

# РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

## USRP N200/N210



## Содержание

Введение	3
Обзор USRP™ N200/N210	3
Основные возможности	3
Объединение устройств в режиме MIMO	4
Элементы лицевой панели	4
Разъемы передней панели	4
Светодиоды на передней панели	5
Драйвер USRP Hardware Driver™	5
Идентификация USRP устройств	5
Общие идентификаторы	5
Обнаружение устройства через командную строку	6
Обнаружение устройства через API (интерфейс прикладного программирования - ИПП)	6
Свойства устройств	6
Присвоение имени устройству USRP	6
Установка пользовательского имени	6
Обнаружение по имени	7
Конфигурация устройства	7
Конфигурация устройства через адресную строку	7
Задание подустройства	7
Имена разъемов материнских плат USRP	8
Имена ВЧ трактов дочерних плат	8
Аргументы потоковой передачи данных (Stream Args)	8
Самокалибровка	8
Игнорирование файла калибровки	9
Технические характеристики	9
Электропитание постоянного тока	9
ПЛИС	9
Аналого- цифровые преобразователи (АЦП)	10
Цифро- аналоговые преобразователи (ЦАП)	10
Обмен данными с ПК	10
Точность установки частоты	10
ВЧ характеристики (с дочерней платой WBX)	10
Опорный сигнал	10
Сигнал PPS (импульс в секунду)	10
Физические параметры	10

## Введение

Настоящее руководство содержит инструкцию по применению устройств серии USRP™ N200/N210 производства компании Ettus Research™, A National Instruments Company.

### Обзор USRP™ N200/N210

Устройства серии USRP™ N200/N210 представляют собой высокопроизводительную аппаратную основу для программно-определяемых радиосистем (Software-Defined Radio, SDR), позволяющих быстро проектировать и реализовывать мощные, гибкие программно-определяемые системы радиосвязи. Аппаратные комплексы N200/N210 идеально подходят для приложений, требующих высокой ВЧ производительности и большой пропускной способности. Такие приложения включают в себя разработку физического уровня прототипов, широкий спектр протоколов беспроводного доступа и когнитивного радио, мониторинг эфира, запись и воспроизведение радиосигналов, а также развертывание беспроводной сети датчиков. Данные продукты предлагают возможность работы с когерентными многоканальными системами MIMO с высокой пропускной способностью и динамическим диапазоном.

Каждое устройство оснащено высокоскоростными АЦП и ЦАП, мощной ПЛИС и содержит слот для установки дочерних ВЧ плат, определяющих диапазон частот сигналов. Типовые комплектации используют дочернюю плату WBX.

Интерфейс Gigabit Ethernet служит для подключения N200/N210 к управляющему хост-компьютеру. Это позволяет пользователю обрабатывать данные в широкой полосе в режиме реального времени при приеме и передаче данных одновременно (полный дуплекс).

Модели N200 и N210 в значительной степени похожи. Важнейшим отличием является использование в модели N210 большей ПЛИС для интеграции более сложных пользовательских функций обработки сигналов и других алгоритмов на аппаратном уровне.

USRP Hardware Driver™ является официальным драйвером для всех продуктов Ettus. USRP Hardware Driver поддерживает такие ОС как: Linux, Mac OSX, Windows.

### Основные возможности

- Модульная архитектура
- Диапазон частот от постоянного тока до 6 ГГц
- Двухканальный АЦП 100 МВыб/с, 14 бит
- Двухканальный ЦАП 400 МВыб/с, 16 бит
- Цифровые преобразователи DDC/DUC с разрешением 25 мГц
- Подключение Gigabit Ethernet для непрерывного обмена данными с ПК до 50 МВыб/с

- Когерентные системы MIMO
- Интерфейс расширения 2 Гбит/с
- ПЛИС Spartan 3A-DSP 1800 (N200)
- ПЛИС Spartan 3A-DSP 3400 (N210)
- 1 MB High-Speed SRAM
- Вспомогательные цифровые линии ввода-вывода
- Источник опорного сигнала TCXO 2.5 ppm
- Стабильность частоты 0.01 ppm с опцией GPSDO
- На базе программного обеспечения GNU Radio, LabVIEW™ и Simulink™

## Объединение устройств в режиме MIMO

Устройства USRP™ N200/N210 могут быть соединены вместе для создания когерентной многоканальной системы в режиме MIMO (Multiple Input Multiple Output). Два блока могут быть соединены, чтобы реализовать полную конфигурацию 2x2 MIMO, используя специальный кабель расширения MIMO. Внешний сигнал PPS и опорный сигнал также могут быть использованы для создания больших многоканальных систем.

