



Hello, **Conference!**_

Архитектур@ програм*ных систем

Научно-техническая конференция №8 / 7 февраля 2020

Мы собираем сообщество архитекторов и инженеров, интересующихся современными трендами в архитектуре программных систем. На конференции мы рассмотрим актуальные вопросы, поделимся опытом и просто хорошо проведем время.

Артем Лошаков

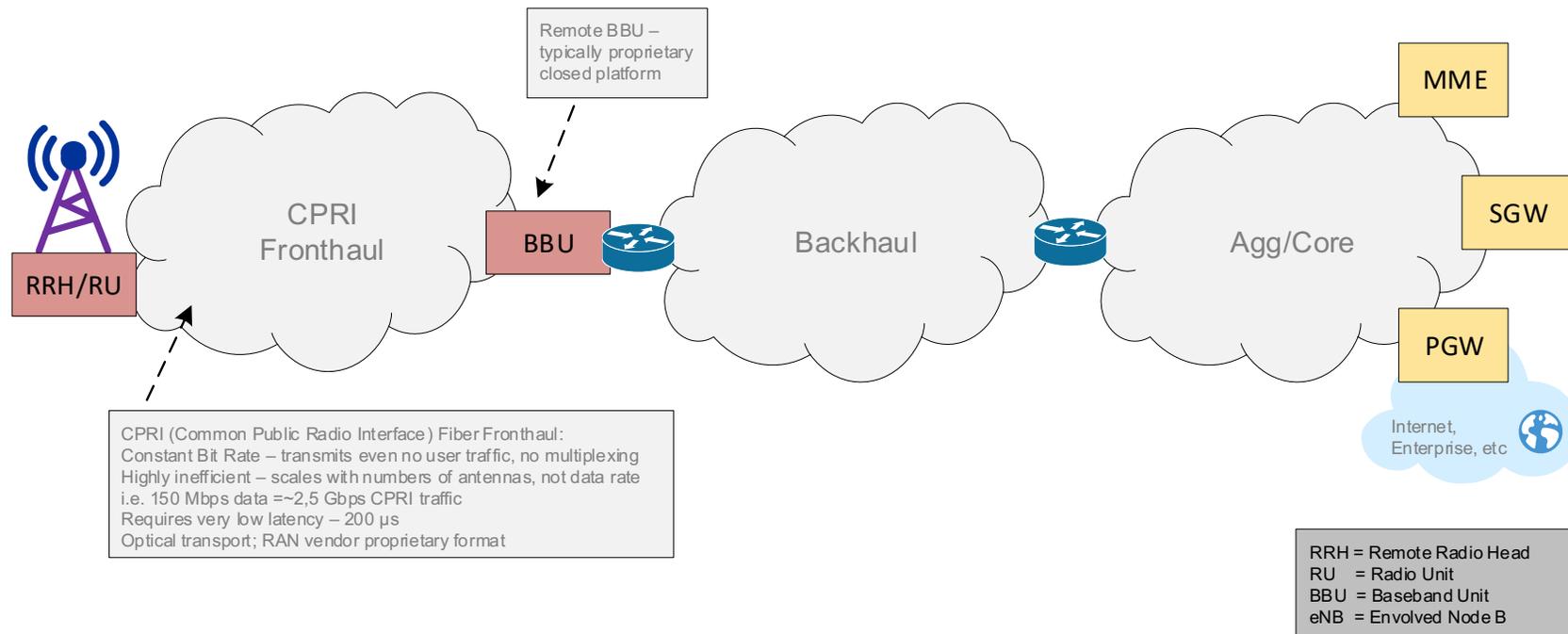
Руководитель проектов направления развития Open RAN
Трайб “Rating and Charging”, ИТ кластер «Телеком», МТС ИТ

Предметное исследование перспектив разработки программного обеспечения в экосистеме Open RAN»

В данном докладе рассматривается предметное исследование перспектив разработки программного обеспечения (ПО) в экосистеме Open RAN, которое будет являться комплексным решением с применением принципов Open Source и использования открытых интерфейсов и предназначено для реализации оборудования Radio Access Network (RAN) оператора в виде деагрегированного виртуализированного программного обеспечения, которое будет работать на открытых, аппаратно-независимых платформах COTS GPP x86 или аналогичных.



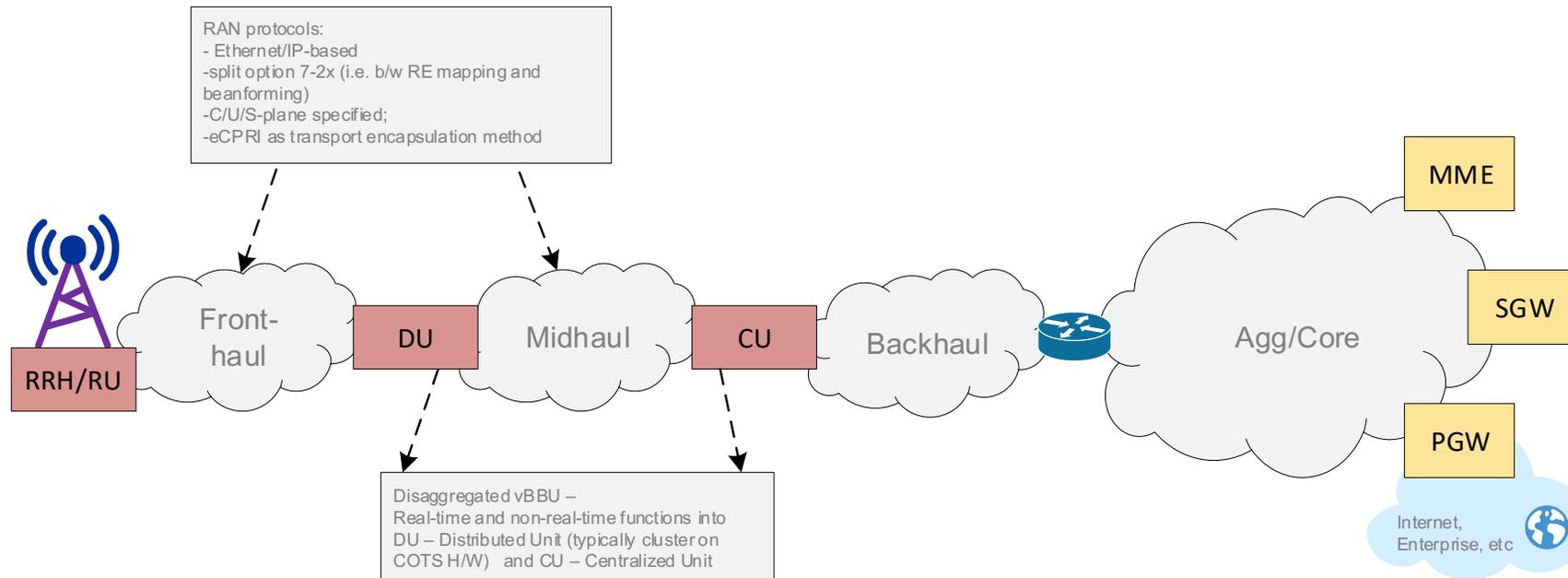
Традиционная схема организации сети радиодоступа



