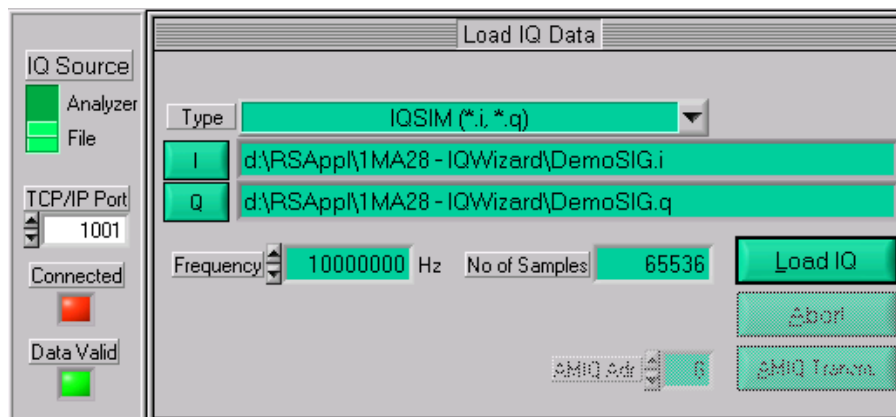


Рисунок 3-4 – Окно Load IQ Data (Загрузка IQ-данных)



**TYPE (Тип)**

Определение типа загружаемого файла IQ-данных. Возможные варианты перечислены на рисунке ниже.

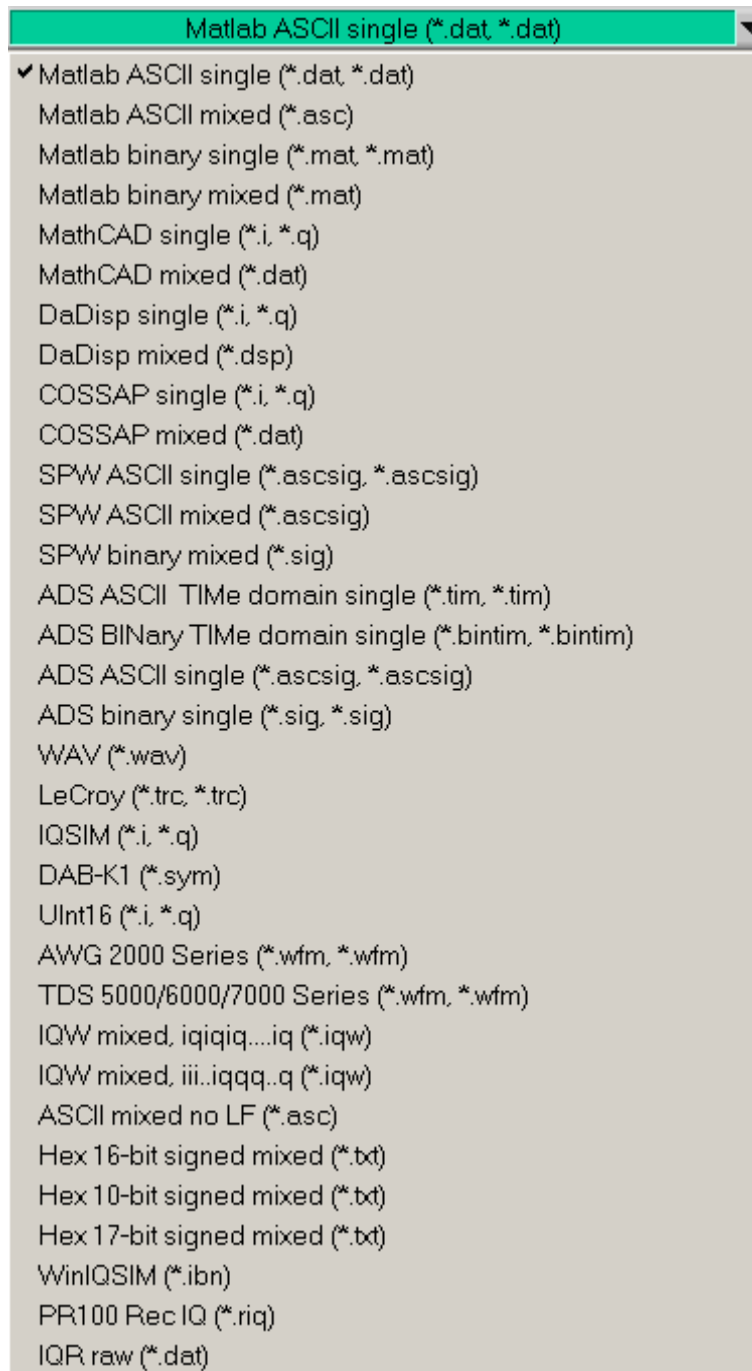


Рисунок 3-5 – Тип загружаемого файла IQ-данных

- I **MatLab Single / IQSim (\*.i, \*.q)** – файлы данного типа имеют следующий формат:

```
1.000000
2.000000
3.000000
....
```

- I **MatLab Binary Mixed (\*.mat)** – формат файла. Файл должен содержать два 32-битных массива (с плавающей точкой) (то есть “I” и “Q”). Следующий код на Си – пример, демонстрирующий создание файла типа \*.mat с помощью функций MatLAB:

```
#define N 1024

char FNam[256]="C:\MatLabMixed.mat";
float Iarr[N], Qarr[N];

MATFile *f;
mxArray *p;
mwSize ndim=1, dims[1];

dims[0]=N;
p = mxCreateNumericArray (ndim, dims, mxSINGLE_CLASS, mxREAL);
f = matOpen (d.INam, "w");
memcpy (mxGetData (p), Iarr, N * sizeof (float));
matPutVariable (f, "I", p);
memcpy (mxGetData (p), Qarr, N * sizeof (float));
matPutVariable (f, "Q", p);
matClose (f);
mxDestroyArray (p);
```

- I **MathCAD / COSSAP single (\*.i, \*.q)** – имеет динамический формат; целочисленный, с плавающей точкой, экспоненциальный формат; до 199 символов на строку; комментарии обозначаются символом %.

```
1.0 2 3.0 4e0 5e0 6.00000 % Yeah Yeah 1.3
7.0 8 9.0 1e1 1.10e1 12.00000 % No No 1.7
.....
```

- I **MathCAD / COSSAP mixed (\*.dat)** – то же самое что и предыдущий формат (single), однако содержит последовательные пары i- и q- значений, таким образом, общее количество значений должно быть четным.

```
DaDisp single (*.i, *.q)
DATASET i
VERSION NEXT
NUM SIGS 1
STORAGE MODE INTERLACED
SIGNAL i
DATE 11-29-2000
TIME 14:49:26
INTERVAL 1.000000E+02
VERT_UNITS volt
HORZ_UNITS sec
COMMENT
DATA
1.0000000
2.0000000
3.0000000
4.0000000
.....
```

- I **DADISP MIXED (\*.dsp)**

```

DATASET i_q
VERSION NEXT
NUM SIGS 2
STORAGE MODE INTERLACED
SIGNAL i, q
DATE 12-27-2000
TIME 14:23:59
INTERVAL 1.000000E-06
VERT_UNITS volt
HORZ_UNITS sec
COMMENT
DATA
0.000000e+00 0.000000e+00
6.278100e-02 0.000000e+00
1.253130e-01 0.000000e+00
1.873750e-01 0.000000e+00
.....

```
- I **SPW ASCII single (\*.ascsig, \*.ascsig)** – расширение \*.ascsig используется для файлов i- и q- данных. Данную информацию удобно разместить в названии файла, то есть circle\_i.ascsig.

```

$SIGNAL_FILE 9
$USER_COMMENT

$COMMON_INFO
SPW Version      = 4.70
System Type      = solaris2
Sampling Frequency = 65536000.0
Starting Time     = 0.0
$DATA_INFO
Number of points = 20480
Signal Type      = Double
$DATA
0.00427246
0.00476074
0.00299072
.....

```
- I **SPW ASCII MIXED (\*.ascsig)**

```

$SIGNAL_FILE 9
$USER_COMMENT

$COMMON_INFO
SPW Version      = 4.70
System Type      = solaris2
Sampling Frequency = 65536000.0
Starting Time     = 0
$DATA_INFO
Number of points = 20480

```

```
Signal Type      = Double
Complex Format    = Real_Imag
$DATA
0.00427246+j0.06279034
0.00476074-j0.24868988
0.00299072+j0.53582679
.....
```

I **SPW BINARY MIXED** (\*.sig)

```
$SIGNAL_FILE 9
$USER_COMMENT

$COMMON_INFO
SPW Version      = 4.70
System Type      = solaris2
Sampling Frequency = 65536000.0
Starting Time    = 0
$DATA_INFO
Number of points = 20480
Signal Type      = Double
Complex Format    = Real_Imag
$DATA
<I0 64-bit REAL><Q0 64-bit REAL><I1 64-bit REAL> <Q1 64-bit REAL><I2 64-bit
REAL><Q2 64-bit REAL><I3 64-bit REAL> <Q3 64-bit REAL>.....
ADS ASCII TIME domain Single (*.tim, *.tim)
BEGIN TIMEDATA
#   T   ( SEC V R xx)
%   t   v
<data line>
...
<data line>
END
```

I **ADS BINARY TIME DOMAIN SINGLE** (\*.bintim, \*.bintim)

```
NUMBER OF DATA XX1
BEGIN TIMEDATA
# T ( SEC V R XX)
% T V
<binary data block>
```

I **ADS ASCII SINGLE** (\*.ascsig, \*.ascsig) – см. SPW ASCII single

I **ADS BINARY SINGLE** (\*.sig, \*.sig) – то же самое, что и SPW binary mixed, за исключением того, что данные сохраняются не как <I0><Q0><I1><Q1>...<In><Qn>, а как <I0><I1>...<In> or <Q0><Q1>...<Qn>.

I **WAV FILES** (\*.wav) – двоичный аудио формат файла. Может быть использован для хранения IQ-данных. IQWizard работает только с 8- и 16-битными стереоформатами.