Подключения MIMO осуществляются через разъемы на передней панели каждого блока.

## Элементы лицевой панели

Передняя панель устройства содержит разъемы для подключения и светодиоды для индикации состояния устройства.



### Разъемы передней панели

Маркировка разъема	Описание
RF1	Ввод-вывод ВЧ сигнала 1
RF2	Ввод-вывод ВЧ сигнала 2
REF CLOCK	Ввод и вывод опорного сигнала 10 МГц
PPS IN	Ввод и вывод сигнала PPS
MIMO EXPANSION	Подключение кабеля расширения MIMO для формирования когерентной системы
GB ETHERNET	Подключение кабеля Ethernet для связи с ПК
POWER	Электропитание постоянного тока

USRP N210/N210  
Руководство пользователя  
usrp.store

## Светодиоды на передней панели

На передней панели расположено 6 светодиодов, которые могут быть полезными для отладки программных и аппаратных проблем. Назначения светодиодов следующие.

Светодиод	Функция
A	Передача
B	Подключение кабеля MIMO
C	Прием
D	Загрузка прошивки
E	Опорный сигнал
F	Загрузка CLPD

## Драйвер USRP Hardware Driver™

USRP Hardware Driver™ является официальным драйвером для всех продуктов Ettus, включая USRP N200/N210. USRP Hardware Driver поддерживает такие ОС как: Linux, Mac OSX, Windows. Описание работы с драйвером USRP Hardware Driver™ доступно на странице <http://files.ettus.com/manual/index.html>. В рамках данного руководства приводится краткое описание основных действий.

### Идентификация USRP устройств

Обращение к устройствам происходит через строковые пары ключ / значение. Эти строковые пары могут быть использованы чтобы сузить поиск конкретного устройства или группы устройств. Большинство вспомогательных приложений UHD и примеров имеют параметр --args, который принимает адрес устройства, выраженный в виде строки с разделителями.

### Общие идентификаторы

Каждое устройство имеет несколько вариантов распознавания на ПК-хосте:

Идентификатор	Код	Описание	Пример
Serial #	serial	Уникальный глобальный идентификатор	12345678
IP Address	addr	Уникальный идентификатор в сети	192.168.10.2
Resource	resource	Уникальный идентификатор для устройств USRP RIO (по шине PCI Express)	RIO0
Name	name	Опциональный пользовательский идентификатор	my_usrp1 (Задается пользователем)
Type	type	Определитель устройства типа	usrp1, x300, ... usrp2, b200,
Vendor/Product ID	vid,pid	Для устройств USB. Должны быть указаны оба.	vid=0x04b4,pid=0x8613

USRP N210/N210  
Руководство пользователя  
usrp.store

## Обнаружение устройства через командную строку

Устройства, подключенные к системе могут быть обнаружены с помощью программы `uhd_find_devices`. Эта программа сканирует систему на наличие поддерживаемых устройств и выводит пронумерованный список обнаруженных устройств и их адресов.

```
uhd_find_devices
```

Чтобы сузить область поиска, можно указать аргументы адреса устройства.

## Обнаружение устройства через API (интерфейс прикладного программирования - ИПП)

```
uhd::device_addr_t hint; //пустое поле empty ищет все устройства
uhd::device_addrs_t dev_addrs = uhd::device::find(hint);
```

Аргумент `hint` может быть заполнен, чтобы сузить область поиска

```
uhd::device_addr_t hint; hint[«type»] = «usrp1»;
uhd::device_addrs_t dev_addrs = uhd::device::find(hint);
-- ИЛИ --
uhd::device_addr_t hint; hint[«serial»] = «12345678»;
uhd::device_addrs_t dev_addrs = uhd::device::find(hint);
```

## Свойства устройств

Свойства устройств, подключенных к вашей системе, могут быть проверены с помощью программы `uhd_usrp_probe`. Эта программа создает экземпляр устройства и выводит его свойства, такие как обнаруженные дочерние платы, частотный диапазон, диапазоны усиления и т.д.

