NI Ettus USRP — программно-определяемые радиосистемы

Содержание

- Программно-определяемые радиосистемы USRP
- Актуальное аппаратное обеспечение
- Серия X4
- Серия X3
- Серия N3
- NI Ettus USRP E320
- Серия B / NI USRP-290x
- NI USRP-2974
- Ключевые особенности и синхронизация
- Использование возможностей FPGA
- Обзор программного обеспечения
- Снятые с производства
- Сервисное обслуживание

Программно-определяемые радиосистемы USRP

Актуальный портфель включает семейства USRP X4xx, X3xx, N3xx, E320, B2xxmini, а также NI USRP-2900 (Ettus USRP B200), NI USRP-2901 (Ettus USRP B210), USRP-2944/2945, USRP-2954/2955 и USRP-2974. Снятые с производства модели вынесены в отдельный раздел внизу документа.

RF-диапазоны — до 20 ГГц в зависимости от модели.

Мгновенная полоса — до 1,6 ГГц на канал в соответствующей конфигурации USRP X440; при одновременной работе восьми каналов X440 — до 400 МГц на канал.

До восьми передающих и восьми приёмных каналов в одной системе USRP X440.

Синхронизация зависит от модели и может включать 10 МГц, PPS, GPSDO, совместное использование либо распределение LO.

Средства разработки зависят от модели: UHD, RFNoC, GNU Radio, C/C++, Python; для поддерживаемых моделей доступны NI-USRP / LabVIEW, а LabVIEW FPGA — только для совместимых моделей.

Поддерживаемые ОС и рабочие процессы зависят от модели; для open-source workflow используются Windows, Linux и macOS.

Встроенные ARM- или x86-процессоры доступны в отдельных моделях.

Интерфейсы связи включают USB, Ethernet, 10/100 GbE, PCIe и другие интерфейсы в зависимости от модели.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.



Рисунок 1. Семейство NI Ettus USRP

Актуальное аппаратное обеспечение

В основной таблице перечислены только серийно выпускаемые модели и актуальные NI-конфигурации.

Модель	RF-диапазон	Мгновенная полоса	Каналы	Ключевая особенность
NI Ettus USRP X440	30 МГц–4 ГГц; перестройка до 1 МГц	до 1,6 ГГц на канал при работе двух каналов; до 400 МГц на канал при одновременной работе восьми каналов	8 TX / 8 RX	AMD/Xilinx Zynq UltraScale+ ZU28DR-2 RFSoC
NI Ettus USRP X420	10 МГц–20 ГГц	до 1 ГГц	2 TX / 2 RX	AMD Zynq UltraScale+ RFSoC ZU28DR-2
NI Ettus USRP X410	1 МГц–7,2 ГГц; перестройка до 8 ГГц	400 МГц	4 TX / 4 RX	Zynq UltraScale+ RFSoC
NI Ettus USRP X300	определяется установленными RF daughterboards	до 160 МГц	определяется установленными RF daughterboards; до 2 TX / 2 RX либо до 4 RX с 2× TwinRX	Kintex-7 XC7K325T