I **LECROY** (\*.trc) – двоичный 8- или 16-битный формат, содержащий 2 канала, генерируемых с помощью основного осциллографа LeCroy, управляемого с помощью программного обеспечения Scope Explorer™, доступного на сайте <http://www.lecroy.com>.

- I **DAB-K1** (\*.sym) – двоичный формат файла. DAB-K1 является программой для генерации различных сигналов DAB и DVB для спектрального анализа. DAB-K1 доступно на сайте <http://www.rohde-schwarz.com>.
- I **UINT16** (\*.i, \*.q) – 16-битный формат с диапазоном от 1 до 65535 (0 преобразуется в 1). Данный формат специально предназначен для цифрового IQ выхода AMIQ (опция AMIQ-B3). Для передачи данных в этом формате в AMIQ требуется следующая конфигурация WinIQSIM (Demo16Bit.iqs):

Import Filter Function	None
AMIQ -> Signal Stat.and Quant	Use Peak Value: OFF Level: 32767.0000 Resolution: 16 Bit
AMIQ Transmission	Comp.Output Signal for sin(x)/x Dist.: OFF

- I **AWG 2000** (\*.wmf, \*.wmf) – формат для работы с приборами Tektronix серии AWG2000 – генераторами случайных сигналов, содержит в заголовке информацию об амплитуде и частоте. 12-битные I- и Q-значения (0...4095) нормализуются к типу: ± амплитуда. Демонстрационные файлы Wmf доступны на сайте <http://www.tektronix.com>.
- I **TDS 5000 / 6000 / 7000** – WFM формат файла для цифровых осциллографов Tektronix серий TDS 5000 / 6000 / 7000.
- I **IQW** (\*.iqw) – 4-байтный бинарный формат файла с плавающей запятой с альтернативными значениями I и Q.

$N = \text{Количество элементов} = \text{FileSize} / 4 \text{ (плавающая запятая)} / 2 \text{ (I \& Q)}$

I1,Q1,I2,Q2,...,IN,QN

IQW Block Data (\*.iqw) – То же самое, что и IQW, только с блоками данных I и Q.

I1,I2,...,IN,Q1,Q2,...,QN

ASCII по LF – Альтернативные I- и Q- ASCII значения разделяются пробелами.

- I **HEX 16-BIT SIGNED MIXED** – Альтернативные I- и Q- 16-битные шестнадцатеричные значения разделяются пробелами или знаками табуляции. Диапазон значений от 0 до 0x7FFF → от 0,0 до +1,0 и от 0x8000 до 0xFFFF → от -1,0 до 0,0.

0x0000      0xFFFF

0x7FFF      0x8000

0x4000      0xC000

....      ....

Преобразуется и нормируется к виду:

+0.00000 -0.00000

+1.00000 -1.00000

+0.50000 -0.50000

....      ....

При смешанном типе файла (содержит I- и Q- значения) клавиша Q и строка имени файла затеняются.

- I **WiniQSIM** (\*.ibn) – Смешанный (I & Q данные) бинарный формат файла. \*.ibn файлы, сгенерированные с помощью WiniQSIM, не могут быть загружены в IQWizard, поскольку данные являются закодированными.

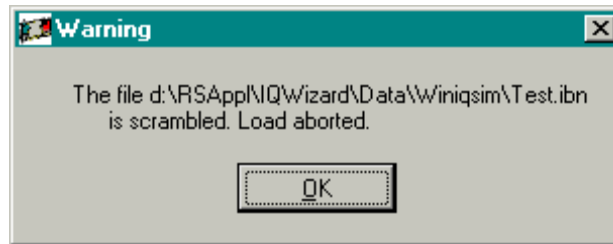


Рисунок 3-6 – Предупреждение о том, что файл является закодированным

- I **PR100** (\*.riq) – Смешанный (I- и Q- данные) 16-битный формат файла, генерируемый с помощью контрольного портативного приемника PR100.  
<Заголовок 84-байта><i0 16-байт><q0 16-байт><...><...><in><qn>
- I **IQR RAW** (\*.dat) – 16-битный двоичный формат файла, используемый в приборах IQR и FSV с альтернативными значениями I и Q. Диапазон значений от 0 до 0x7FFF → от 0,0 до +1,0 и от 0x8000 до 0xFFFF и имеют прямой порядок битов (от младшего к старшему) (LSB → память + 0 байт, MSB → память + 1 байт). Импортированные значения масштабируются в диапазоне -1,0...+1,0.

I

Запуск загрузки файла с предварительно заданным разрешением (см. рисунок ниже).

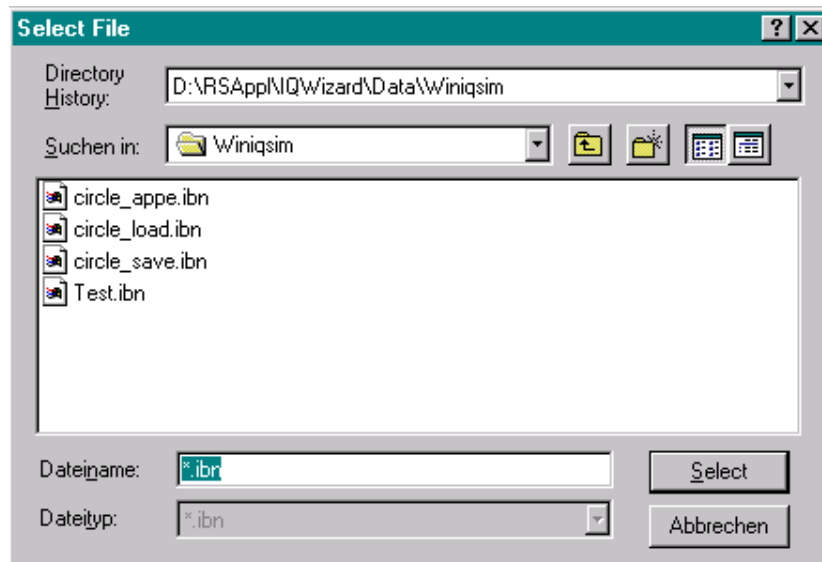


Рисунок 3-7 – Окно Select File (Выбор файла)

Q

То же самое, что для I.

## LOAD IQ

После выбора необходимых файлов данная кнопка становится видимой и при ее нажатии IQ-данные загружаются из файла в память. После успешной загрузки светодиод Data Valid загорается зеленым цветом.

*Примечание* – Во избежание закликивания при некорректном входном формате для ПО WinIQSIM, SPW и ADS, в обоих окнах Status и Load есть возможность прерывания операции с помощью клавиши Abort, <Alt>A или ESC.

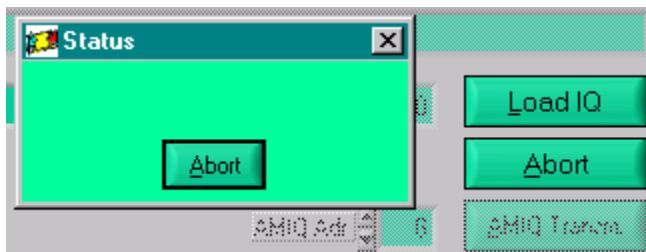


Рисунок 3-8 – Прерывание загрузки данных

## AMIQ Adr

GPIB-адрес генератора AMIQ (по умолчанию 6).

## AMIQ TRANSMISSION

Передача 16-битных значений напрямую на цифровой выход генератора AMIQ и установка частоты дискретизации. Все остальные настройки (выходной уровень I/Q, фильтры и т.д.) могут быть сделаны с помощью ПО WinIQSIM.

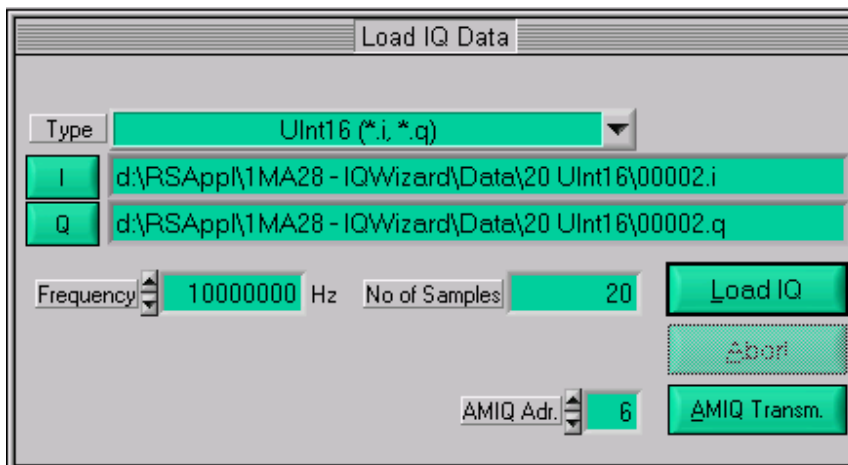


Рисунок 3-9 – Передача на генератор AMIQ

*Примечание* – Окно передачи AMIQ Adr. и AMIQ активно только в случае, если выбран формат UInt16 (16-бит).

### 3.1.4 Trace IQ Data (трассировка IQ-данных)

ПО IQWizard преобразует абсолютные значения IQ-данных, поступающие от анализатора, в относительные IQ-значения, соответствующие максимуму координатной сетки анализатора ( $UIQ_{peak} \triangleq 1,00$  на опорном уровне).

ПО WinIQSim отображает 0 дБ, если значение IQ эквивалентно опорному уровню RefLevel (1.00). Следующее преобразование выполняется вручную для получения абсолютного уровня P в дБмВт.

$$P / dBm = refllevel + 20 * \log\left(\frac{UIQ_{peak}}{1V}\right)$$

Пример:

RefLevel = -10 дБмВт

UIQpeak = 100 мВ

$$P = -10dBm + 20 * \log\left(\frac{0.1V}{1V}\right) = -30dBm$$



### 3.1.4.1 Анализатор FSIQ

На следующем рисунке показано окно управления для трассировки (формирования кривой) IQ-данных с помощью анализатора FSIQ с опцией B70. Окно появляется, когда для параметра IQ Source (источник IQ-сигнала) устанавливается значение Analyzer (анализатор), а для параметра Device Type (тип устройства) – значение FSIQ.