Пример:

```
uhd_usrp_probe --args <device-specific-address-args>
```

## Присвоение имени устройству USRP

Для удобства, пользователи могут назначить имя для их USRP устройства. USRP может быть идентифицировано с помощью названия, что легче запоминания серийного номера или адреса. Имя имеет следующие свойства:

- состоит из ASCII символов
- содержит от 0 до 20 символов
- не требует быть уникальным

## Установка пользовательского имени

Выполните следующие команды:

```
cd <install-path>/lib/uhd/utis
./usrp_burn_mb_eeprom --args=<optional device args> -- values=»name=lab1_xcvr«
```

## Обнаружение по имени

Ключевое слово `name` может быть указано, чтобы сократить поиск.

Пример нахождения параметров устройства:

```
uhd_find_devices --args=»name=lab1_xcvr«
-- ИЛИ --
uhd_find_devices --args=»type=usrp1, name=lab1_xcvr«
```

## Конфигурация устройства

Доступны несколько способов конфигурации устройств.

## Конфигурация устройства через адресную строку

Адресная строка для устройства, в основном, используется для его идентификации, но также может быть использована для передачи параметров на устройство.

К примеру, запустим команду `rx_samples_to_file` со следующими настройками:

```
$ rx_samples_to_file --args type=b200, master_clock_rate=16e6
```

В первую очередь используется флаг `type` на поиск в системе устройств серии B200 или B210. После того, как будет найдено одно из них, к нему произойдет подключение и будет передана команда `master_clock_rate = 16e6` для инициализации устройства (в данном случае, будет установлена частота тактовых импульсов 16 МГц). В следующей таблице перечислены параметры, которые можно установить в качестве аргументов устройств. Кроме того, просмотрите отдельные руководства устройств для получения дополнительной информации и возможных параметров.

Идентификатор	Код	Описание	Пример
<code>blank_eeprom</code>	Внимание! Этот код очищает энергонезависимую память устройства и может тем самым повредить его!	X3x0	<code>blank_eeprom=1</code>
<code>fpga</code>	Предоставление альтернативного битфайла ПЛИС	Все устройства USB, X3x0 (PCIe only), все встраиваемые устройства	<code>fpga=/path/to/bitfile.bit</code>
<code>fw</code>	Предоставление альтернативной прошивки	Все устройства USB, X3x0	<code>fw=/path/to/fw.bin</code>
<code>ignore-cal-file</code>	Игнорирование существующего калибровочного файла	Все устройства поддерживающие функцию <code>cal-file support</code>	См. раздел Игнорирование калибровочного файла.
<code>master_clock_rate</code>	Частота тактовых импульсов в Гц	X3x0, B2x0, B1x0, E3x0, E1x0	<code>master_clock_rate=16e6</code>
<code>mcr</code>	Перезапись настроек тактовой частоты	USRP1	<code>mcr=52e6</code>
<code>nusrprpc_port</code>	RPC порт для NI USRP RIO	X3x0	<code>nusrprpc_port=5445</code>
<code>system_ref_rate</code>	Частота опорных тактовых импульсов в Гц	X3x0	<code>system_ref_rate=10e6</code>

## Задание подустройства

Команда задания подустройства для устройств семейства USRP состоит из:

```
<motherboard slot name>:<daughterboard frontend name>
```

пример: Через команду `subdev spec` выбирается WBX на слоте B.B:0

пример: Через команду `subdev spec` выбирается BasicRX на слоте B.

Команда `subdev spec` может состоять из нескольких строк, если материнская плата имеет возможность для более чем одного радио устройства. В X300, вы можете иметь SBX в слоте A и CBX в слоте B. Обе эти дочерние платы имеют интерфейс («0»), т.о. `subdev spec`, настраивающая оба эти радиоканала, будет выглядеть следующим образом:

A:0 B:0

Отдельные команды `subdev spec` разделены пробелами. На некоторых устройствах, таких как X300 или B200, можно поменять последовательность команд, показав, что слот B должен быть первым радиоканалом («канал 0») и слот A должен быть вторым («канал 1»):

B:0 A:0

На устройствах с более чем одним радиоканалом, настройка `subdev spec` для одного значения означает, что другой радиоканал не используется. В конфигурации с несколькими USRP это означает, что этому устройству будет назначен только один канал.

Обратите внимание, что команда `subdev spec` всегда относится только к одному USRP, даже если несколько устройств настроены на запуск вместе. При такой конфигурации, вы установите `subdev spec` для каждого устройства в отдельности.

## Имена разъемов материнских плат USRP

Все материнские платы серии USRP имеют первый слот, который называется A:. В устройствах USRP1 и X3x0 есть два слота дочерних подустройств (плат), известные как A: и B:.