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

NI Ettus USRP X310	определяется установленными RF daughterboards	до 160 МГц	определяется установленными RF daughterboards; до 2 TX / 2 RX либо до 4 RX с 2× TwinRX	Kintex-7 XC7K410T
NI Ettus USRP N300	10 МГц–6 ГГц	100 МГц	2 TX / 2 RX	Xilinx Zynq-7035 SoC
NI Ettus USRP N310	10 МГц–6 ГГц	100 МГц	4 TX / 4 RX	Xilinx Zynq-7100 SoC
NI Ettus USRP N320	3 МГц–6 ГГц	200 МГц	2 TX / 2 RX	Zynq-7100 SoC
NI Ettus USRP N321	3 МГц–6 ГГц	200 МГц	2 TX / 2 RX	Zynq-7100 SoC; LO Distribution
NI Ettus USRP E320	70 МГц–6 ГГц	56 МГц	2 TX / 2 RX	Zynq-7045
NI Ettus USRP B206mini-i	70 МГц–6 ГГц	56 МГц	1 TX / 1 RX	Spartan-6 XC6SLX150
NI Ettus USRP B205mini-i	70 МГц–6 ГГц	56 МГц	1 TX / 1 RX	Spartan-6 XC6SLX150 I-Grade
NI Ettus USRP B200mini-i	70 МГц–6 ГГц	56 МГц	1 TX / 1 RX	Spartan-6 XC6SLX75 I-Grade
NI Ettus USRP B200mini	70 МГц–6 ГГц	56 МГц	1 TX / 1 RX	Spartan-6 XC6SLX75 C-Grade
NI USRP-2900 (Ettus USRP B200)	70 МГц–6 ГГц	до 56 МГц	1 TX / 1 RX	USB SDR
NI USRP-2901 (Ettus USRP B210)	70 МГц–6 ГГц	до 56 МГц	2 TX / 2 RX	USB SDR
NI USRP-2944 (Ettus USRP X310 + 2× UBX)	10 МГц–6 ГГц	160 МГц	2 TX / 2 RX	готовая X310-конфигурация

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

NI USRP-2945 (Ettus USRP X310 + 2× TwinRX)	10 МГц–6 ГГц	80 МГц	0 TX / 4 RX	готовая X310-конфигурация
NI USRP-2954 (Ettus USRP X310 + 2× UBX + GPSDO)	10 МГц–6 ГГц	160 МГц	2 TX / 2 RX	готовая X310-конфигурация с GPSDO
NI USRP-2955 (Ettus USRP X310 + 2× TwinRX + GPSDO)	10 МГц–6 ГГц	80 МГц	0 TX / 4 RX	готовая X310-конфигурация с GPSDO
NI USRP-2974	10 МГц–6 ГГц	160 МГц	2 TX / 2 RX	встроенный Intel Core i7, GPS-disciplined OCXO

Примечание для поставок в Россию. Для USRP N310, N320, N321 и E320 существуют TPM / non-TPM исполнения; для поставок в Россию следует выбирать non-TPM вариант. USRP N300 является non-TPM.

Серия X4

NI Ettus USRP X440

Высококанальная широкополосная модель семейства X4. Диапазон — 30 МГц–4 ГГц; перестройка до 1 МГц. USRP X440 поддерживает до 8 TX и 8 RX. Полоса — до 1,6 ГГц на канал при работе двух каналов; до 400 МГц на канал при одновременной работе восьми каналов. Платформа построена на AMD/Xilinx Zynq UltraScale+ ZU28DR-2 RFSoC.



NI Ettus USRP X440

Параметр	Значение
RF-диапазон	30 МГц–4 ГГц; перестройка до 1 МГц
Каналы	до 8 TX / 8 RX

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Полоса	до 1,6 ГГц на канал при работе двух каналов; до 400 МГц на канал при одновременной работе восьми каналов
Архитектура	AMD/Xilinx Zynq UltraScale+ ZU28DR-2 RFSoC
Назначение	широкополосные многоканальные SDR, radar/EW, spectrum monitoring и исследовательские стенды



Передняя панель NI Ettus USRP X440



Задняя панель NI Ettus USRP X440

NI Ettus USRP X420

USRP X420 — 2 TX / 2 RX SDR с диапазоном 10 МГц–20 ГГц и мгновенной полосой до 1 ГГц на канал. Платформа построена на AMD Zynq UltraScale+ RFSoC ZU28DR-2 и поддерживает совместное использование LO для многоканальных фазово-когерентных систем.



NI Ettus USRP X420

Параметр	**Значение**
RF-диапазон	10 МГц–20 ГГц
Полоса	до 1 ГГц на канал
Каналы	2 TX / 2 RX
Синхронизация	встроенный GPSDO, 10 МГц, PPS, Trigger In/Out, LO In / LO Out
Интерфейсы	2 × QSFP28 (10/100 GbE, Aurora); 2 × iPass+ zHD (PCIe Gen3 x8); RJ45 1GbE; GPIO; USB Type-C host; USB Type-C serial console/JTAG

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

ПО	UHD / RFNoC / GNU Radio / C/C++ / Python; LabVIEW host workflow. LabVIEW FPGA для X420 не заявляется.