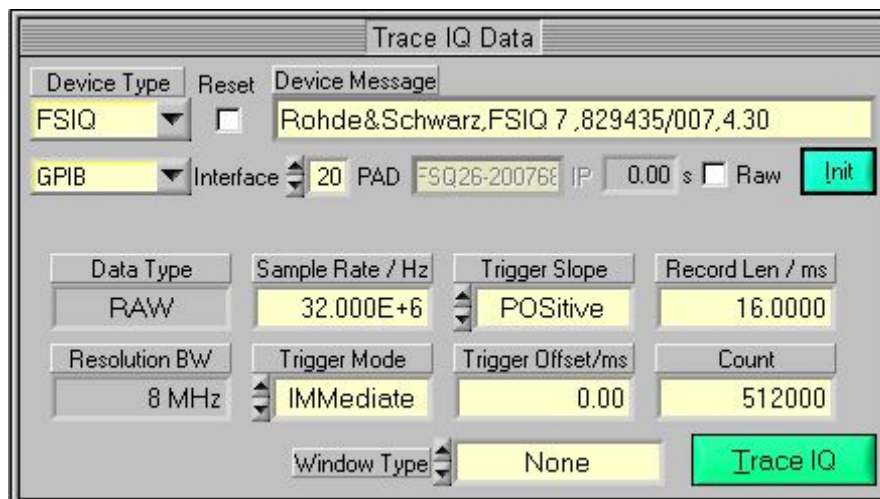


Рисунок 3-10 – Трассировка IQ-данных анализатора FSIQ

- 1 **DEVICE TYPE** (тип устройства) – Указание используемого анализатора. Возможные варианты выбора: FSIQ, FSP, FSU, FSQ, FSG, FSL/ETL/ZVL, ESU, ESPI, ESCI, FSMR, FSUP и RTO.
- 1 **RESET** (сброс) – Выполнение дополнительного сброса настроек прибора (SCPI-команда “\*RST”) при нажатии кнопки **INIT**.
- 1 **VISA RESOURCE STRING** (ресурсная строка VISA) – Установка типа интерфейса, адреса и номера устройства. <Интерфейс>::<Адрес>::INSTR
  - Интерфейс: TCPIP (LAN), GPIB или GPIB<№ контроллера GPIB > (GPIB), ASRL<№ послед. интерфейса >
  - Адрес: GPIB: От 1 до 31, LAN: IP адрес, например, 192.168.1.1 или имя компьютера, например FSQ26-200768 (DHCP должен быть в режиме ON).
- 1 **RAW** (без обработки) – Если выбрано значение OFF, IQ-значения рассматриваются относительно опорного уровня анализатора, который показывает корректный отображаемый уровень спектра в ПО WinIQSIM.
- 1 **INIT** (инициализация) – Инициализация прибора и отображение его идентификатора ID в диалоговом окне сообщения устройства.
- 1 **DATA TYPE** (тип данных) – Всегда RAW.
- 1 **RESOLUTION BW** (полоса разрешения) – Всегда 8 МГц.
- 1 **SAMPLE RATE** (частота дискретизации) – Определение частоты одновременной дискретизации IQ-данных. Диапазон: от 40 кГц до 32 МГц.
- 1 **TRIGGER MODE** (режим запуска) – Выбор источника запуска для инициации работы с IQ-кривой. Возможные варианты выбора: IMMediate, EXTernal, VIDEo.
- 1 **TRIGGER SLOPE** (фронт запуска) – выбор фронта сигнала запуска для типов запуска EXTernal и VIDEo. Возможные варианты выбора: POSitive, NEGative.

- I **TRIGGER OFFSET** (смещение запуска) – задержка между запуском и началом измерений. Отрицательная величина означает, что будут учтены IQ значения до события запуска. Диапазон: от -590 мкс до 2,5 мс.
- I **RECORD LENGTH** (длина записи) – Временной интервал кривой данных. Диапазон: от 1 мкс до 20,4 мс.
- I **COUNT** (количество) – Максимальное значение 524200; в случае его превышения произойдет возврат к длине (Record Length). Вычисляется следующим образом:  
 $Count \text{ (количество)} = Sample \text{ Rate (частота дискр.)} * Record \text{ Length (длина записи)}$
- I **WINDOW TYPE** (тип окна) – окно используется для преобразования непериодических сигналов в периодические путем обнуления начального и конечного значений. На приведенном ниже рисунке представлены возможные варианты выбора.

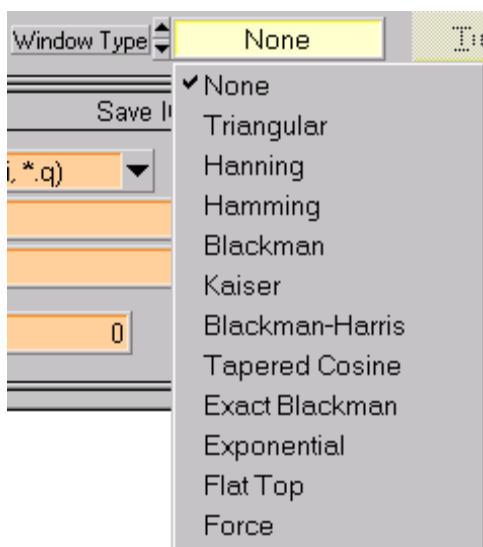


Рисунок 3-11 – Параметр Window Type (тип окна)

- I **TRACE IQ** (трассировка IQ-данных) – запуск измерений.

### 3.1.4.2 Анализатор FSP / FSU / ESPI / ESCI / ESR / FSMR

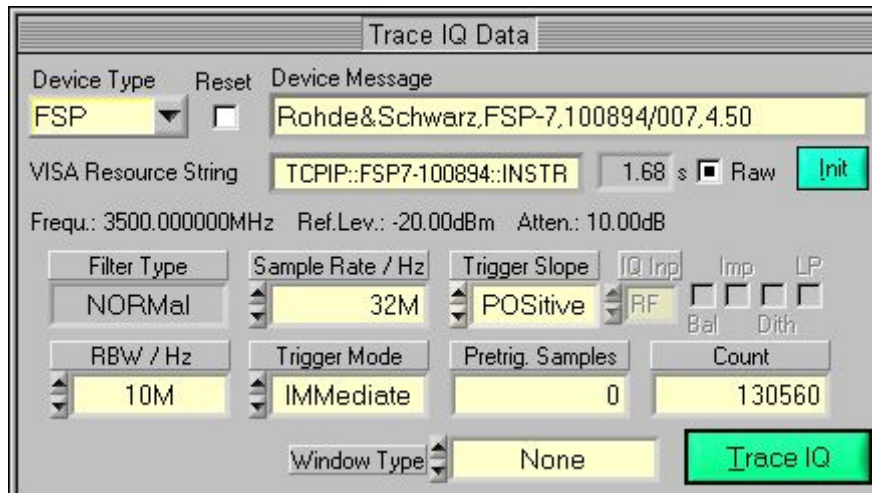


Рисунок 3-12 – Трассировка IQ-данных анализатора FSP

1 **DEVICE TYPE, RESET, VISA RESOURCE STRING, RAW, TEST DEVICE, WINDOW TYPE, TRACE IQ** – см. FSIQ.

1 **FILTER TYPE** (тип фильтра) – Всегда NORMal.

1 **RESOLUTION BANDWIDTH** (полоса разрешения) – Возможные варианты выбора: 300 кГц, 1 МГц, 3 МГц или 10 МГц для FSP и дополнительно 20 МГц и 50 МГц для FSU, ESPI, ESCI и FSMR.

*Примечание* – В данном частном случае полоса разрешения (Resolution Bandwidth) представляет собой максимально доступную полосу частот, а не наименьшее разрешение по частоте.

1 **SAMPLE RATE** (частота дискретизации) – Возможные варианты выбора: 15,625 кГц, 31,25 кГц, 62,5 кГц, 125 кГц, 250 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 4 МГц, 8 МГц, 16 МГц или 32 МГц для FSP, FSU и ESPI. 10 кГц – для ESCI и FSMR.

1 **TRIGGER MODE** (режим запуска) – Возможные варианты выбора: IMMediate или EXTernal.

1 **TRIGGER SLOPE** (фронт запуска) – Всегда POSitive.

1 **PRETRIG. SAMPLES** (отсчетов предзапуска) – Количество учитываемых отсчетов до события запуска. Диапазон от 0 до 65023.

1 **COUNT** (количество) – Максимальное количество отсчетов. Диапазон от 1 до 130560 ( $2^{17} - 512$ ) для FSP и ESPI, и от 1 до 523776 ( $2^{19} - 512$ ) для FSU, ESCI и FSMR.

