

# Руководство пользователя

# USRP™ X300/X310



# Содержание

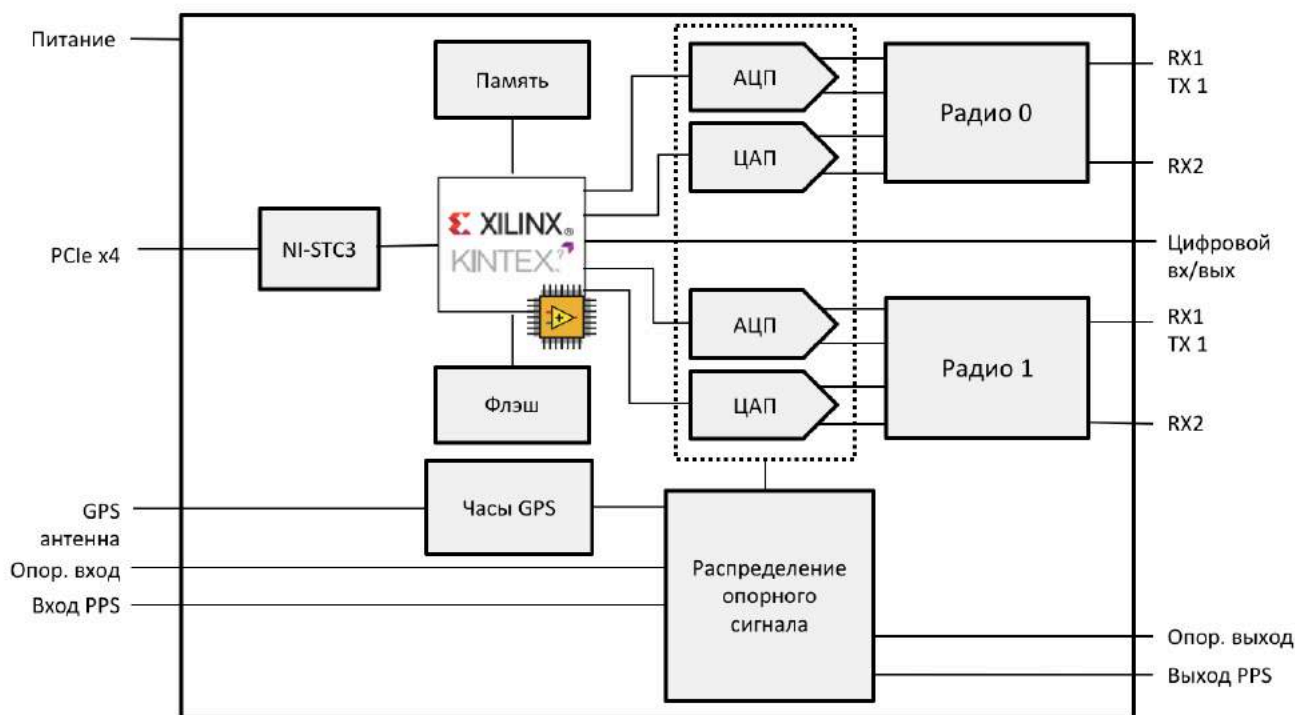
<b>Введение</b> .....	<b>3</b>
<b>Обзор USRP™ X300/X310</b> .....	<b>3</b>
<b>Основные возможности</b> .....	<b>4</b>
<b>Объединение устройств в режиме MIMO</b> .....	<b>4</b>
<b>Элементы передней и задней панелей</b> .....	<b>4</b>
Разъемы передней панели.....	5
Светодиоды на передней панели .....	5
Разъемы задней панели .....	5
<b>Начало работы с оборудованием</b> .....	<b>6</b>
Сборка X300/X310 .....	6
Соединение по сети .....	6
Обновление ПЛИС.....	7
<b>Заметки по оборудованию</b> .....	<b>7</b>
Gigabit Ethernet (1 GigE) .....	7
10 Gigabit Ethernet (10 GigE) .....	7
Установка адаптера Ethernet на хост-ПК.....	7
Установка USRP X300/X310.....	8
PCI Express (ПК) .....	8
Установка драйвера PCIe Kernel Drivers .....	8
Установка комплекта PCI Express Interface Kit .....	8
Установка USRP X300/X310.....	8
Устранение неполадок .....	8
PCI Express (Ноутбук) .....	9
Установка драйвера PCIe Kernel Drivers .....	9
Установка платы PCI Express.....	9
Установка USRP X300/X310.....	9
<b>Драйвер USRP Hardware Driver™</b> .....	<b>9</b>
<b>Технические характеристики</b> .....	<b>10</b>
Электропитание постоянного тока .....	10
ПЛИС.....	10
Аналого-цифровые преобразователи (АЦП).....	10
Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП).....	10
Обмен данными с ПК .....	10
Точность установки частоты .....	10
ВЧ характеристики (с дочерней платой SBX-120) .....	11
Опорный сигнал .....	11
Сигнал PPS (испульс в секунду) .....	11
Физические параметры .....	11
<b>Информационные ресурсы</b> .....	<b>12</b>
Техническая поддержка на веб-сайте .....	12
Учебные курсы .....	12