В настоящее время архитектура построения распределенных базовых станций стандартов мобильной связи GSM, UMTS, LTE, 5G NR одинакова для всех вендоров и при этом вендору-зависима. Подключение радио-модулей одного вендора к базовому блоку другого вендора невозможно по причине проприетарности решений.

Данная схема не позволяет менять производителя оборудования по усмотрению оператора при изменении финансовой политики установленного на сети вендора, либо ухудшении качества предоставляемого решения, кроме как проводить глобальную замену (SWAP) оборудования одного вендора на оборудование иного вендора в целых регионах, что является процессом длительным, дорогостоящим и снижающим качество связи на период проведения замены (от года работы, в зависимости от региона). Но это же и мешает вендорам, поскольку не позволяет конкурировать на уже сформированных сетях по тем же самым причинам.

Распределенная схема организации сети радиодоступа



Недостатки текущей схемы являются предпосылками создания рабочих групп/альянсов, включая O-RAN, которые стандартизуют процедуру взаимодействия между элементами базовой станции и сосредоточен на архитектуре сети и разработки спецификаций для обеспечения совместимости между BBU(DU, CU) и RRU от разных производителей

Наименование группы	Деятельность группы
O-RAN (C-RAN +xRAN), 2018	Группа сосредоточена на архитектуре сети и разработке спецификаций. Выпустила свою первую спецификацию, посвященную виртуализации части сети Fronthaul. Fronthaul - это интерфейс, передающий трафик от блоков BBU до удаленных радиомодулей RRU. Спецификация предназначена для обеспечения совместимости между BBU и RRU, даже от разных производителей.
Cisco's Open vRAN initiative, 2018	Open vRAN Cisco создан для того, чтобы показать, как разворачивать и структурировать IP-сети в сетях оператора связи для построения сетей fronthaul, с учетом спецификаций O-RAN
TIP's Open RAN(Facebook -2016, Vodafone 2017)	В ноябре 2017 года оператор Vodafone передала в TIP свой проект программно-определяемых RAN и создал OpenRAN Group. Целью группы является разработка технологий RAN на основе 3GPP и деагрегированного программного обеспечения, TIP's OpenRAN ориентирован на конкретные use cases и построение сети с использованием алгоритмов fronthaul, а не на разработку спецификаций.

Open RAN - это инициатива альянсов TIP (Telecom Infra Project) и O-RAN и операторского сообщества телеком сообщества (Vodafone, Telefonica, Rakuten – основные драйверы) по исследованию и созданию решений 2G, 3G, 4G, 5G RAN в виде ПО на основе универсальной аппаратно-программной платформы, не зависящей от производителя, с применением принципов open source и использования открытых интерфейсов

Ускорение инноваций

За счет применения принципов Open Source и использования открытых интерфейсов, значительно снизится порог выхода на рынок RAN. Это несомненно увеличит конкуренцию и будет способствовать появлению инновационных решений



Снижение зависимости от крупных поставщиков и возврат технологических компетенций оператору

По мере развития экосистемы Open RAN операторы получают возможность выбирать из большого множества производителей, что несомненно приведет к снижению стоимости оборудования и демополизации рынка RAN.

Снижение TCO, CAPEX и OPEX

Большинство Open RAN инициатив подразумевают использование x86 GPP процессоров и COTS инфраструктуры, что должно положительно сказаться на ценовой эффективности решений



Упрощенный процесс кастомизации решений под нужды операторов

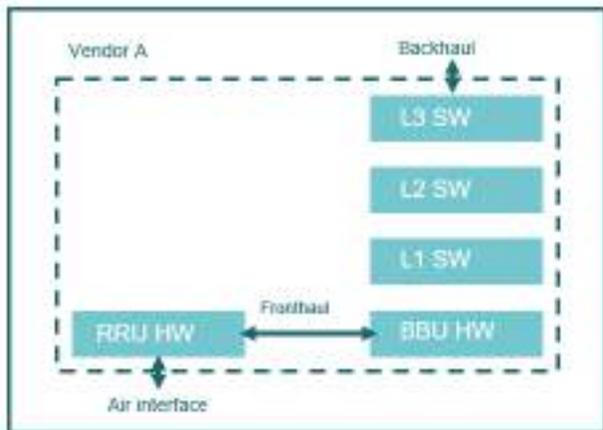
Благодаря подходам, которые свойственны разработке open-source ПО, процесс создания новых продуктов значительно ускорится



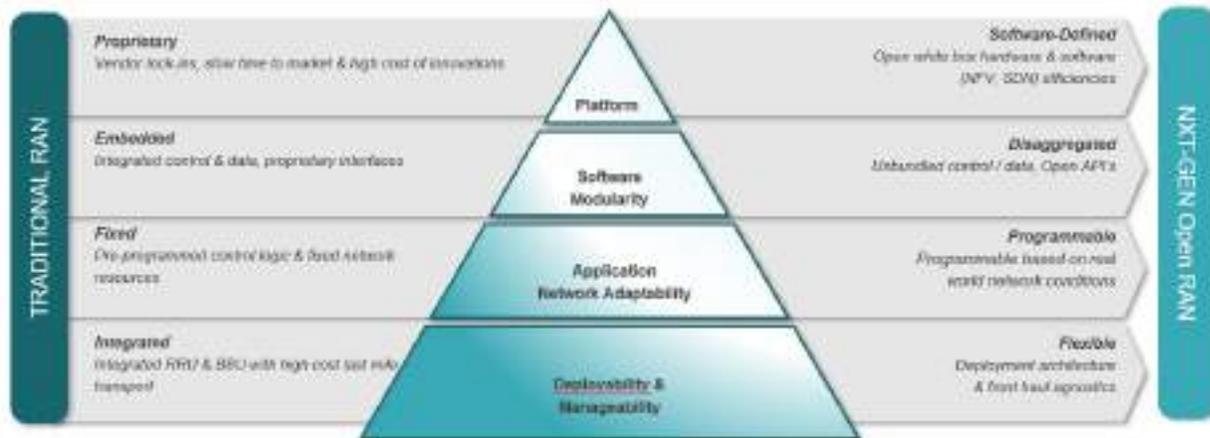
От проприетарной архитектуры closed proprietary RAN к открытой Open RAN