### 3.1.4.3 Анализатор FSQ / ESU / FSG / FSUP / FSV / FSVR / FSW

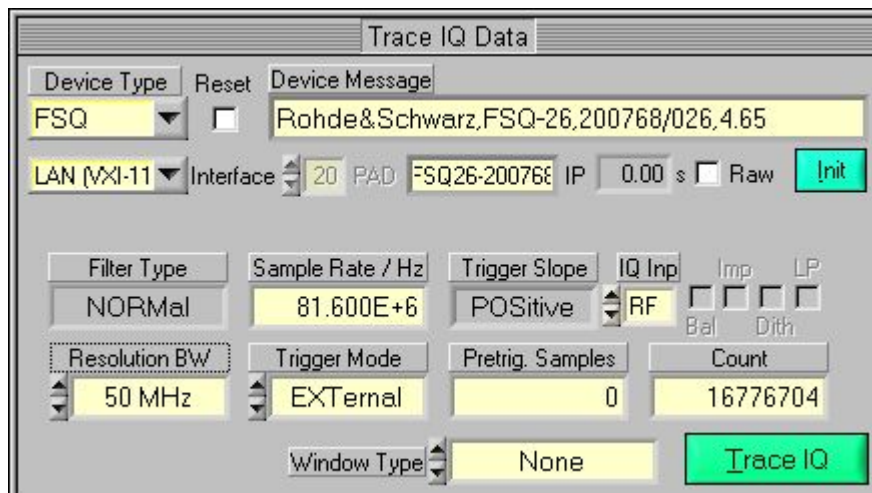


Рисунок 3-13 – Трассировка IQ-данных анализатора FSQ

- I **DEVICE TYPE, RESET, VISA RESOURCE STRING, RAW, TEST DEVICE, WINDOW TYPE, TRACE IQ** – см. FSIQ.
- I **FILTER TYPE** (тип фильтра) – Всегда NORMAL.
- I **RESOLUTION BANDWIDTH** (полоса разрешения) – Возможные варианты: 300 кГц / 1 МГц / 3 МГц / 10 МГц / 20 МГц / 50 МГц / 120 МГц (с опцией FSQ-B72). FSV имеет максимальную полосу разрешения 28 МГц без опции FSV-B70 и 40 МГц с опцией FSV-B70 (расширение полосы IQ). FSW имеет максимальную полосу разрешения 28 МГц с опцией FSW-B28, 40 МГц с опцией FSW-B40, 80 МГц с опцией FSW-B80 и 160 МГц с опцией FSW-B160, опции предназначены для расширения полосы частот и должны быть установлены на приборе, а не в ПО IQWizard. При работе с FSV и FSVR полоса разрешения также устанавливается на приборе и отображается индикатором Resolution BW.  
*Примечание* – В данном частном случае полоса разрешения (Resolution Bandwidth) представляет собой максимально доступную полосу частот, а не наименьшее разрешение по частоте.
- I **SAMPLE RATE** (частота дискретизации) – Диапазон от 10 кГц до 81,6 МГц. При наличии опции расширения полосы FSQ-B72 анализатор FSQ имеет частоту дискретизации до 326,4 МГц. FSV имеет максимальную частоту дискретизации 45 МГц без опции FSV-B70 и 128 МГц при наличии этой опции. Диапазон частоты дискретизации прибора FSW: от 100 Гц до 200 МГц.
- I **TRIGGER MODE** (режим запуска), **TRIGGER SLOPE** (фронт запуска), **PRETRIG. SAMPLES** (отсчетов предзапуска) – см. FSP/FSU/ ESPI/ESU. При работе с прибором FSW можно выбрать режимы запуска: IMMEDIATE, EXTernal, EXT2, EXT3, IFPower, а также фронт запуска: POSitive и NEGative. В приборе FSV предусмотрено использование от -209715199 до 209715199 отсчетов перед запуском, а в приборе FSW – от 0 до 461373339.
- I **COUNT** (количество) – Максимальное количество отсчетов. Диапазон от 1 до 16776704 ( $2^{24} - 512$ ), от 1 до 704642560 (704643072 – 512) при наличии опций FSQ-B100 + FSQ-B102, от 1 до 209715200 для FSV и от 1 до 461373339 для FSW.

**Примечание** – Если объем памяти превышает объем свободной памяти компьютера, будет показано соответствующее сообщение об ошибке “Insufficient Memory”. В ОС Windows XP/Vista/7 (32-разрядная) можно занять до 2 ГБ памяти, а в Windows 7 (64-разрядная) – до 128 ГБ (!). FSQ может занимать до 705 млн. отсчетов памяти IQ-данных, для которых необходимо  $705 \text{ млн. отсчетов} * 8 (2 * 4 \text{ бит с плавающей запятой}) = 5,64 \text{ млрд. отсчетов памяти ПК}$ .

- 1 **IQ INP (вход IQ)** – Выбор между ВЧ, аналоговым входом модулирующего сигнала AIQ (только для FSQ при наличии опции B71) или цифровым входом модулирующего сигнала DIQ (только для FSQ или FSG при наличии опции FSQ-B17).

При выборе AIQ появляется всплывающее окно настройки диапазона IQ Range (от 31,6 мВ до 5,62 В или от 31,6 мВ до 1,78 В с импедансом = 1 МОм) и смещения Offset (диапазон: -200 .. +200 дБ).

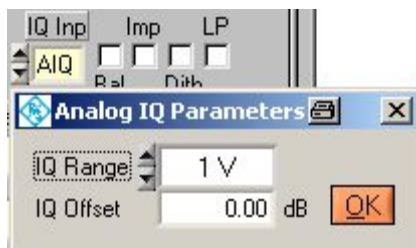


Рисунок 3-14 – Параметры аналогового входа

При выборе DIQ появляется окно для настройки диапазона Range (Упик) и частоты дискретизации Sample Rate (диапазон: 0,000001 .. 81.6 МГц).

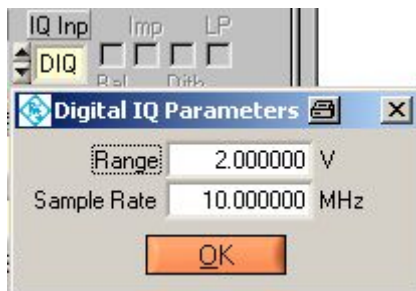


Рисунок 3-15 – Параметры цифровых IQ-данных

**Примечание** – модуль R&S®EX-IQ-BOX позволяет выполнять подключение с помощью различных цифровых интерфейсов ввода-вывода к FSQ и FSG с опцией FSQ-B17.

- 1 **BAL (симметричный вход)** – Вход модулирующего сигнала: симметричный = ON, несимметричный = OFF (только для FSQ при наличии опции B71). Доступно, если **IQ INP = AIQ**.
- 1 **IMP (импеданс)** – Входной импеданс входов модулирующего сигнала. OFF = импеданс 50 Ом, ON = высокоимпедансный режим Z (только для FSQ при наличии опции B71). Доступно, если **IQ INP = AIQ**.
- 1 **DITH (зашумление)** – Включение (ON)/выключение (OFF) зашумления (только для FSQ при наличии опции B71). Доступно, если **IQ INP = AIQ**.
- 1 **LP (ФНЧ)** – НЧ сглаживание на входе модулирующего сигнала, ON/OFF (только для FSQ при наличии опции B71).

### 3.1.4.4 Анализатор FSL / ETL / ZVL

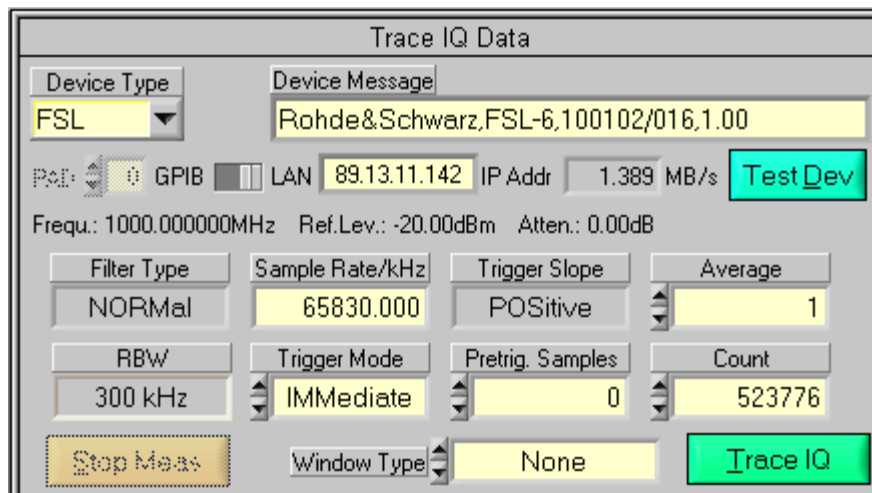


Рисунок 3-16 – Трассировка IQ-данных анализатора FSL

- 1 **DEVICE TYPE, RESET, VISA RESOURCE STRING, RAW, TEST DEVICE, WINDOW TYPE, TRACE IQ** – см. FSIQ.
- 1 **FILTER TYPE** (тип фильтра) – Всегда NORM
- 1 **RESOLUTION BANDWIDTH** (полоса разрешения) – Индикатор для полосы разрешения RBW анализатора FSL (10 Гц - 10 МГц).  
*Примечание* – В данном частном случае полоса разрешения (Resolution Bandwidth) представляет собой максимально доступную полосу частот, а не наименьшее разрешение по частоте.
- 1 **SAMPLE RATE** (частота дискретизации) – Диапазон от 10 кГц до 65,83 МГц.
- 1 **TRIGGER MODE** (режим запуска) – возможный выбор: IMMEDIATE, EXTERNAL, IFPOWER.
- 1 **TRIGGER SLOPE** (фронт запуска) – Всегда POSITIVE.
- 1 **PRETRIG. SAMPLES** (отсчетов предзапуска) – количество учитываемых отчетов до события запуска. Диапазон: От -16253439 до 523775. Отрицательные значения связаны с задержкой запуска.
- 1 **AVERAGE** (усреднение) – Выполнение усреднения IQ-данных. Диапазон от 0 до 32767. Усреднение автоматически выключается для значений  $\leq 1$ .
- 1 **COUNT** (количество) – Максимальное количество отчетов. Диапазон: от 1 до 523776 ( $2^{19} - 512$ ).