Передняя панель NI Ettus USRP X420



Задняя панель NI Ettus USRP X420

NI Ettus USRP X410

USRP X410 имеет основной специфицированный диапазон 1 МГц–7,2 ГГц с перестройкой до 8 ГГц, поддерживает 4 TX / 4 RX и полосу 400 МГц. Для высокоскоростной передачи используются 2 × QSFP28 и 2 × iPass+ zHD (PCIe Gen3 x8); также предусмотрен RJ45 management. Встроенный GPSDO, 10 МГц и PPS используются для frequency/time synchronization. Multi-radio phase-aligned / phase-coherent режим между отдельными X410 не заявляется, поскольку устройство не имеет LO import/export.



NI Ettus USRP X410

Параметр	Значение
RF-диапазон	1 МГц–7,2 ГГц; перестройка до 8 ГГц
Полоса	400 МГц
Каналы	4 TX / 4 RX
Высокоскоростные интерфейсы	2 × QSFP28; 2 × iPass+ zHD (PCIe Gen3 x8); RJ45 management
Синхронизация	built-in GPSDO, 10 МГц и PPS для frequency/time synchronization; без LO import/export для multi-radio phase coherence

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Серия X3

NI Ettus USRP X300

USRP X300 — конфигурируемая SDR-платформа с двумя слотами RF daughterboard; рабочий RF-диапазон определяется установленными RF-модулями. Платформа поддерживает до 160 МГц baseband bandwidth на канал и использует FPGA Xilinx Kintex-7 XC7K325T.

Параметр	USRP X300
RF	два слота RF daughterboard; рабочий RF-диапазон определяется установленными RF-модулями
Полоса	до 160 МГц на канал
FPGA	Xilinx Kintex-7 XC7K325T
Интерфейсы	1/10 Gigabit Ethernet и PCIe x4
Синхронизация	настраиваемый sample clock; опциональный GPSDO; 10 МГц / PPS для общей частотной и временной привязки

NI Ettus USRP X310

USRP X310 остаётся самостоятельной конфигурируемой SDR-платформой и не объединяется с NI USRP-2944/2945/2954/2955. Устройство имеет два слота RF daughterboard, поддерживает до 160 МГц полосы на канал и использует FPGA Xilinx Kintex-7 XC7K410T.

NI USRP-2944 (Ettus USRP X310 + 2× UBX)

Готовая X310-конфигурация с UBX: 10 МГц–6 ГГц, 160 МГц, 2 TX / 2 RX.

NI USRP-2945 (Ettus USRP X310 + 2× TwinRX)

Готовая X310-конфигурация с TwinRX: 10 МГц–6 ГГц, 80 МГц, 4 RX.

NI USRP-2954 (Ettus USRP X310 + 2× UBX + GPSDO)

Готовая X310-конфигурация с UBX и GPSDO: 10 МГц–6 ГГц, 160 МГц, 2 TX / 2 RX.

NI USRP-2955 (Ettus USRP X310 + 2× TwinRX + GPSDO)

Готовая X310-конфигурация с TwinRX и GPSDO: 10 МГц–6 ГГц, 80 МГц, 4 RX.

Серия N3

Модели N300, N310, N320 и N321 имеют разные конфигурации RF-каналов и полосы; их нельзя описывать одной общей формулой «2×2, 200 МГц».

NI Ettus USRP N300

2 TX / 2 RX, 10 МГц–6 ГГц, мгновенная полоса 100 МГц. Процессорная платформа — Xilinx Zynq-7035 SoC. Поддерживается Ethernet-based synchronization по White Rabbit.

NI Ettus USRP N310

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

4 TX / 4 RX, 10 МГц–6 ГГц, мгновенная полоса 100 МГц. Процессорная платформа — Xilinx Zynq-7100 SoC. Поддерживается Ethernet-based synchronization по White Rabbit.