# Введение

Настоящее руководство содержит инструкцию по применению устройств серии USRP™ X300/X310 производства компании Ettus Research™, A National Instruments Company.

## Обзор USRP™ X300/X310

Устройства серии USRP™ X300/X310 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 X300/X310 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 двумя парами высокоскоростных АЦП и ЦАП, мощной ПЛИС и содержит два слота для установки дочерних ВЧ плат, определяющих диапазон частот сигналов. Типовые комплектации используют дочерние платы CBW, WBX, SBX.

Высокоскоростные интерфейсы (два порта 1/10 Gigabit Ethernet или подключение

по PCI Express) служат для подключения X300/X310 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 X300 и X310 в значительной степени похожи. Важнейшим отличием является использование в модели X310 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 сигналов от постоянного тока до 6 ГГц
- Два слота для дочерних ВЧ плат
- Два канала АЦП 200 МВыб/с, 14 бит
- Два канала ЦАП 800 МВыб/с, 16 бит
- Цифровые преобразователи DDC/DUC с разрешением 25 мГц
- Несколько вариантов подключения для непрерывного обмена данными с ПК: 2 порта SFP+ для 1/10 Gigabit Ethernet и подключение PCIe x4
- Когерентные системы MIMO
- ПЛИС Xilinx XC7K325T (X300)
- ПЛИС Xilinx XC7K410T (X310)
- Вспомогательные цифровые линии ввода-вывода
- Источник опорного сигнала TCXO 2.5 ppm
- Стабильность частоты 0.02 ppm с опцией GPSDO
- На базе программного обеспечения GNU Radio, LabVIEW™ и Simulink™

## Объединение устройств в режиме MIMO

Устройства USRP™ X300/X310 могут быть соединены вместе для создания когерентной многоканальной системы в режиме MIMO (Multiple Input Multiple Output). Два и более блоков могут быть соединены, чтобы реализовать полную конфигурацию MIMO, используя соединители на задней панели. Внешний сигнал PPS и опорный сигнал также могут быть использованы для создания больших многоканальных систем.

## Элементы передней и задней панелей

Передняя и задняя панели устройства содержат разъемы для подключения и светодиоды для индикации состояния устройства.

## Разъемы передней панели



Разъемы передней панели обозначены следующим образом.

Маркировка разъема	Описание
RF A (группа разъемов)	Разъемы канала A
RF B (группа разъемов)	Разъемы канала B
TX/RX	Основной ввод-вывод ВЧ сигнала канала A или B
RX2	Дополнительный ввод ВЧ сигнала канала A или B
AUX I/O	Ввод и вывод цифровых сигналов
JTAG	Подключение кабелем USB (сервисный)
PWR	Кнопка включения и выключения питания

## Светодиоды на передней панели

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

Светодиод	Функция
TX/RX	Активность в канале на разъеме TX/RX
RX2	Активность в канале на разъеме RX2
REF	Состояние опорного сигнала
PPS	Состояние сигнала PPS
GPS	Состояние приемника GPS (опция GPSDO)
LINK	Состояние подключения к ПК

## Разъемы задней панели



Разъемы задней панели обозначены следующим образом.