### 3.1.4.5 Приемник PR100

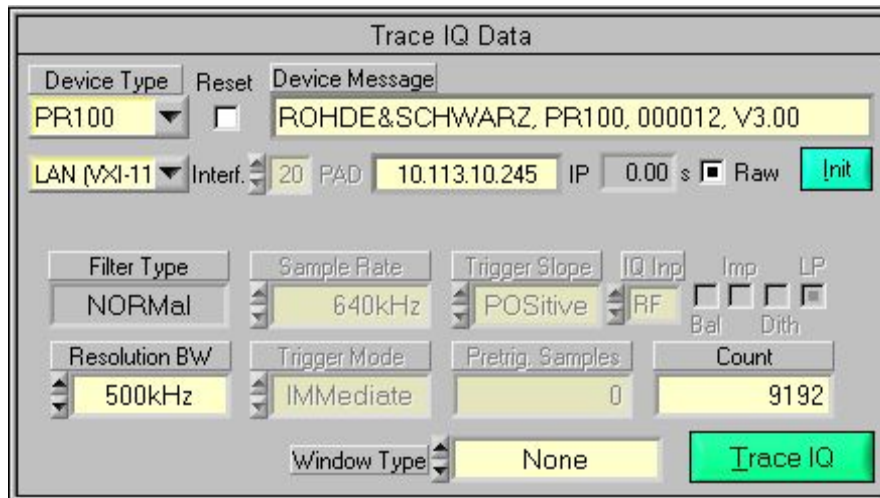


Рисунок 3-17 – Трассировка IQ-данных приемника PR100

- 1 **DEVICE TYPE, RESET, VISA RESOURCE STRING, RAW, TEST DEVICE, WINDOW TYPE, TRACE IQ** – см. FSIQ. Для PR100 используется сокетное TCP соединение. В IP-адресе должен указываться номер порта 5555 → TCP/IP::<IPAddress>::5555::SOCKET
- 1 **FILTER TYPE** (тип фильтра) – Всегда NORMAl.
- 1 **RESOLUTION BANDWIDTH** (полоса разрешения) – Возможные варианты выбора в диапазоне от 150 Гц до 500 кГц, 16 шагов.
- 1 **SAMPLE RATE** (частота дискретизации) – Всегда 640 кГц.
- 1 **COUNT** (количество) – Максимальное количество отсчетов. Диапазон: от 1 до 1e9.

Запись IQ-данных с помощью PR100 производится в память SD (до 32 ГБ). Максимальный размер файла ограничен 4 ГБ (около 1 млрд. отсчетов). Если количество данных не превышает объем свободной памяти компьютера, файл с PR100 копируется в “RecIQ.riq” в рабочий каталог IQWizard и IQ-данные импортируются в массив памяти для дальнейшей обработки.

### 3.1.4.6 Осциллограф RTO

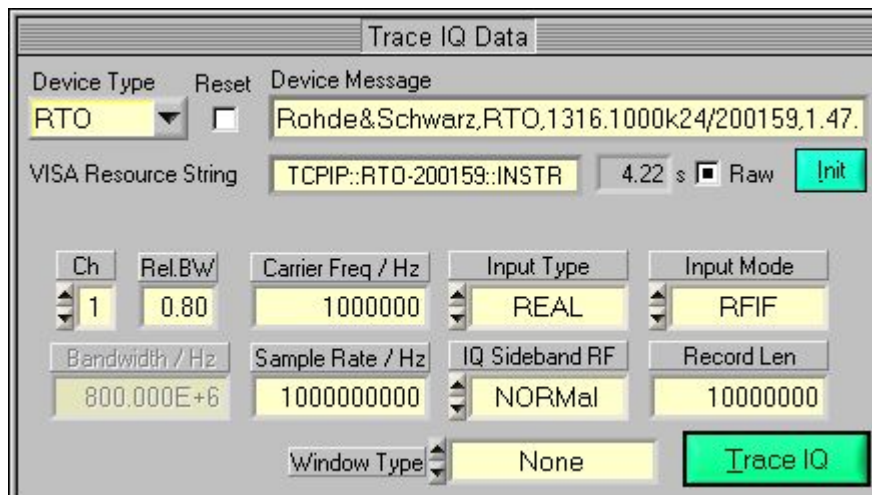


Рисунок 3-18 – Трассировка IQ-данных осциллографа RTO1024

- 1 **DEVICE TYPE, RESET, VISA RESOURCE STRING, RAW, TEST DEVICE, WINDOW TYPE, TRACE IQ** – см. FSIQ.
- 1 **CHANNEL (канал)** – Диапазон от 1 до 4 с вещественным (REAL) входным типом (Input Type), и 1 (=I, 2=Q) и 3 (=I, 4=Q) с комплексным (COMPLEX) входным типом.
- 1 **REL.BW (относительная полоса)** –  $Bandwidth(ширина\ полосы) = Relative\ Bandwidth(относительная\ полоса) * Sample\ Rate(частота\ дискретизации)$
- 1 **INPUT TYPE (входной тип)** – REAL (вещественный, один вход) или COMPLEX (комплексный, I и Q входы).
- 1 **INPUT MODE (режим входа)** – RFIF (модулирование несущей частоты) и Baseband (I и Q входы).
- 1 **IQ SIDEBAND RF (боковая полоса ВЧ)** – NORMal (нормальный) или INVerse (инвертированный) (входной тип REAL).
- 1 **IQ SIDEBAND IF (боковая полоса ПЧ)** – NUPPer (верхняя боковая полоса (БП), нормальный), NLOWer (нижняя БП, нормальный), IUPPer (верхняя БП, инвертированный) и ILOWer (нижняя БП, инвертированный).
- 1 **RECORD LEN (длина записи)** – Максимальное количество отсчетов. Диапазон: от 1000 до 10e6 отсчетов.



### 3.1.5 Save IQ Data (Сохранение IQ-данных)

В данном окне производится сохранение IQ-данных в различных файловых форматах.

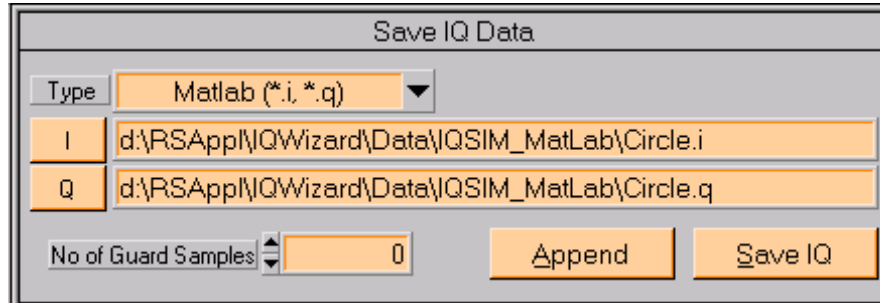


Рисунок 3-19 – Окно Save IQ Data (Сохранение IQ-данных)

- 1 **TYPE (тип)** – выбор типа файла с помощью выпадающего меню (более подробно о форматах файлов см. раздел "Загрузка IQ-данных").

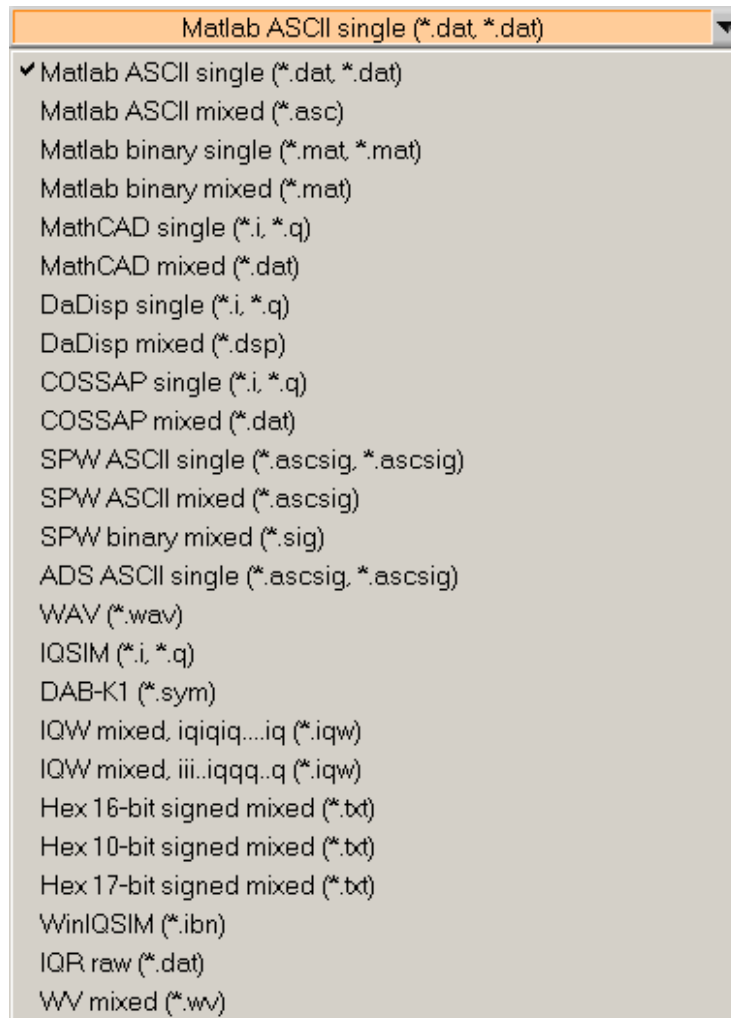


Рисунок 3-20 – Тип сохраняемого файла IQ-данных

**HEX 10-BIT UNSIGNED MIX** – Масштабирование входного массива (от  $i/q$  min до  $i/q$  max) до значений 0 ... 3FF.

**HEX 17-BIT UNSIGNED MIX** – Масштабирование входного массива (от  $i/q$  min до  $i/q$  max) до значений 0 ... 1FFFF.

**WV MIXED (\*.wv)** – Это распространенный смешанный (I & Q) двоичный формат файла, используемый в осциллографах и генераторах сигналов произвольной формы компании R&S. Более подробную информацию о форматах файлов см. в руководствах по эксплуатации приборов FSQ, FSU, FSW и др. Отображается, только если для параметра **IQ SOURCE** установлено значение **FILE**.