NI Ettus USRP N310

NI Ettus USRP N320

2 TX / 2 RX, 3 МГц–6 ГГц, мгновенная полоса 200 МГц. Поддерживается Ethernet-based synchronization по White Rabbit.

NI Ettus USRP N321

2 TX / 2 RX, 3 МГц–6 ГГц, мгновенная полоса 200 МГц. Ключевое отличие N321 — LO Distribution для построения фазово-когерентных многоканальных систем; импорт и распределение LO применяются в поддерживаемом диапазоне частот выше 450 МГц. Поддерживается Ethernet-based synchronization по White Rabbit.



NI Ettus USRP N321

Модель	Каналы	RF-диапазон	Полоса	Отличие
N300	2 TX / 2 RX	10 МГц–6 ГГц	100 МГц	White Rabbit
N310	4 TX / 4 RX	10 МГц–6 ГГц	100 МГц	4×4 MIMO; White Rabbit
N320	2 TX / 2 RX	3 МГц–6 ГГц	200 МГц	широкая полоса; White Rabbit
N321	2 TX / 2 RX	3 МГц–6 ГГц	200 МГц	LO Distribution; импорт/распределение LO выше 450 МГц; White Rabbit

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

NI Ettus USRP E320

Актуальная модель E-Series: 2×2 MIMO, диапазон 70 МГц–6 ГГц, мгновенная полоса до 56 МГц и SoC Xilinx Zynq-7045. Серийное enclosure использует пассивное охлаждение.



NI Ettus USRP E320

Параметр	Значение
RF-архитектура	2 TX / 2 RX, 2×2 MIMO
Диапазон	70 МГц–6 ГГц
Полоса	до 56 МГц
Процессор / FPGA	Xilinx Zynq-7045
Назначение	встраиваемые и автономные SDR-приложения

Серия B / NI USRP-290x

Для B200/B210, NI USRP-2900/2901 и mini-серии RF-полоса составляет до 56 МГц. Реальная потоковая полоса на хост-компьютер зависит от интерфейса, формата отсчётов и конфигурации, поэтому её не следует смешивать с RF instantaneous bandwidth.

NI USRP-2900 (Ettus USRP B200)

Физически эквивалентные варианты одной модели: 1 TX / 1 RX, 70 МГц–6 ГГц, RF-полоса до 56 МГц, USB 3.0.

NI USRP-2901 (Ettus USRP B210)

Физически эквивалентные варианты одной модели: 2 TX / 2 RX, 70 МГц–6 ГГц, RF-полоса до 56 МГц, USB 3.0.

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.



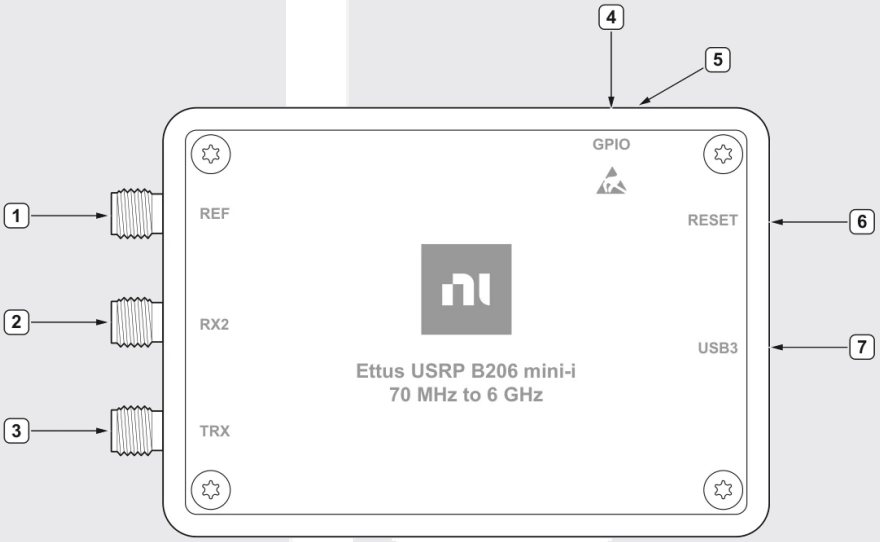
NI USRP-2901 (Ettus USRP B210)