Серии B210 и E310 имеют отличную конфигурацию, так как их два радиоканала логически подключены к той же «дочерней» плате), но с разными интерфейсами. Чтобы выбрать оба радиоканала на B200 или E300, используйте эту строку:

A:A A:B

## Имена ВЧ трактов дочерних плат

Имя ВЧ трактов дочерней платы может быть использовано для определения того, какой сигнал используется от дочерней платы. Большинство дочерних плат имеют только один ВЧ тракт: 0. Некоторые дочерние платы (в основном, LF и TVRX2) имеют несколько трактов. Данные имена описаны в документации дочерних плат.

## Аргументы потоковой передачи данных (Stream Args)

При инициализации потоковой передачи через команду `uhd::device::get_tx_stream()` и/или `uhd::device::get_rx_stream()`, необходимо указать объект `uhd::stream_args_t` (обратитесь к соответствующей документации для более подробной информации).

## Самокалибровка

Программное обеспечение UHD поставляется с несколькими утилитами автоматической калибровки для минимизации IQ дисбаланса и смещения постоянной составляющей. Эти утилиты выполняют калибровку с помощью замеров утечки передачи в приемный тракт (специальное оборудование не требуется). Результаты калибровки записываются в файл CSV или в домашнюю директорию пользователя. Программное обеспечение UHD будет автоматически применять исправления во время

выполнения, когда пользователь повторно настраивает гетеродин дочерней платы. Результаты калибровки специфичны для каждой ВЧ платы.



**Примечание:** Если присутствует таблица калибровки, и пользователь желает переопределить настройки калибровки через API: необходимо повторно обратиться к желаемым настройкам каждый раз при повторной настройке гетеродина.

Следующие радио тракты поддерживаются утилитой самокалибровки:

- платы приёмопередатчика серии RFX
- платы приёмопередатчика серии WBX
- платы приёмопередатчика серии SBX
- платы приёмопередатчика серии CBX

Игнорирование файла калибровки

Во время работы пользователь может выбрать не использовать калибровочные параметры дочерней платы, если добавит команду «`ignore-cal-file`» к аргументам. Через функций UHD это можно сделать следующим образом:

Используя `tx_waveforms` в качестве примера, пользователь может применить этот аргумент, следующим образом:

## Технические характеристики

Все характеристики типовые, если не указано иное.

### Электропитание постоянного тока

Номинальное напряжение .....	6 В
Потребление .....	1.3 А

### ПЛИС

с дочерней платой WBX.....	2.3A
N200 .....	Spartan 3A-DSP 1800
N210 .....	Spartan 3A-DSP 3400

### Аналого-цифровые преобразователи (АЦП)

Частота оцифровки АЦП .....	100 МВб/с
Разрешение АЦП .....	14 бит
Динамический диапазон АЦП без искажений (SFDR) в широкой полосе .....	88 дБн

## Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)

Частота оцифровки ЦАП .....100 МВыв/с  
Разрешение ЦАП.....16 бит  
Динамический диапазон ЦАП без искажений (SFDR) в широкой полосе .....80 дБн

## Обмен данными с ПК

Частота следования при передаче на ПК (8 бит/16 бит) .....50/25 МВыв/с

## Точность установки частоты

Без использование опции GPSDO ..... 2.5 ppm  
С использованием опции GPSDO ..... 10 ppb

## ВЧ характеристики (с дочерней платой WBX)

Подавление SSB/гетеродина .....35/50 дБн Фазовый шум (1.8 ГГц)  
10 кГц .....-80 дБн  
100 кГц ..... -100 дБн  
1 МГц ..... -137 дБн  
Выходная мощность ..... 15 дБм  
ИПЗ ..... 0 дБм  
Коэффициент шума приемника ..... 5 дБ

## Опорный сигнал

Номинальный опорный сигнал ..... меандр 10 МГц, от 0 до 15 дБм

## Сигнал PPS (импульс в секунду)

Амплитуда PPS ..... от 3.3 до 5 В

## Физические параметры

Рабочий диапазон температур ..... 0-55°C  
Размеры ( Д x Ш x В ) .....22 x 16 x 5 см  
Вес ..... 1.2 кг



Официальный партнер  
National Instruments  
Company™

## Эксперты в USRP

Поставляем USRP по России. Реализуем сложные SDR решения



**Не определились, какая именно модель вам подойдет?**  
Наши эксперты помогут подобрать лучший вариант для Вашей задачи  
или предложат индивидуальное решение.  
Просто позвоните.

 **8(800)100-9881**  
[ask@usrp.store](mailto:ask@usrp.store)