- l **I** – выбор имени файла, содержащего I-, или IQ-данные (если файл содержит как I- так и Q-значения).
- l **Q** – выбор имени файла, содержащего Q-данные. Данный элемент управления и индикатор недоступны, если выбран формат файла IQ.
- l **SAVE IQ (сохранить IQ-данные)** – сохранение данных из памяти в указанный файл.
- l **APPEND (добавить)** – добавление данных к уже существующим данным в указанном файле, хранящемся в памяти.
- l **NO OF GUARD SAMPLES (количество защитных отсчетов)** – количество отсчетов, добавляемых перед данными, содержащимися в памяти. Последние отсчеты добавляются в обычном порядке (см. рисунок).

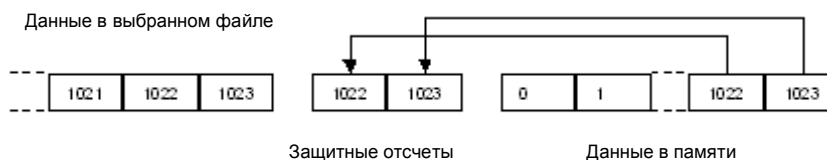


Рисунок 3-21 – Защитные отсчеты

## 3.2 Пример измерений с помощью ПО IQWizard

Для демонстрации используется следующая конфигурация:

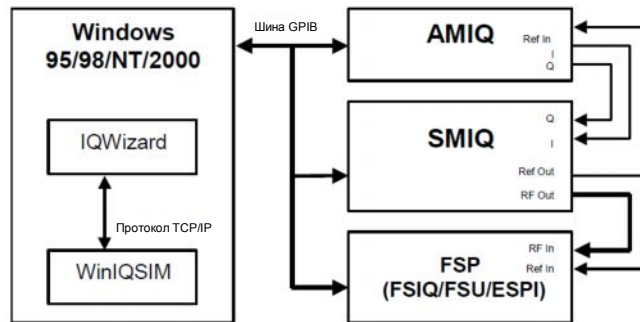


Рисунок 3-22: Демонстрационная конфигурация аппаратного обеспечения

В данном примере показана загрузка файла IQ-сигнала (**DEMO SIGNAL.I**, **DEMO SIGNAL.Q**) с помощью ПО IQWizard, его передача в ПО WinIQSIM и его загрузка в генератор SMU. Выход генератора SMU напрямую подключен к анализатору FSP. ПО WinIQSIM устанавливается с помощью конфигурационного файла DemoWIQ.iqs, а анализатор конфигурируется прямо из ПО IQWizard с помощью файла DemoIQW.cfg. Данные записываются с помощью функции FSP Trace IQ. Для того чтобы проверить качество сформированного сигнала, перенесите данные в WinIQSIM еще раз.

1. Запустите программу IQWizard.exe (IQWizard.cfg загружается автоматически)
2. Загрузите файлы данных DemoSIG.i и DemoSIG.q

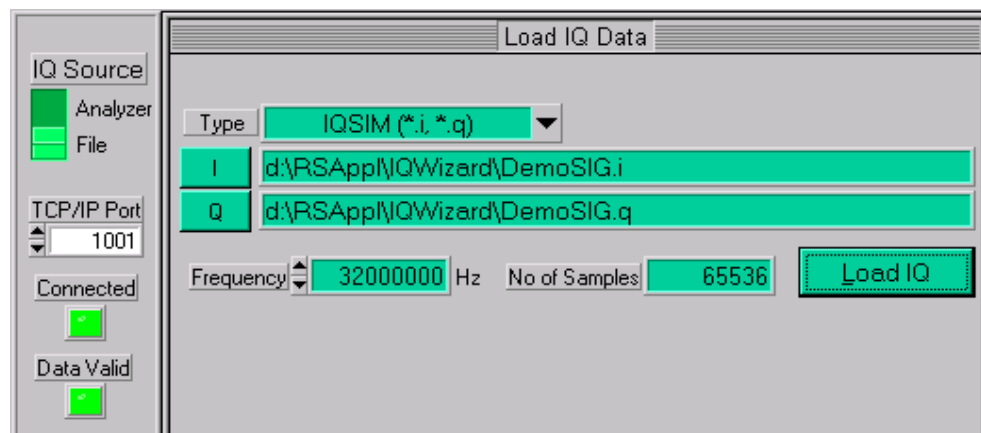


Рисунок 3-23 – Демонстрационная загрузка IQ-данных (Load IQ Data)

3. Запустите программу **WINIQSIM.EXE** и загрузите конфигурационный файл **DEMOWIQ.IQS** для установки параметров **IMPORT**, **FILTER** и **GRAPHICS**. Если светодиод **CONNECTED** ПО IQWizard не загорелся зеленым, просто переместите в ПО WinIQSIM указатель мыши на кнопку **IMPORT**, нажмите и, при необходимости, измените номер порта TCP/IP.

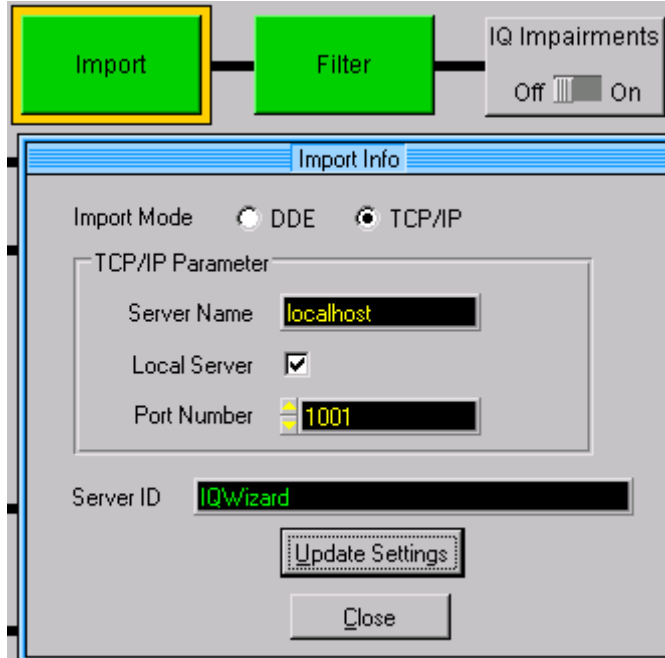


Рисунок 3-24 – Функция импорта в ПО WinIQSIM

4. Фильтр импорта устанавливается следующим образом.

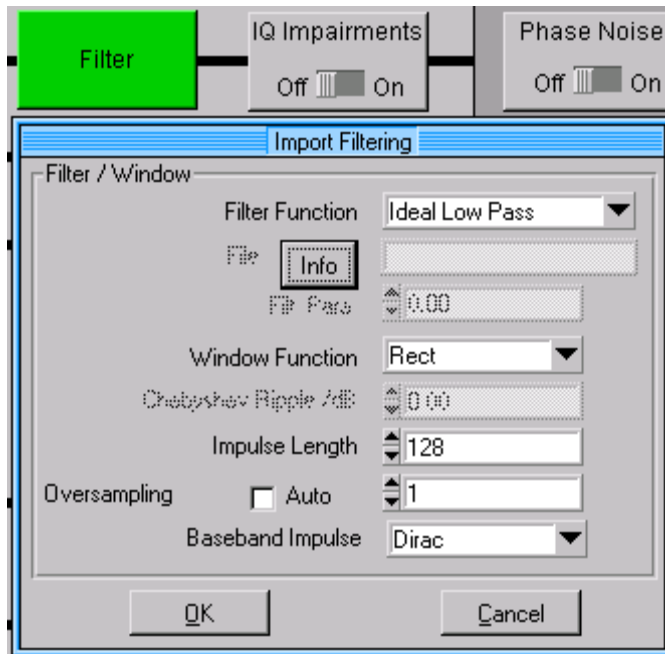


Рисунок 3-25 – Фильтр импорта в ПО WinIQSIM

5. Нажмите на значок Graphics в ПО WinIQSIM для загрузки IQ-данных из ПО IQWizard через TCP/IP.

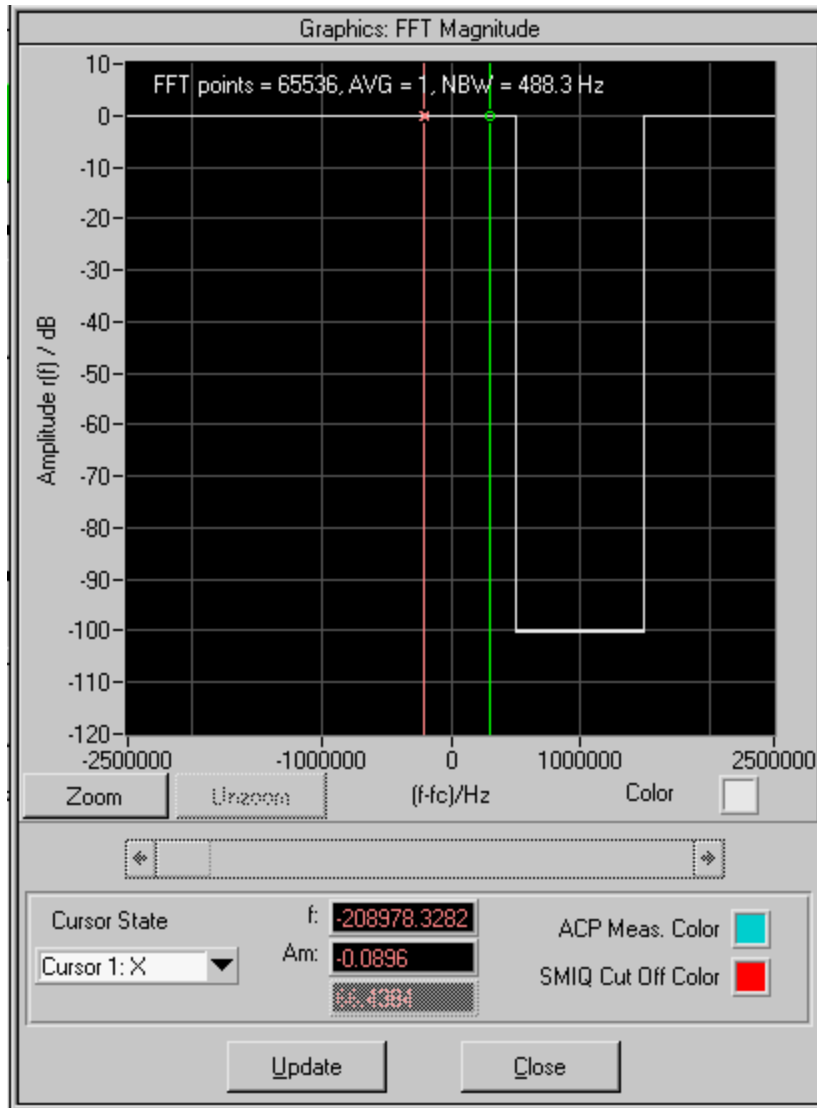


Рисунок 3-26 – Исходный сигнал WinIQSIM

6. Выберите целевой генератор сигналов **TARGET ARB**, например, генератор SMU с опцией B11