Маркировка разъема	Описание
PWR	Электропитание постоянного тока
1G/10G ETH (группа разъемов)	Два канала 1/10 Gigabit Ethernet
REF OUT	Порт вывода опорного сигнала

REF IN	Порт ввода внешнего опорного сигнала
PCIe x4	Подключение кабеля PCI Express
PPS TRIG OUT	Порт вывода сигнала триггера и сигнала PPS
PPS TRIG IN	Порт ввода сигнала триггера и сигнала PPS
GPS ANT	Подключение антенны GPS (опция GPS DO)

## Начало работы с оборудованием

Ниже приводятся основные шаги для начала работы с устройствами USRP X300/310. Предполагается, что вы подключаете USRP с помощью Gigabit Ethernet (1GigE), так как этот интерфейс доступен в большинстве компьютеров. Для 10 Gigabit Ethernet (10GigE) или PCI Express (PCIe) см. соответствующие разделы в этом руководстве.

### Сборка X300/X310

Прежде чем вы сможете начать использовать USRP, следует собрать оборудование, если это еще не сделано. Убедитесь, что вы заземлены (например, посредством касания радиатора) для того, чтобы не повредить чувствительную электронику статическим разрядом.

1. Отвинтите верхнюю часть вашего X300 / X310 (есть 2 винта, которые могут быть легко ослаблены с помощью небольшой крестовой отвертки).
2. Вставьте дочерние платы, вставляя их в прорези и, если необходимо, завинчивая их на материнской плате.
3. Подключите ВЧ разъемы на дочерних платах к передней панели. Для того, чтобы избежать путаницы, убедитесь, что внутренние соединения соответствует надписи на передней панели (т.е. кабель от TX / RX подключен к TX / RX и т.п.).
4. Если вы приобрели опцию GPSDO, следуйте соответствующим инструкциям чтобы вставить плату GPSDO. Обратите внимание, что вам потребуется внешняя GPS антенна, подключенная к разъему на задней панели GPS ANT для того, чтобы использовать GPS, хотя ваш USRP можно будет использовать и без нее.
5. Подключите трансивер 1 GigE SFP+ трансивер в порт Ethernet 0 и соедините X300 / X310 с компьютером.
6. Подключите источник питания и включите USRP.

### Соединение по сети

Следующим шагом убедитесь, что ваш компьютер может «общаться» с USRP. В противном случае, неконфигурированное USRP устройство будет иметь IP-адрес 192.168.10.2 при использовании 1GigE. Рекомендуется при первом включении, подключить USRP непосредственно к компьютеру (без использования хабов и коммутаторов) и установить IP-адрес на вашей машине 192.168.10.1.

**Примечание:** Если вы работаете в службе автоматического конфигурирования IP, убедитесь, что он либо деактивирован либо настроен не менять сетевое устройство.

Если конфигурация сети является правильной, использование функции `uhd_find_devices` найдет USRP и выведет информацию о нем. Вы также сможете

проверить связь с USRP командой:

```
ping 192.168.10.2
```

в командной строке. В данном случае еще необходимо запустить:

```
uhd_usrp_probe --args addr=192.168.10.2
```

чтобы проверить корректность подключения и работы компонентов (дочерних плат, GPSDO).

## Обновление ПЛИС

Если на выходе функций `uhd_find_devices` и `uhd_usrp_probe` не вышло каких-либо предупреждений, вы можете пропустить этот шаг. Тем не менее, если были ошибки, касающиеся совместимости версии ПЛИС, вам придется обновить прошивку ПЛИС прежде чем вы сможете начать использовать свой USRP.

1. Загрузите текущий образ UHD. Вы можете использовать для этого **uhd\_images\_downloader** поставляемую с UHD (см. также прошивки и образы ПЛИС).

2. Используйте утилиту **usrp\_x3xx\_fpga\_burner** чтобы обновить прошивку ПЛИС. В командной строке запустите:

```
usrp_x3xx_fpga_burner --addr=192.168.10.2 --type=HGS
```

Если образ установлен в нестандартное место, необходимо будет запустить (измените имя файла в соответствии с вашим устройством):

```
usrp_x3xx_fpga_burner --addr=192.168.10.2 --fpga-path  
<path_to_images>/usrp_x310_fpga_HGS.bit
```

Процесс обновления прошивки ПЛИС займет несколько минут. Убедитесь, что процесс перепрошивки не прерывается.