Разработка решений в экосистеме Open RAN в части сети радиодоступа (RAN) позволят ускорить путь к коммерческому внедрению программно-определяемых (Software Defined Radio -SDR), программируемых, дизагрегированных (unbundled control/data, open API), виртуализированных (NFV/SDN), упрощенных, гибких и эффективных технологий RAN

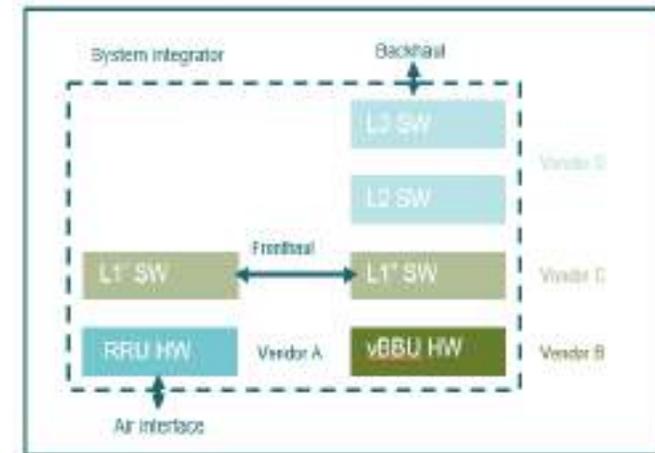
Closed RAN (Past)



Single Vendor

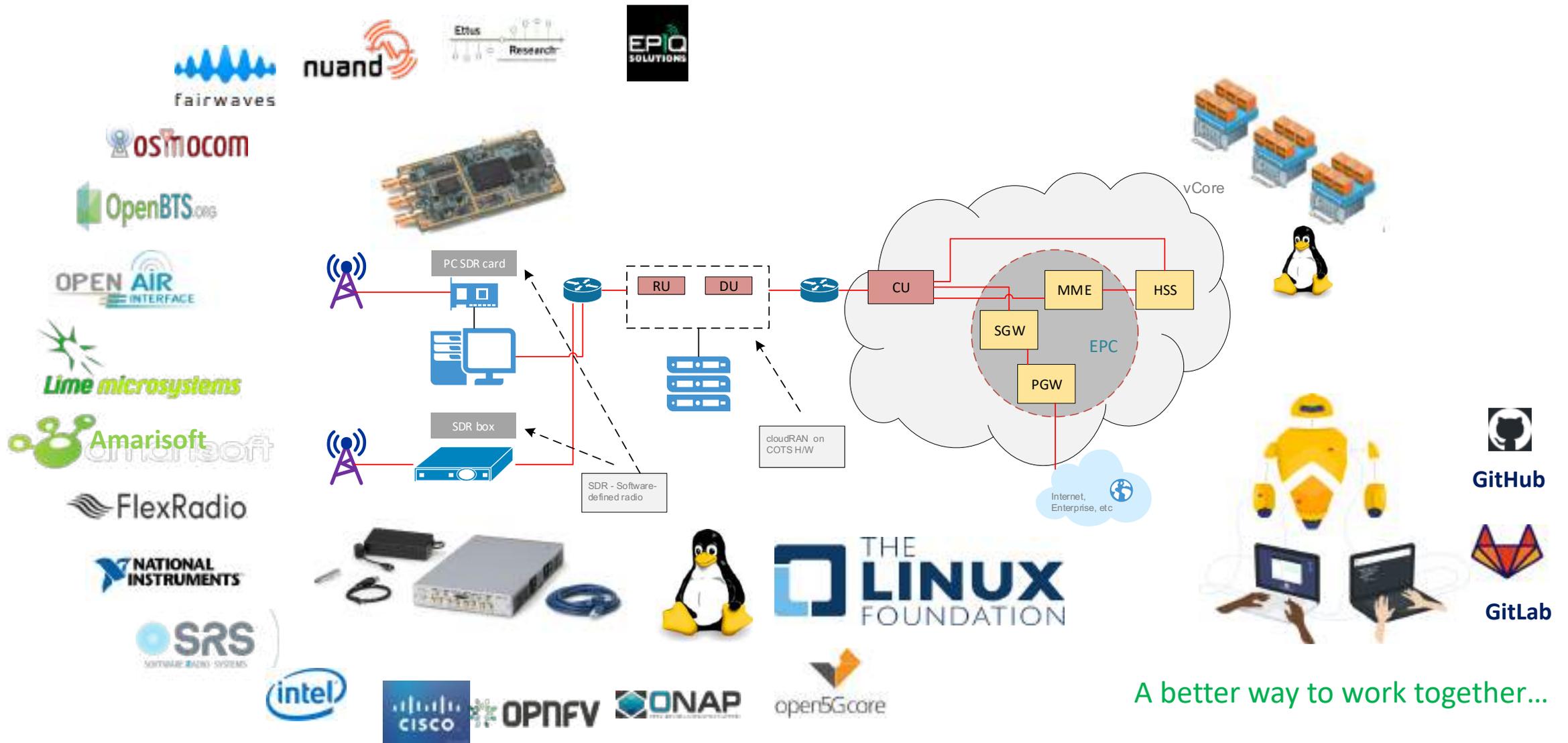


OpenRAN (Today & Future)



Multi Vendor

Пример архитектуры тестового комплекса “Компетенции в Software Defined Radio” рассматриваемого для прототипирования стандартов LTE/5G и реестр компаний, вендоров, open-source проектов, альянсов в экосистеме



A better way to work together...