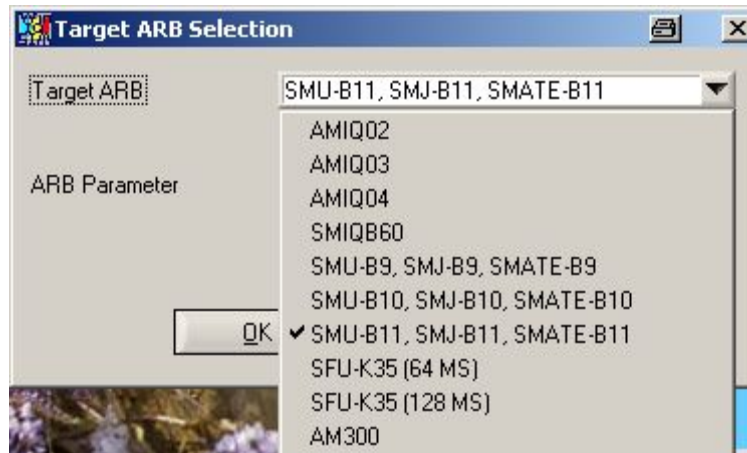


Рисунок 3-27 – Выбор целевого генератора сигналов Target ARB

7. Выберите в ПО WinIQSIM следующий пункт меню ARB → SMU, SMJ, SMATE (ARB) → Transmission и нажмите клавишу **Transmit** (передача).

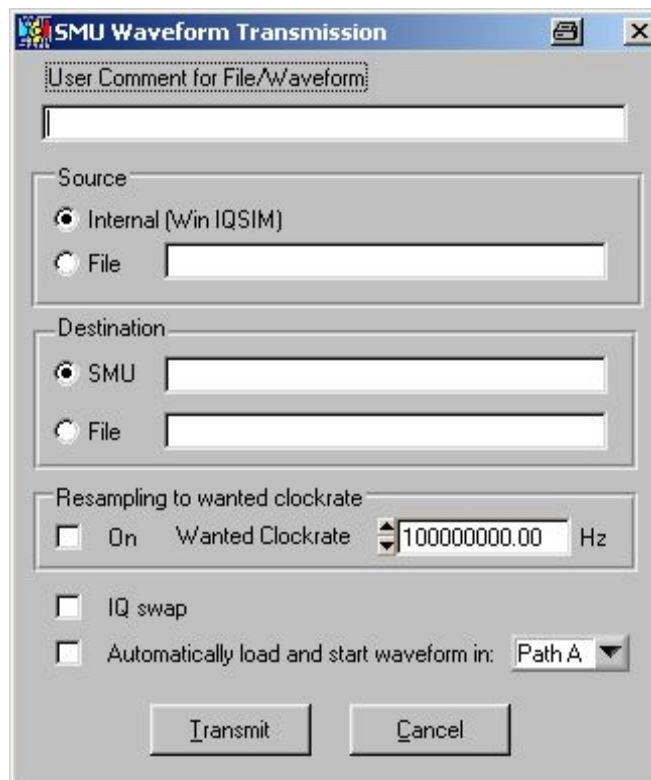


Рисунок 3-28 – Передача сигнала на SMU (SMU Waveform Transmission)

8. Выполните сброс параметров генератора **SMU** и установите вручную следующие параметры:

Frequency (частота)	2 ГГц
Output level (выходной уровень)	-20 дБмВт
Vector modulation (векторная модуляция)	ON (вкл.)

9. Выполните сброс параметров анализатора **FSP** и установите вручную следующие параметры. Если необходимо сохранить кривую анализатора для последующего использования, нажмите

**TRACE -> COPY TRACE -> 2 -> ENTER**

Center Frequency (центральная частота)	2 ГГц
Output level (выходной уровень)	-20 дБмВт
Resolution bandwidth (полоса разрешения)	10 кГц
Video bandwidth (полоса видеочастоты)	AUTO (авто)
Sweptime (время развертки)	2 с
Detector (детектор)	RMS (СКЗ)

10. Измените источник (IQ Source) в ПО IQWizard на анализатор (Analyzer), нажмите клавишу Trace IQ и дождитесь зеленого цвета индикатора Data Valid.

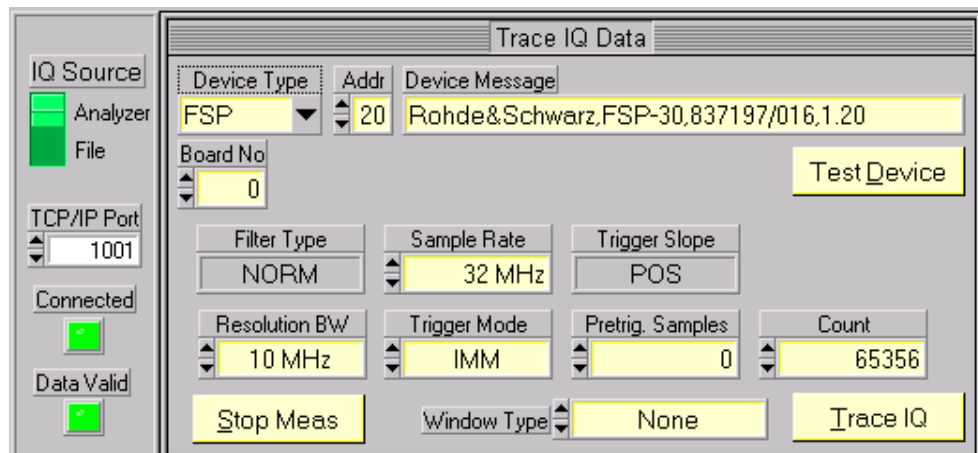


Рисунок 3-29 – Демонстрационная кривая из IQWizard

11. Передайте IQ-данные из ПО IQWizard путем нажатия в ПО WinIQSIM кнопки обновления **UPDATE** в меню графика **GRAPHICS**.

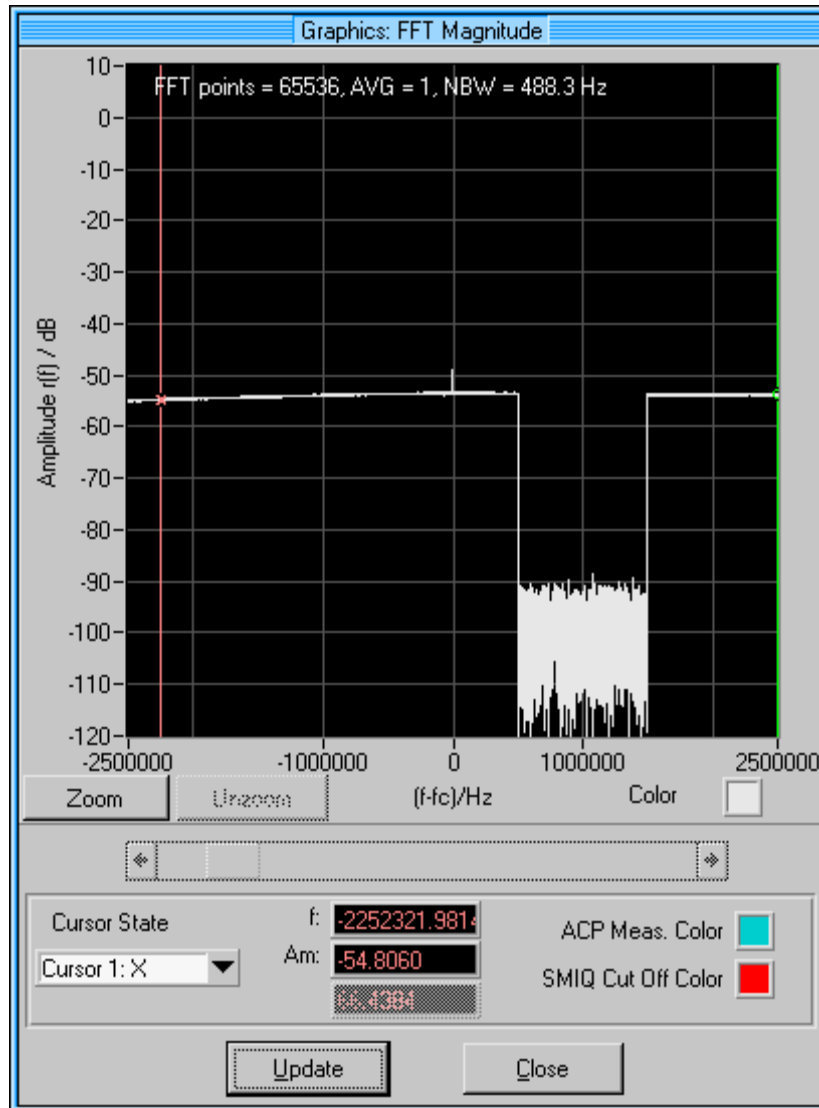


Рисунок 3-30 – Кривая WinIQSIM



12. Передайте IQ-сигнал в генератор SMU согласно приведенному выше описанию; на экране анализатора будет наблюдаться следующее изображение.

