

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	11
Сигнал PPS (импульс в секунду)	11
Физические параметры	11
Информационные ресурсы	12
Техническая поддержка на веб-сайте.....	12
Учебные курсы	12

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 МВывб/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™

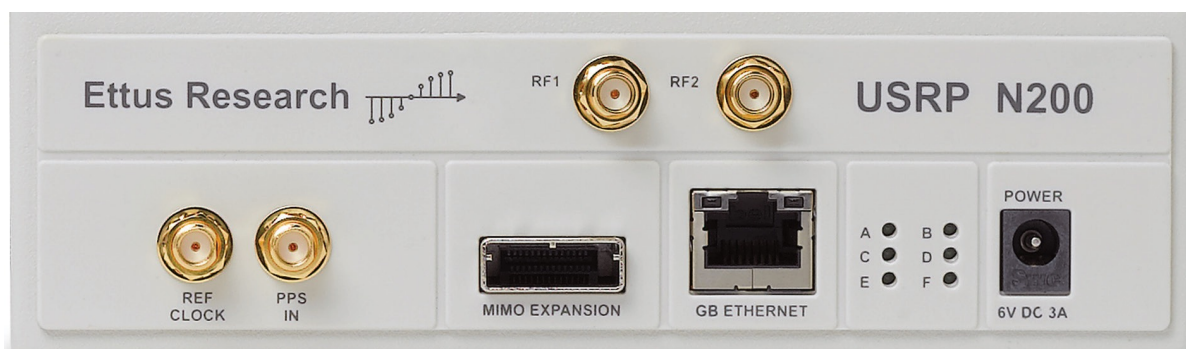
Объединение устройств в режиме MIMO

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 светодиода для индикации состояния устройства.



Разъемы передней панели

Разъемы передней панели обозначены следующим образом.

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

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 типа устройства	usrp1, usrp2, b200, x300, ...
Vendor/Product ID	vid,pid	Для устройств USB. Должны быть указаны оба.	vid=0x04b4,pid=0x8613

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.

```
uhd_find_devices --args="type=usrp1"
-- ИЛИ --
uhd_find_devices --args="serial=12345678"
```

Обнаружение устройства через API (интерфейс прикладного программирования - ИПП)

Команда `uhd::device::find()` вызывает поиск и возвращает список обнаруженных устройств.

```
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/utils
./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.

Код	Описание	Поддерживаемые устройства	Пример
<code>blank_eeeprom</code>	<i>Внимание!</i> Этот код очищает энергонезависимую память устройства и может тем самым повредить его!	X3x0	<code>blank_eeeprom=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 <i>Игнорирование калибровочного файла</i> .
<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>niousrprpc_port</code>	RPC порт для NI USRP RIO	X3x0	<code>niousrprpc_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 В.

```
В:АВ
-- ИЛИ --
В:А
-- ИЛИ --
В:В
```

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 А и CBX в слоте В. Обе эти дочерние платы имеют интерфейс ("0"), т.о. `subdev spec`, настраивающая оба эти радиоканала, будет выглядеть следующим образом:

```
А:0 В:0
```

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

```
В:0 А: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 **А:**. В устройствах USRP1 и X3x0 есть два слота дочерних подустройств (плат), известные как **А:** и **В:**.

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:

```
А:А А:В
```

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:

```
uhd::device_addr_t hint;
hint["type"] = "usrp1";
hint["ignore-cal-file"] = "";
uhd::device_addrs_t dev_addrs = uhd::device::find(hint);
```

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

```
tx_waveforms --args="addr=192.168.10.2,ignore-cal-file" --freq=100e6
--rate=1e6
```

Технические характеристики

Все характеристики типовые, если не указано иное.

Электропитание постоянного тока

Номинальное напряжение	6 В
Потребление	1.3 А
с дочерней платой WBX.....	2.3А

ПЛИС

N200	Spartan 3A-DSP 1800
N210	Spartan 3A-DSP 3400

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП)

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

Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)

Частота оцифровки ЦАП	100 МВыб/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 МВыб/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
ПРЗ	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

Информационные ресурсы

В дополнение к сопроводительной документации к настоящему изделию проверяйте обновления документации на оборудование и программное обеспечение на сайте ni.com/manuals.

Техническая поддержка на веб-сайте

Для дополнительной поддержки перейдите по ссылке ettus.com/support, ni.com/ или zone.ni.com.

Учебные курсы

Если вам необходима помощь в разработке приложений с использованием продукции компании National Instruments, компания предлагает учебные курсы. Более подробную информацию вы можете найти на сайте ni.com/training.

LabVIEW, National Instruments, NI, ni.com, логотип корпорации National Instruments, а также логотип Eagle являются торговыми марками корпорации National Instruments. Для получения информации о других торговых марках обратитесь на сайт ni.com/trademarks. Другая продукция и наименования компаний, упомянутых выше, являются торговыми марками или торговыми именами соответствующих компаний. Информация о патентах, защищающих продукцию/технологии National Instruments, содержится в справочной системе вашего программного продукта **Help»Patents**, в файле `patents.txt` на ваших дисках или в извещениях *National Instruments Patent Notice* на сайте ni.com/patents.