Прототип базовой станции стандарта LTE на базе Radio Frequency Front End «Lime SDR», open source software srsLTE/EPC, который мы реализовали на базе x86 архитектуре и ОС Linux Ubuntu

Radio Frequency Front End Lime SDR (USB3)



Базовая станция LTE на x86 iCore7, Linux Ubuntu и srsLTE SW (eNodeB, EPC, HSS)



Конфигурация прототипа

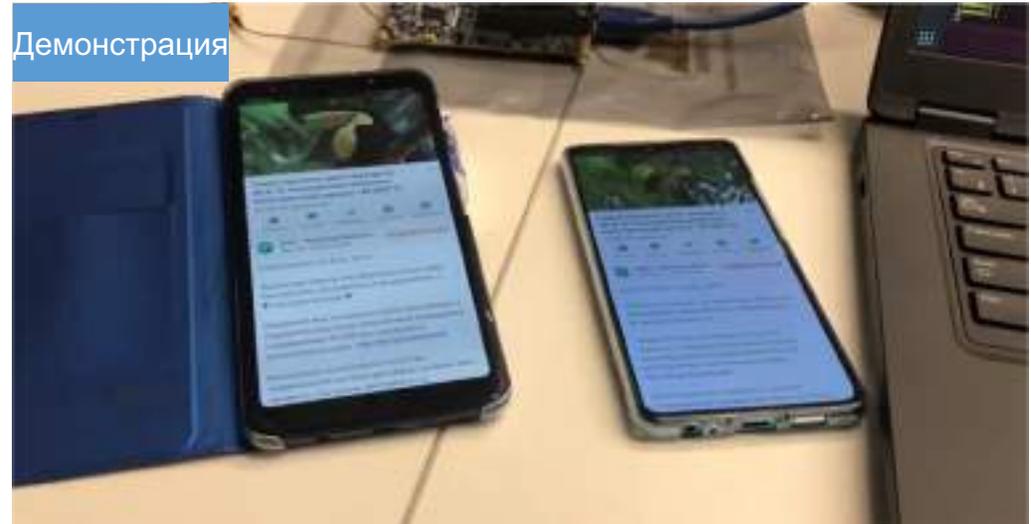
- Lime SDR RFFE - LTE Band20 800 MHz, BW 10, 15 MHz (50, 75 RB)
- Notebook - Dell Latitude 5490 iCore7 vPro 8th Gen
- OS – Linux Ubuntu
- SW – srsLTE (eNodeB, EPC, HSS) on COTS x86
- UEs – Samsung A7, Huawei P30



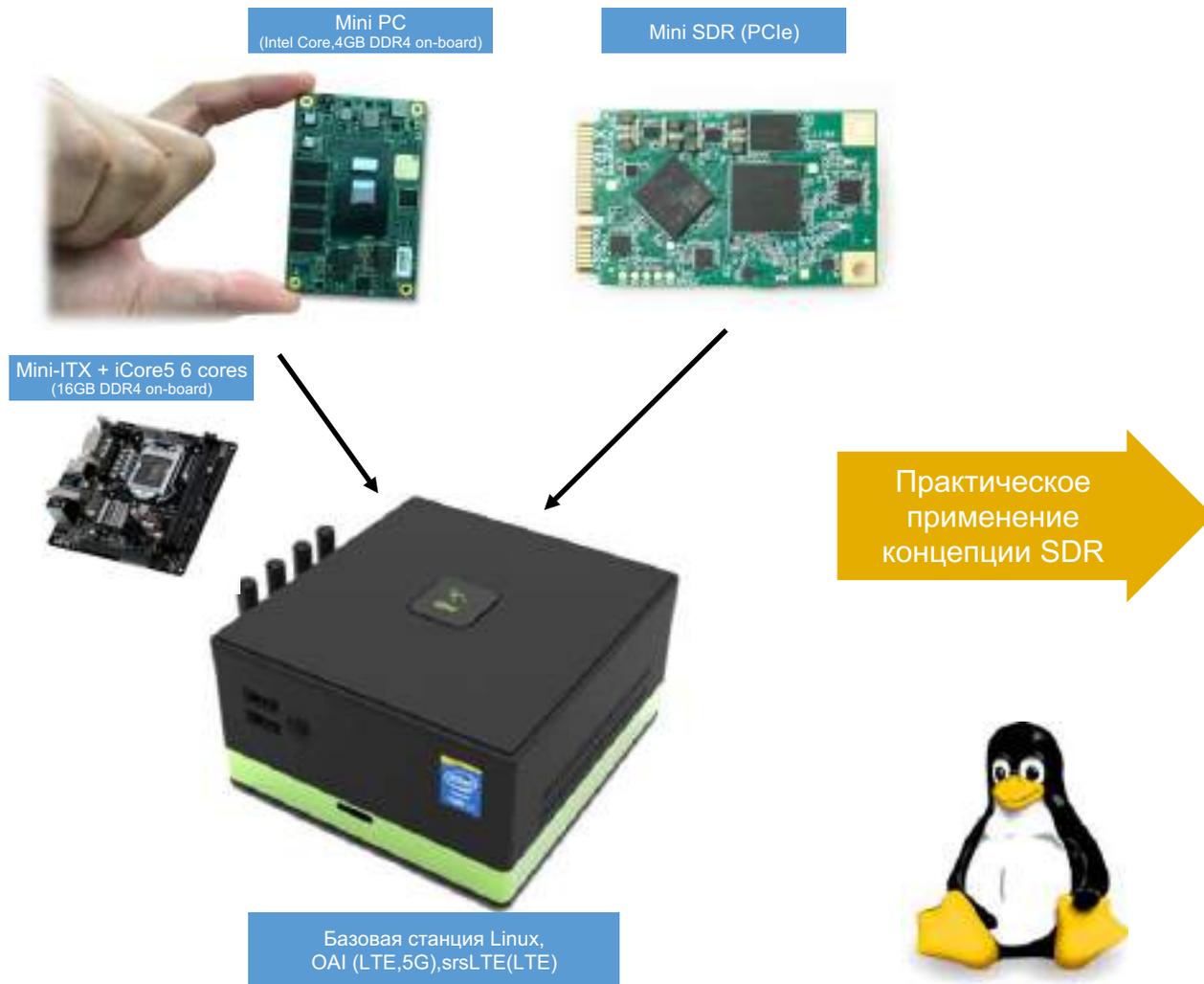
Результаты тестирования

- Скорость передачи данных на линии вниз DL: 40 Mbps
- Скорость передачи данных на линии вверх UL: 17 Mbps
- Одновременный просмотр 4k video на двух терминалах

Демонстрация



Возможные варианты прототипов программных мини базовых станций с использованием устройств SDR



Предложения по вариантам разработки ПО в архитектуре Open RAN

Первый шаг

В качестве первого этапа после пилотирования open source решений компаний, предлагается начать с разработки ПО Open RAN на базе уже существующего open-source решения SDR LTE , фреймворка GNU Radio (free & open-source software development toolkit) и RF фронтенда с возможностью дальнейшего использования исходных кодов.