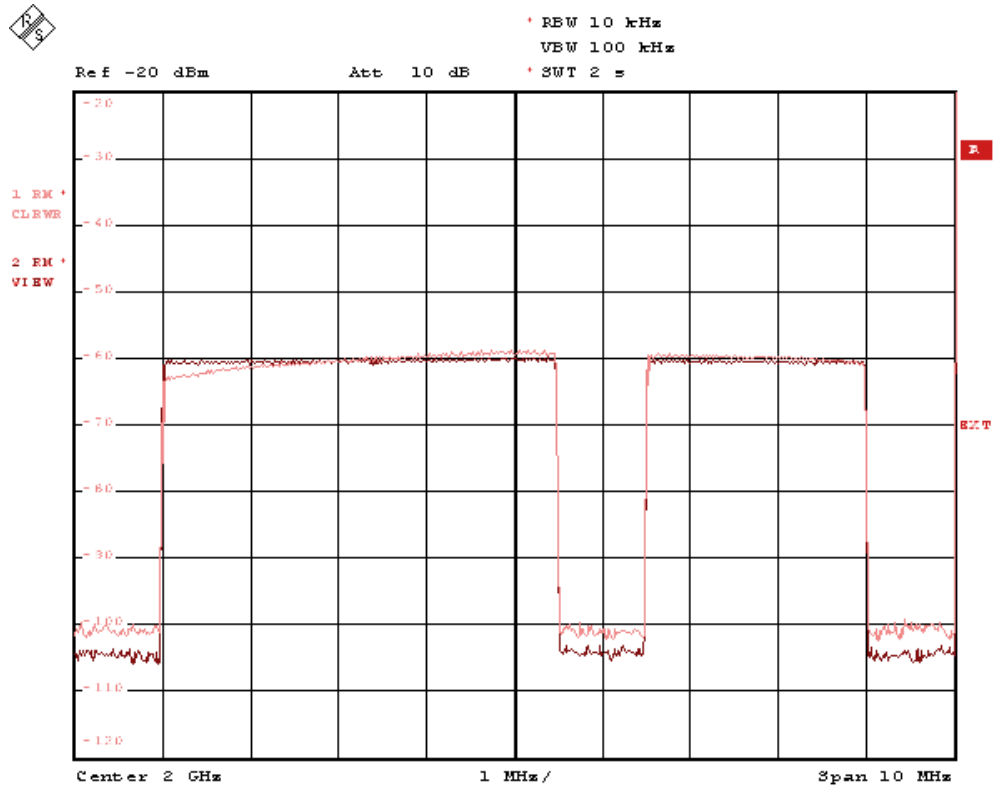


Рисунок 3-31 – Демонстрационная кривая FSP

## 4 Дополнительная информация

Отправить свои отзывы или предложения можно по адресу [TM-Applications@rohde-schwarz.com](mailto:TM-Applications@rohde-schwarz.com).

## 5 Информация для заказа

Информация для заказа		
Векторный генератор сигналов		
<b>R&amp;S® SMW200A</b>		<b>1412.0000.02</b>
SMW-B103	100 кГц – 3 ГГц (ВЧ тракт А)	1413.0004.02
SMW-B106	100 кГц – 3 ГГц (ВЧ тракт В)	1413.0104.02
SMW-B203	100 кГц – 3 ГГц (ВЧ тракт В)	1413.0804.02
SMW-B206	100 кГц – 3 ГГц (ВЧ тракт В)	1413.0904.02
<b>R&amp;S® SMU200A</b>		1141.2005.02
SMU-B10	Генератор модулирующего сигнала, 64 млн. отсчетов	1141.7007.02
SMU-B11	Генератор модулирующего сигнала, 16 млн. отсчетов	1159.8411.02
SMU-B13	Основной модуль модулирующего сигнала	1141.8003.02
SMU-B17	Аналоговый вход модулирующего сигнала	1142.2880.02
SMJ100A	Векторный генератор сигналов	1403.4507.02
SMU-B10	Генератор модулирующего сигнала, 64 млн. отсчетов	1403.8902.02
SMU-B11	Генератор модулирующего сигнала, 16 млн. отсчетов	1403.9009.02
SMU-B13	Основной модуль модулирующего сигнала	1141.9109.02
Генератор модулирующего сигнала		
AMU200A		1402.4090.02
AMU-B13	Основной модуль модулирующего сигнала	1141.8003.04
AMU-B17	Аналоговый вход модулирующего сигнала	1142.5900.02
Анализатор спектра		
FSLx	(9 кГц – 6 ГГц)	1300.2502.xx
FSPxx	(9 кГц – 30 ГГц)	1093.4495.xx
FSUxx	(20 Гц – 26,5 ГГц)	1129.9003.xx
FSVx	(9 кГц – 7 ГГц)	1307.9002.0x
FSV-B70	Расширение анализируемой полосы сигнала до 40 МГц	1310.9645.xx
FSVRxx	(10 Гц – 40 ГГц)	1311.0006.xx
FSV-B70	Расширение анализируемой полосы сигнала до 40 МГц	1310.9645.xx
FSGxx	(9 кГц – 13,6 ГГц)	1309.0002.xx
FSQxx	(20 Гц – 40 ГГц)	1155.5001.xx

Информация для заказа		
FSQ-B71	Аналоговые входы модулирующего сигнала	1157.0113.02
FSQ-B72	Расширение полосы частот	1157.0336.02
FSQ-B100	Расширение IQ-памяти до 235 млн. отсчетов	1162.5204.02
FSQ-B102	Расширение IQ-памяти до 705 млн. отсчетов (требуется FSQ-B100)	1162.5204.04
FSQ-B17	Цифровой интерфейс модулирующего сигнала для FSQ и FSG	1163.0063.02
FSWxx	(2 Гц – 26,5 ГГц)	1312.8000.xx
FSW-B28	Расширение полосы IQ демодуляции до 28 МГц	1313-1645-02
FSW-B40	Расширение полосы IQ демодуляции до 40 МГц	1313-0861-02
FSW-B80	Расширение полосы IQ демодуляции до 80 МГц	1313-0878-02
EX-IQ-BOX	Модуль цифрового I/O интерфейса	1409.5505.02
Устройство записи и воспроизведения IQ данных		
IQR20	Устройство записи и воспроизведения IQ данных (HDD) 20 млрд. отсчетов/с	1530.4600.02
IQR100	Устройство записи и воспроизведения IQ данных (SSD) 100 млрд. отсчетов/с	1530.4600.10
Измерительный приемник		
ESPIx	(9 кГц – 7 ГГц)	1142.8007.xx
ESU	(20 Гц – 40 ГГц)	1302.6005.xx
ESCI	(9 кГц – 3 ГГц)	1166.5950.03
ESR	(9 кГц – 7 ГГц)	1316.3003.xx
FSMR	(20 Гц – 50 ГГц)	1166.3311.xx
Векторный анализатор цепей		
ZVLx	(9 кГц – 13,6 ГГц)	1303.6509.xx
ТВ анализатор		
ETL	(500 кГц - 3 ГГц)	2112.0004.13
Анализатор фазовых шумов источников сигналов		
FSUPxx	(1 МГц – 50 ГГц)	1166.3505.xx

Информация для заказа		
Контрольный портативный приемник		
PR100	(9 кГц – 7.5 ГГц)	4071.9006.02
PR100-IR	Внутренняя запись	4071.9358.02
PR100-ETM	Дополнительные возможности записи измерений	4071.9458.02
Цифровой осциллограф		
RTO100x	600 МГц, 10 млрд. отсчетов/с	1316.1000.0x
RTO101x	1 ГГц, 10 млрд. отсчетов/с	1304.6002.1x
RTO102x	2 ГГц, 10 млрд. отсчетов/с	1304.6002.2x
RTO1044	4 ГГц, 10 млрд. отсчетов/с	1316.1000.44

## О компании Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz представляет собой независимую группу компаний, специализирующуюся на производстве электронного оборудования. Rohde & Schwarz является ведущим поставщиком контрольно-измерительных систем и приборов, оборудования для теле- и радиовещания, систем радиомониторинга и радиопеленгации, а также систем профессиональной радиосвязи специального назначения. Rohde & Schwarz успешно работает уже 75 лет, представительства и сервисные центры компании находятся в более чем 70 странах. Головной офис компании расположен в Мюнхене, Германия.

## Представительство в Москве:

115093 Москва, ул. Павловская, 7, стр.1, этаж 5  
тел. +7 (495) 981 35 60, факс +7 (495) 981 35 65  
[info.russia@rohde-schwarz.com](mailto:info.russia@rohde-schwarz.com)  
[www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru)

## Контакты в регионах

Европа, Африка, Ближний Восток  
+49 89 4129 12345

[customersupport@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport@rohde-schwarz.com)

Северная Америка  
1-888-TEST-RSA (1-888-837-8772)  
[customer.support@rsa.rohde-schwarz.com](mailto:customer.support@rsa.rohde-schwarz.com)

Латинская Америка  
+1-410-910-7988  
[customersupport.la@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.la@rohde-schwarz.com)

Азия/Тихий океан  
+65 65 13 04 88  
[customersupport.asia@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.asia@rohde-schwarz.com)

Китай  
+86-800-810-8228 /+86-400-650-5896  
[customersupport.china@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.china@rohde-schwarz.com)

## Обязательства по охране окружающей среды

- Энергосберегающие изделия
- Постоянное улучшение экологической устойчивости
- Сертифицированная система экологического менеджмента ISO 14001



Данный документ и поставляемые программы могут применяться только при соблюдении условий, изложенных в области загрузки веб-сайта Rohde & Schwarz.

R&S® является зарегистрированным товарным знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG. Товарные знаки и торговые марки принадлежат соответствующим владельцам.

**Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**

Mühlhofstraße 15 | D - 81671 München

Тел. + 49 89 4129 - 0 | Факс + 49 89 4129 - 13777

[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)