Когда ПЛИС имеет актуальную прошивку, запитайте устройство и повторно запустите **uhd\_usrp\_probe**. Больше не должно быть никаких предупреждений по данному поводу, и все компоненты должны быть правильно определены. Ваш USRP готов к разработке.

## Заметки по оборудованию

### Gigabit Ethernet (1 GigE)

- Перед установкой модуля хост-компьютер может оставаться включенным.
- Подключите трансивер 1 Gigabit SFP+ в Ethernet порт 0 на устройстве USRP X300 / X310.
- Используйте кабель Ethernet для подключения трансивера SFP+ к компьютеру. Для максимальной пропускной способности, Ettus Research рекомендует подключать каждое устройство к собственному выделенному порту Gigabit Ethernet на хост-компьютере.
- Подключите источник питания к устройству и включите его.
- ОС автоматически распознает устройство (например, при вызове `uhd_find_devices`).

### 10 Gigabit Ethernet (10 GigE)

#### Установка адаптера Ethernet на хост-ПК

Ettus Research рекомендует использовать адаптер Intel Ethernet Converged Network Adapter X520-DA2 для связи с устройствами USRP X310/X300. Инструкции по

установке этого интерфейса доступны на официальном сайте Intel.

## Установка USRP X300/X310

- Перед установкой модуля хост-компьютер может оставаться включенным.
- Используйте кабель 10 Gigabit SFP+ для подключения через Ethernet порт 1 на устройстве USRP X310 / X300 к компьютеру. Для максимальной пропускной способности, Ettus Research рекомендует подключать устройство к выделенному интерфейсу 10 Gigabit Ethernet на компьютере.
- Подключите источник питания к устройству и включите его.
- ОС автоматически распознает устройство (например, при вызове `uhd_find_devices`).

## PCI Express (ПК)

**Важное примечание:** USRP серии X обеспечивают подключение PCIe по кабелю, называемому MXI. Мы будем использовать терминологию "MXI" в остальной части этого руководства.

### Установка драйвера PCIe Kernel Drivers

Для того, чтобы использовать USRP X серии для соединения PCIe-на-MXI, необходимо установить драйверы NI RIO в вашей системе. Пожалуйста, следуйте инструкциям на сайте, в главе: *NI RIO Kernel Modules for X-Series PCIe Connectivity* ([http://files.ettus.com/manual/page\\_ni\\_rio\\_kernel.html](http://files.ettus.com/manual/page_ni_rio_kernel.html)).

### Установка комплекта PCI Express Interface Kit

Следуйте инструкциям в документе *Set Up Your MXI-Express x4 System* (<http://www.ni.com/pdf/manuals/371976c.pdf>) для настройки модуля PCIe-8371.

## Установка USRP X300/X310

- Перед установкой модуля убедитесь, что **компьютер выключен**.
- С помощью кабеля MXI-Express подключите USRP X300 / X310 к NI PCIe-8371.
- Подключите источник питания к устройству.
- Включите устройство USRP X300 / X310, используя переключатель питания, расположенный в правом нижнем углу передней панели.
- Включите компьютер (ОС автоматически распознает новое устройство).

**Примечание:** Устройства USRP не поддерживают горячую замену на шине PCI Express. Любые изменения могут быть обнаружены компьютером только после успешной перезагрузки.

### Устранение неполадок

Бывают случаи, когда ПК не загружается при подключенном USRP серии X или ОС не определяет устройства (например, есть желтый восклицательный знак на PCI-PCI мосте в диспетчере устройств Windows, несмотря на то, что для всех устройств драйверы уже установлены). Эти ситуации происходят из-за программных ошибок в конфигурации PCI Express устройства в BIOS. Чтобы использовать это программное обеспечение, вам нужно устройство MXI-Express, которое поддерживает режим Mode 1. Обратитесь к документу *NI MXI-Express*



*BIOS Compatibility Software Readme* для более детальной информации.

BIOS Compatibility Software для Windows можно загрузить со страницы *MXI-Express BIOS Compatibility Software page* (<http://www.ni.com/download/mxi-express-bios-compatibility-software-1.5/3764/en/>).