Последующие этапы...

- ❑ Разработка программного обеспечения Open RAN в части vBBU CU(PDCP/RRC..., Near Real time/Non Real time) на COTS GPP x86/ARM стандартных серверах
- ❑ Разработка программного обеспечения Open RAN в части DU (RLC/MAC/PHY-high level, Real time processing) на специализированном оборудовании с использованием DSP/FPGA/ASIC
- ❑ Создание программного обеспечения прототипа базовой станции LTE/5G Software-defined “White-BOX” Radio - программно-определяемое радио на базе x86 архитектуры

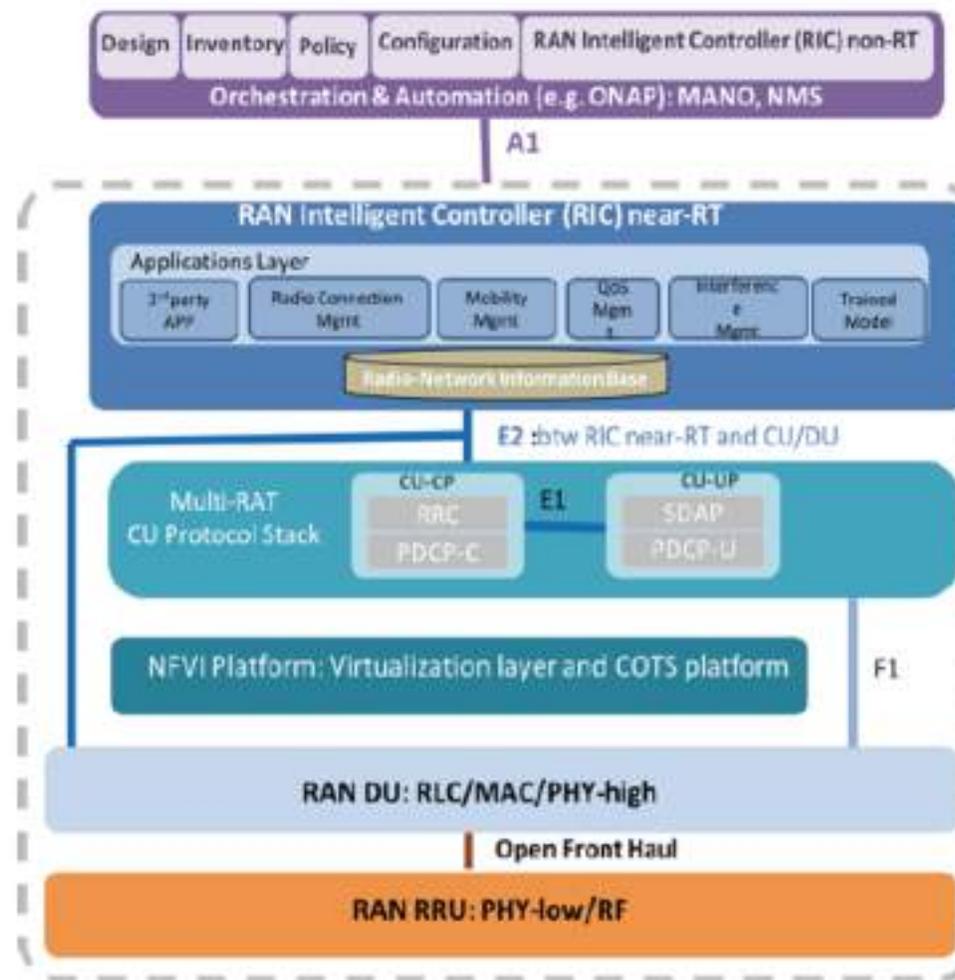


Figure 1: O-RAN Alliance Reference Architecture

Глобальные инициативы Open RAN



Основан в 2016 (Lead by Facebook)

- Основной результат: проверенное вертикальное решение для оператора, собранное из нескольких элементов
- 78 операторов, более 500 компаний-участников
- Открытое членство

13 рабочих групп, крупнейшие из которых:

- Open Cellular
- OpenRAN
- OpenRAN 5G NR
- PlugFest Beta



Основан в 2018 (xRAN + C-RAN)

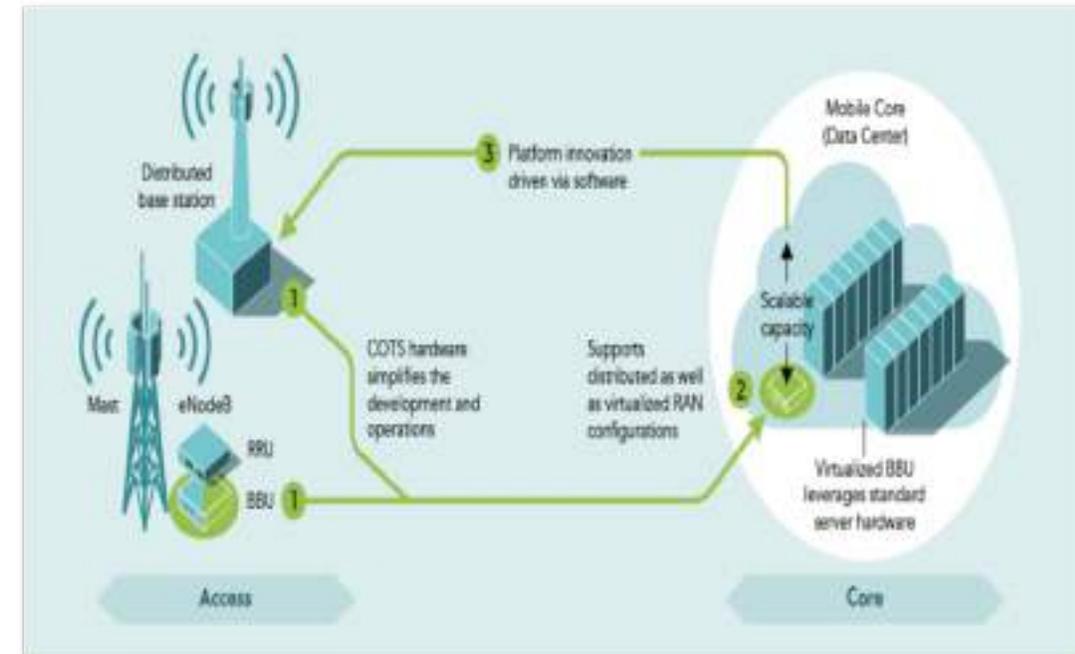
- Founded initially by AT&T, China Mobile, Deutsche Telekom, NTT DOCOMO and Orange