NI Ettus USRP B206mini-i

Компактная 1×1 SDR-модель: 70 МГц–6 ГГц, мгновенная полоса до 56 МГц, RF-трансивер AD9364 и FPGA Spartan-6 XC6SLX150. Используется USB 3.0 Type-C; предусмотрены GPIO, JTAG и вход синхронизации 10 МГц / PPS.

Understand the terminals and controls on the USRP B206mini-i.

Figure 1. Enclosed USRP B206mini-i Interfaces (Top of Device)



NI Ettus USRP B206mini-i — официальный чертёж интерфейсов

1 TX / 1 RX с независимой перестройкой.

Максимальная I/Q sample rate: 61,44 MSa/s.

UHD 4.9 или новее; GNU Radio, C/C++ и Python.

Доступны board-only и enclosed исполнения.

USRP B200mini Series

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

B200mini, B200mini-i и B205mini-i остаются отдельными SKU внутри одного семейства. Все используют AD9364, работают в диапазоне 70 МГц–6 ГГц, имеют 1 TX / 1 RX и мгновенную полосу до 56 МГц.



NI Ettus USRP B200mini

Модель	FPGA	RF	Интерфейс	Исполнение
B205mini-i	Spartan-6 XC6SLX150 I-Grade	70 МГц–6 ГГц; 56 МГц	USB 3.0, GPIO, JTAG	industrial-grade FPGA
B200mini-i	Spartan-6 XC6SLX75 I-Grade	70 МГц–6 ГГц; 56 МГц	USB 3.0, GPIO, JTAG	I-Grade
B200mini	Spartan-6 XC6SLX75 C-Grade	70 МГц–6 ГГц; 56 МГц	USB 3.0, GPIO, JTAG	базовая compact-модель

NI USRP-2974

Актуальное автономное NI USRP с диапазоном 10 МГц–6 ГГц, полосой 160 МГц и 2 TX / 2 RX. Встроенный Intel Core i7 работает под NI Linux Real-Time; предусмотрен GPS-disciplined OCXO.

Ключевые особенности и синхронизация

Масштабируемые многоканальные системы и синхронизация

Распределение общих сигналов 10 МГц и PPS обеспечивает общую частотную и временную синхронизацию нескольких USRP, но само по себе не гарантирует RF phase coherence. Для фазово-когерентной работы необходимо учитывать архитектуру конкретной модели, калибровку и наличие аппаратного LO sharing / LO distribution.

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

CDA-2990 распределяет внешний 10 МГц и PPS на несколько устройств и может каскадироваться для систем с большим числом каналов. Для аппаратного распределения LO следует использовать модели, где эта функция предусмотрена, например USRP N321.

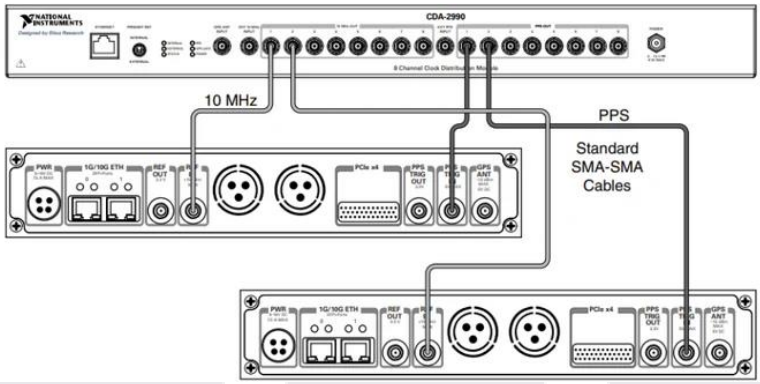


Рисунок 2. Распределение 10 МГц и PPS между несколькими устройствами USRP



Рисунок 3. Университет Бристоля и Лундский университет реализовали массивный MIMO-стенд реального времени на 128 антенн с использованием оборудования NI и LabVIEW.