## PCI Express (Ноутбук)

**Важное примечание:** USRP серии X обеспечивает подключение PCIe по кабелю, называемому MXI. Мы будем использовать терминологию "MXI" в остальной части этого руководства.

### Установка драйвера PCIe Kernel Drivers

Для того, чтобы использовать USRP X серии для соединения PCIe-на-MXI, необходимо установить драйверы NI RIO в вашей системе. Пожалуйста, следуйте инструкциям на сайте, в главе: *NI RIO Kernel Modules for X-Series PCIe Connectivity* ([http://files.ettus.com/manual/page\\_ni\\_rio\\_kernel.html](http://files.ettus.com/manual/page_ni_rio_kernel.html)).

### Установка платы PCI Express

Следуйте инструкциям, приведенным в разделе "Installing an NI ExpressCard-8360 Host Card " в документе *Set Up Your MXI-Express x1 System* (<http://www.ni.com/pdf/manuals/371976c.pdf>) для установки модуля NI ExpressCard-8360B.

### Установка USRP X300/X310

Так как ноутбук обычно не заземлен, выполните следующие действия, чтобы безопасно подключить его к USRP.

- Подключите источник питания к устройству и включите его в розетку. Убедитесь, что устройство USRP выключено.
- Контитесь NI ExpressCard-8360B и металлической части USRP устройства одновременно. Не устанавливайте пока NI ExpressCard-8360B в ноутбук.
- Подключите кабель к NI ExpressCard-8360B и USRP.
- Вставьте NI ExpressCard-8360B в свободный слот ExpressCard. Если ваш ноутбук уже работает (или находится в режиме гибернации, спящем режиме и т.д.) при установке NI ExpressCard-8360B, необходимо перезагрузиться, чтобы обнаружить USRP. В противном случае, USRP обнаружится, когда вы запустите компьютер.

**Примечание:** Устройства USRP не поддерживают горячую замену на шине PCI Express. Любые изменения могут быть обнаружены компьютером только после успешной перезагрузки.

## Драйвер USRP Hardware Driver™

USRP Hardware Driver™ является официальным драйвером для всех продуктов Ettus, включая USRP X300/X310. 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>.

## Технические характеристики

Все характеристики типовые, если не указано иное.

### Электропитание постоянного тока

Номинальное напряжение ..... 12 В

Потребление (с двумя платами SBX-120)..... 45 Вт

### ПЛИС

USRP X300 ..... XC7K325T

USRP X310 ..... XC7K410T

### Аналого-цифровые преобразователи (АЦП)

Частота оцифровки АЦП ..... 200 МВыб/с

Разрешение АЦП ..... 14 бит

### Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)

Частота оцифровки ЦАП ..... 800 МВыб/с

Разрешение ЦАП..... 16 бит

### Обмен данными с ПК

Частота следования отсчетов (16 бит) при передаче на ПК

(зависит от интерфейса и производительности ПК)..... 200 МВыб/с

### Точность установки частоты

Без использование опции GPSDO ..... 2.5 ppm

С использованием опции GPSDO ..... 20 ppb

## **ВЧ характеристики (с дочерней платой SBX-120)**

Подавление SSB/гетеродина .....	35/50 дБн
Фазовый шум (3.5 ГГц).....	1.0 °RMS
Фазовый шум (6 ГГц).....	1.5 °RMS
Выходная мощность .....	>10 дБм
ПРЗ (при типичном КШ) .....	0 дБм
Коэффициент шума .....	8 дБ

## **Опорный сигнал**

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

## **Сигнал PPS (испульс в секунду)**

Амплитуда PPS .....	от 3.3 до 5 В
---------------------	---------------

## **Физические параметры**

Рабочий диапазон температур .....	0-55°C
Размеры ( Д x Ш x В ) .....	половина ширины 1U, 27.7 x 21.8 x 3.9 см
Вес .....	1.7 кг

# Информационные ресурсы

В дополнение к сопроводительной документации к настоящему изделию проверяйте обновления документации на оборудование и программное обеспечение на сайте [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals).

## Техническая поддержка на веб-сайте

Для дополнительной поддержки перейдите по ссылке [ettus.com/support](http://ettus.com/support), [ni.com/support](http://ni.com/support) или [zone.ni.com](http://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](http://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](http://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](http://ni.com/patents).