Основной результат: рекомендации и требования к архитектуре и интерфейсам

- 22 оператора, 105 компаний-участников
- Платное членство

8 рабочих групп по направлениям:

- Архитектура
- Non-RT RICs
- Near-RT RICs
- F2 интерфейс
- F1/W1/E1/X2/Xn интерфейсы
- Оркестрация и облачные решения
- White-box SDR Hardware
- Stack Reference Design (5G NR Software Stack)



Лидирующие операторы в инициативе Open RAN

2020 – год Open RAN в мире

- Open RAN сейчас понимается как All-G (5G –небольшая часть)
- Африка – крупнейший(пока) рынок для Open RAN
- Экосистема активно развивается и поддерживается:
 - В 3 раза возросло количество участников
 - Открыты уже 12 TIP Community Lab
 - Запущен TIP Exchange
- Ведущие драйверы среди операторов - Vodafone, Telefonica
- Пилотные Open RAN проекты запущены в Японии(Rakuten), Турции (Vodafone) и DRC (Vodafone)
- Стандартизация архитектуры и отдельных элементов решения не завершена

Преимущества для МТС

- Существующие Open RAN решения не полностью готовы к коммерческой эксплуатации и рынок еще не поделен - еще не поздно прийти с решением
- Стандартизация архитектур и отдельных элементов решения не завершена, поэтому можно включиться и повлиять на финальную версию стандарта на текущем этапе еще возможно
- Драйверы развития Vodafone и Telefonica, остальные операторы ждут их результатов и есть возможность для оператора МТС стать одним из мировых драйверов Open RAN

Стратегия МТС - внедрение решений Open RAN направленных на расширение экосистемы поставщиков и локализацию решений

Вкратце про Open RAN

- ▶ Стандартизируются внутренние интерфейсы между элементами БС
- ▶ После этого элементы БС от разных производителей становятся совместимы и могут разрабатываться независимо



Развитие экосистемы поставщиков, рост конкуренции

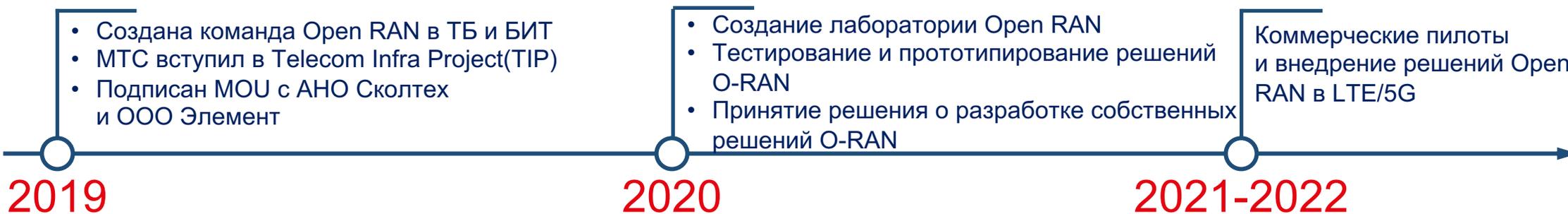


Снижение T2M и стоимости решений



Локализация решений и импортозамещение

Возможные уровни локализации решений



Ресурсы Open RAN

Альянсы

- ✓ O-RAN: <https://www.o-ran.org/>
- ✓ O-RAN Open Source Community: <https://o-ran-sc.org>
- ✓ TIP: <https://telecominfraproject.com/>

Примеры open-source проектов по разработке HW/SW RAN и Core(SW)

- ✓ srsLTE: <https://github.com/srsLTE/srsLTE> (4G, частично 5G);
- ✓ OAI Radio Access Network (OAI-RAN): <https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g> (4G, 5G) ;
- ✓ OAI Core Network (OAI-CN): <https://github.com/openairinterface> (4G, 5G)
- ✓ Facebook Mobile Core Network Solution: <https://github.com/facebookincubator/magma> (2G,3G,4G, upcoming 5G)

Примеры Software Defined Radio (SDR) RFFE для прототипирования LTE/5G

- ✓ Lime SDR: <https://limemicro.com/products/boards/limesdr/>
<https://www.crowdsupply.com/lime-micro/limesdr>
- ✓ Wiki open source HW/SW projects for wireless communications: <https://wiki.myriadrf.org/Welcome>

Application frameworks for building LTE, 5G

- ✓ NVIDIA Aerial SDK for 5G: <https://developer.nvidia.com/aerial-sdk>
- ✓ Intel FlexRAN SDK for LTE,5G: - <https://software.intel.com/en-us/articles/flexran-lte-and-5g-nr-fec-software-development-kit-modules>

Активная позиция МТС по Open RAN

- МТС вступила в TIP : <https://moskva.mts.ru/about/media-centr/soobshheniya-kompanii/novosti-mts-v-rossii-i-mire/2019-12-09/mtc-vstupila-v-globalnyj-proekt-telecom-infra-project>
- "Элемент" и МТС займутся оборудованием для 5G на базе Сколтеха: <http://www.comnews.ru/content/203446/2019-12-10/2019-w50/element-i-mts-zaumutsya-oborudovaniem-dlya-5g-baze-skoltekha>

● Быть лучше каждый день

Спасибо за внимание !