Высокая портативность и простота развёртывания

Семейство включает портативные USB-модели, встраиваемые системы и высокопроизводительные сетевые SDR. Конкретный программный и FPGA workflow зависит от модели.

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.



Рисунок 4. SkySafe разработала систему защиты от угрозы недорогих беспилотников с использованием NI Ettus X310.

Широкие диапазоны частот и полосы

Портфель охватывает компактные 56-МГц USB/embedded SDR, 100/200-МГц N3, 400-МГц X410, 1-ГГц X420 и многоканальный X440. X420 расширяет рабочий диапазон до 20 ГГц, а X440 ориентирован на высокую плотность каналов и широкополосную обработку в диапазоне до 4 ГГц.

Использование возможностей FPGA

FPGA-workflow зависит от модели. В open-source экосистеме используются UHD и RFNoC; для поддерживаемых NI-моделей доступны NI-USRP / LabVIEW и LabVIEW FPGA. Нельзя переносить утверждение о поддержке LabVIEW FPGA автоматически на всю линейку USRP.

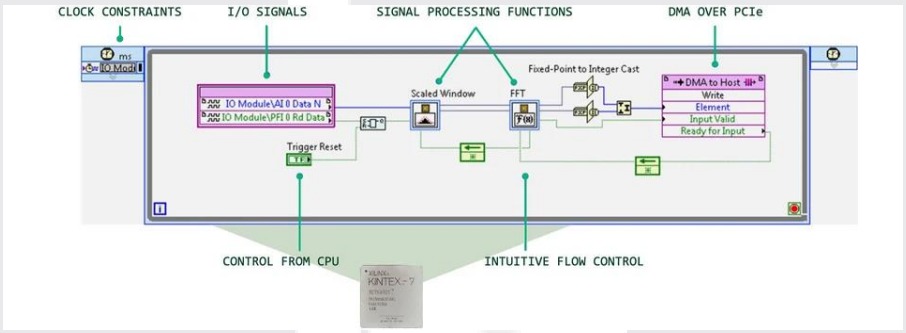


Рисунок 5. LabVIEW FPGA workflow для USRP

RFNoC предоставляет готовую FPGA-инфраструктуру для построения потоковых SDR-приложений на совместимых моделях USRP без самостоятельной реализации всей транспортной логики.

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

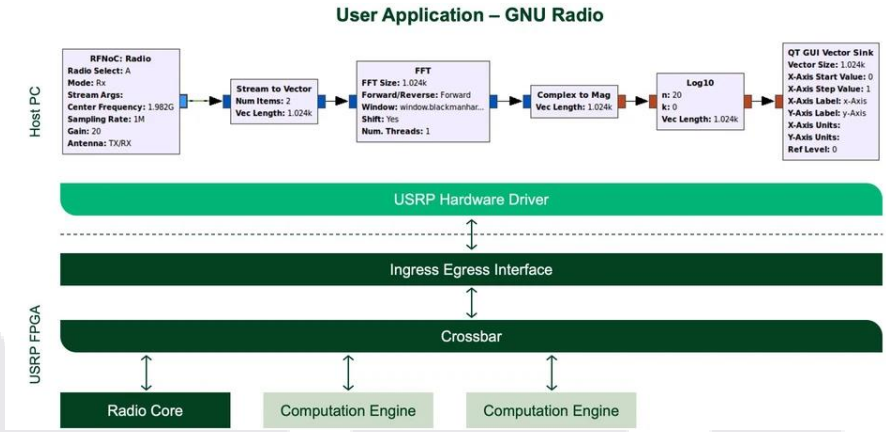


Рисунок 6. RFNoC framework для USRP

Обзор программного обеспечения

Программная поддержка определяется конкретной моделью. Open-source workflow базируется на UHD и поддерживает Windows, Linux и macOS. Возможности NI-USRP, LabVIEW и LabVIEW FPGA следует проверять для конкретной модели и конфигурации.