Artem.Loshakov@mts.ru

+7 906 765 12 69

МТС

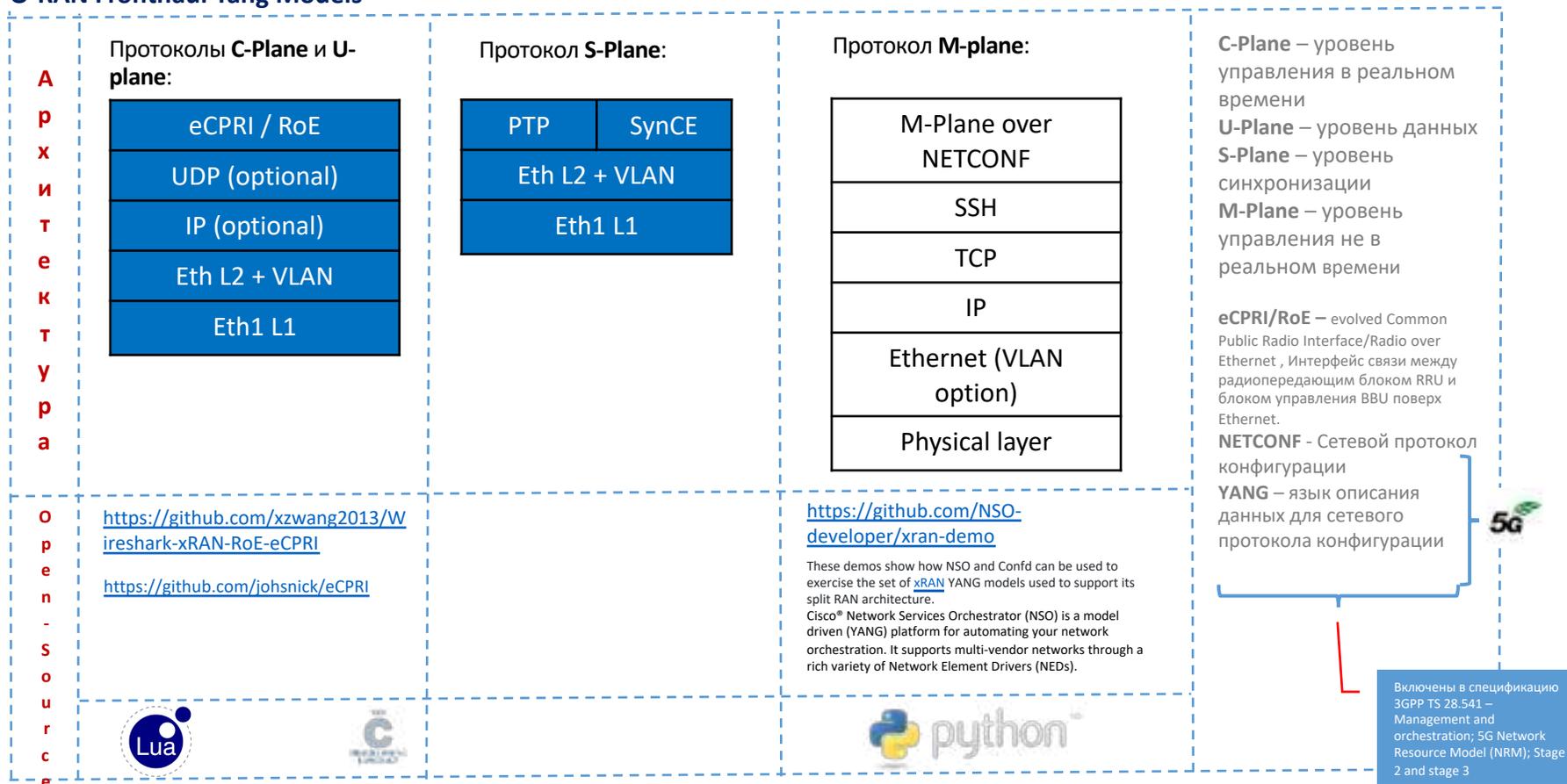
Накопление компетенций - Изучение опубликованных спецификаций O-RAN

На Декабрь 2019 года опубликованы актуальные спецификации, включая O-RAN Fronthaul: <https://www.o-ran.org/specifications>

O-RAN Fronthaul Control, User and Synchronization Plane Specification

O-RAN Fronthaul Management Plane Specification

O-RAN Fronthaul Yang Models



Для изучения спецификаций и материалов O-RAN необходимы сотрудники со следующими навыками: Python, опыт разработки сетевых приложений. Компетенции в Netconf/Yang могут быть использованы в создании продуктов для сетей 5g

Требуемые навыки и компетенции

№	Radio Access Network	Core Network
1	OpenAirInterface Radio Access Network (OAI-RAN), https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/	OpenAirInterface Core Network (OAI-CN), https://github.com/openairinterface
2	srsLTE https://github.com/srsLTE/srsLTE	Facebook Magma https://github.com/facebookincubator/magma

- Для изучения беспроводных технологий 4G,5G NR понадобятся сотрудники с навыками:
- C, C++, Python, опыт разработки сетевых приложений. Опыт разработки и использования Rapsberry , Arduino приветствуется.
- Изучение Radio – желательно.

LTE protocol stack

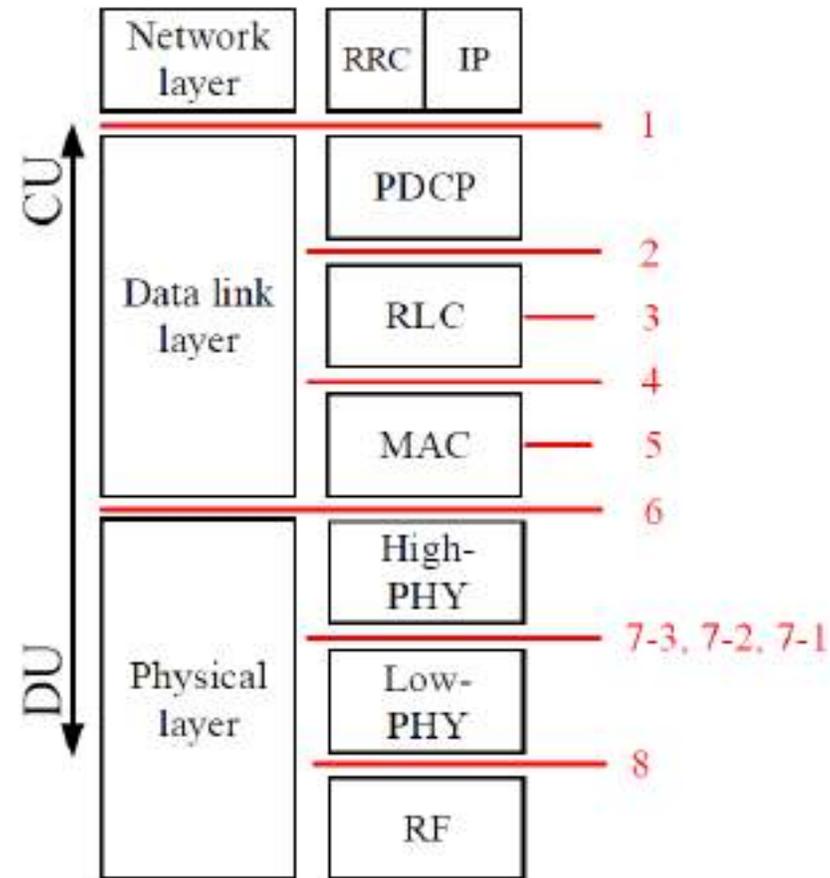


Fig 2: The LTE protocol stack with layers and sublayers, including the numbered functional split options proposed by 3GPP [10].