Модель / семейство	Основные программные рабочие процессы
USRP X410	UHD / RFNoC / GNU Radio / C/C++ / Python; NI-USRP / LabVIEW / LabVIEW FPGA
USRP X420	UHD / RFNoC / GNU Radio / C/C++ / Python + LabVIEW host workflow. LabVIEW FPGA для X420 не заявляется.
USRP X440	NI-USRP для современных host-workflows; UHD / RFNoC / GNU Radio / C/C++ / Python. Для NI-USRP workflow возможны ограничения по FPGA image и доступной RF bandwidth.
USRP X300 / X310	UHD, GNU Radio, C/C++, Python; Ettus USRP X300/X310 с совместимыми RF daughterboards также поддерживаются NI-USRP / LabVIEW.
USRP N300 / N310 / N320 / N321	NI-USRP support и UHD / RFNoC / GNU Radio / C/C++ / Python; конкретные интерфейсы и workflows зависят от модели.
USRP E320	UHD / RFNoC и open-source embedded workflow
USRP B200mini / B200mini-i / B205mini-i / B206mini-i	UHD, GNU Radio, C/C++, Python
NI USRP-2900 (Ettus USRP B200) / NI USRP-2901 (Ettus USRP B210) / NI USRP-2944 / 2945 / 2954 / 2955	NI-USRP / LabVIEW в поддерживаемых версиях; также соответствующие UHD-workflows для аппаратно эквивалентных Ettus-платформ

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

NI USRP-2974	NI Linux Real-Time; USRP RIO / LabVIEW Communications workflow.

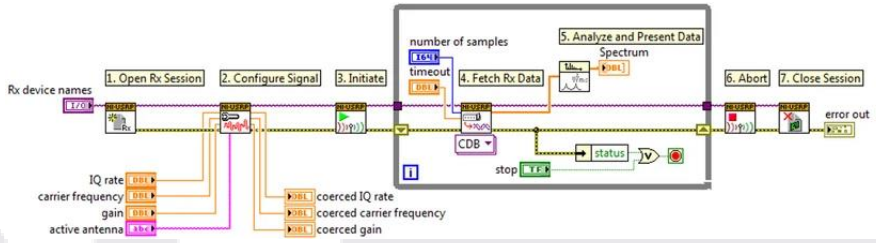


Рисунок 7. API NI-USRP для LabVIEW

Снятые с производства

Ниже приведены снятые с производства модели и их эквивалентные обозначения NI и Ettus. Документация и техническая поддержка для части устройств могут сохраняться.

Модель	Статус	Примечание
NI USRP-2920 (Ettus USRP N210 + WBX)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2921 (Ettus USRP N210 + XCVR2450)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2922 (Ettus USRP N210 + SBX)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2930 (Ettus USRP N210 + WBX + GPSDO)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2932 (Ettus USRP N210 + SBX + GPSDO)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2940 (Ettus USRP X310 + 2× WBX)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2942 (Ettus USRP X310 + 2× SBX)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2943 (Ettus USRP X310 + 2× CBX)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2950 (Ettus USRP X310 + 2× WBX + GPSDO)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2952 (Ettus USRP X310 + 2× SBX + GPSDO)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.
NI USRP-2953 (Ettus USRP X310 + 2× CBX + GPSDO)	Снято с производства	Документация и техническая поддержка могут сохраняться.

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Ettus USRP E310	⚠ ограниченно	Ettus пишет: снова доступен в ограниченном количестве, но для новых разработок не рекомендуется
Ettus USRP E312	⚠ legacy	Документация поддерживается, но в текущем каталоге заказа Ettus отсутствует
Ettus USRP E313	⚠ legacy	Аналогично — не считаю актуальной серийной продажей

Сервисное обслуживание

Гарантия и сервисное обслуживание предоставляются согласно актуальным условиям NI для выбранной модели, конфигурации и региона.

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.