LTE Functions Split Options

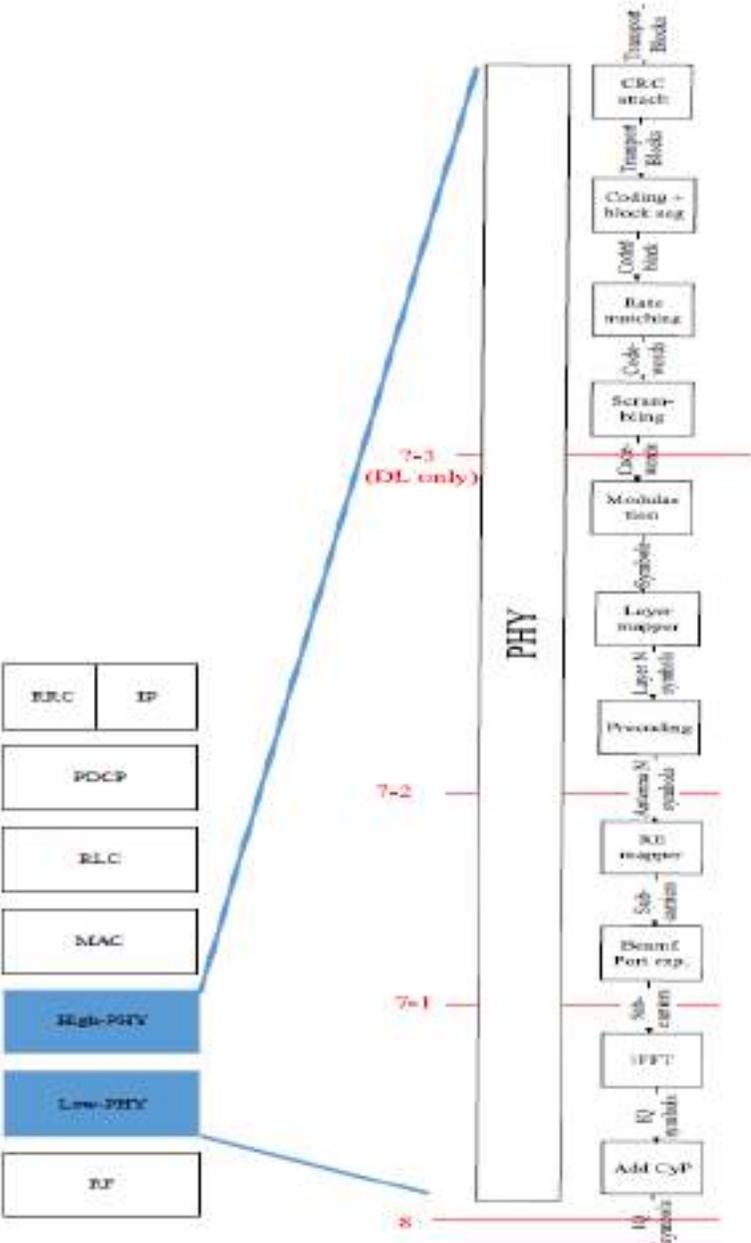


Fig 3: Functional splits in the Physical layer illustrating the exact location of the functional splits proposed by 3GPP [10] marked by red lines.

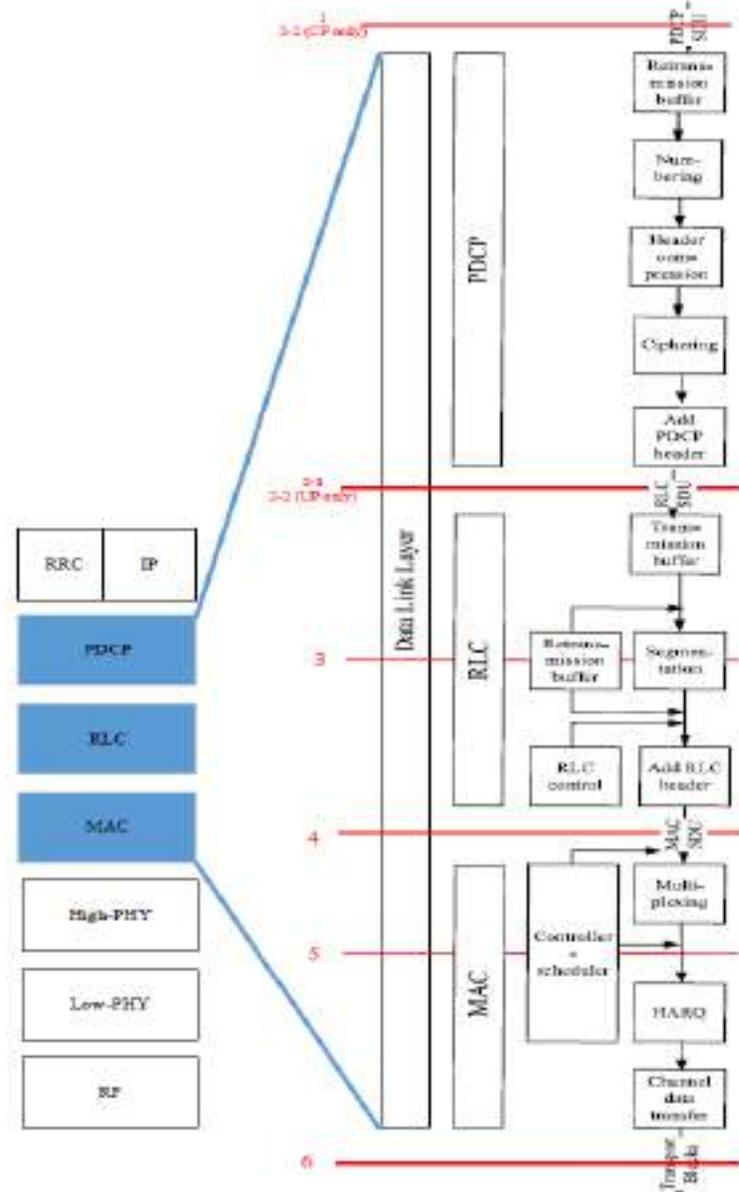


Fig 4: Functional splits in the Data Link layer illustrating the exact location of the functional splits proposed by 3GPP [10] marked by red lines. Split 2-2 is a special case having one split for the Control Plane (CP) and another one for the User Plane (UP).