



Сколковский институт науки и технологий

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Сколковский институт науки и технологий»

**Программное обеспечение
стека протоколов уровня L3
базовой станции RAN 5G RUS
УСТАНОВКА И ЗАПУСК**

Страница проекта: <https://iot.skoltech.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

1. Требования к аппаратному обеспечению централизованного модуля базовой станции 5G для запуска функций ПО L3	3
2. Схема эталонного стенда для проведения испытаний централизованного модуля базовой станции 5G	5
3. Подготовка среды для обеспечения запуска на централизованном модуле функций ПО L3	6
<i>Требования к ОС</i>	6
<i>Настройка операционной системы</i>	7
<i>Настройка сервисов операционной системы</i>	8
4. Установка	9
5. Установка лицензии	9
6. Настройка и запуск ПО	10
<i>Запуск</i>	11
<i>Логи</i>	12
Контактная информация	13

1. Требования к аппаратному обеспечению централизованного модуля базовой станции 5G для запуска функций ПО L3

1. Сервер централизованного модуля базовой станции 5G (далее — централизованного модуля) на базе платформы Intel:
 - Процессор на Intel Xeon Scalable 2-го поколения или выше (2 шт)
 - Минимально рекомендуемые процессоры Intel Xeon Gold 6240R
 - Необходима поддержка инструкций процессора AVX512
 - Оперативная память с рекомендуемым объемом не менее 192 Гб
 - Твердотельный накопитель (SSD), с минимальным объёмом 256 Гб
 - Сетевой адаптер Intel X710-DA4
 - Аппаратный ускоритель Intel QAT 8970 для ускорения функций криптографии, построенный на технологии Intel® QuickAssist (также подходит Intel QAT c628)

2. В качестве распределенного модуля базовой станции 5G (далее — распределенного модуля) рекомендуется использовать ПО L1-HighPHY/L2 разрабатываемое Сколковским институтом науки и технологий на базе платформы Intel:
 - Процессор на Intel Xeon Scalable 2-го поколения или выше (2 шт)
 - Минимально рекомендуемые процессоры Intel Xeon Gold 6240R
 - Необходима поддержка инструкций процессора AVX512
 - Оперативная память с рекомендуемым объемом не менее 192 Гб
 - Твердотельный накопитель (SSD), с минимальным объёмом 256 Гб
 - Сетевой адаптер Intel X710-DA4
 - Аппаратный ускоритель FEC (Forward Error Correction Acceleration Card) Intel ACC 100 для ускорения операций цифровой обработки сигналов ПО L1-HighPHY (функций FEC: LDPC Decoding/Encoding, RateMatching, HARQ)

3. Сетевое оборудование

- Ethernet коммутатор 1Gb Base-T (Gigabit Ethernet)
- Комплект UTP патч-кордов категории 5е для организации доступа и передачи данных плоскости управления
- Коммутатор с необходимым количеством SFP+ портов при подключении более одного распределённого или централизованного модулей
- Комплект SFP+ трансиверов, либо соответствующих DAC кабелей для подключения канала передачи данных пользовательской плоскости в сторону ядра сети, а также в сторону распределённого модуля выполняющего функции ПО L1-HIGHPHY/L2

4. Оборудование системы синхронизации

- Сервер синхронизации Microsemi TP4100 или аналогичный с поддержкой профилей PTP IEEE1588v2 (PTP Profile: G.8275.1 и G.8275.2) и поддержкой внешнего источника сигнала синхронизации от ГНСС ГЛОНАСС/GPS

5. Приёмопередающий модуль базовой станции 5G с открытым стандартизированным интерфейсом взаимодействия с DU (ORAN 7.2 CUS). В частности, на январь 2022 года протестирована работоспособность со следующими приёмопередающими модулями 5G:

- Radio Gigabit/Skoltech 5G O-RU 8T8R Band 79
- Foxconn 5G O-RU RPQN-78XX (4T4R Indoor pRRU Band n78)
- Foxconn 5G O-RU RHON-78XX (8T8R Outdoor pRRU Band n78)
- Foxconn 5G O-RU RPQN-79XX (4T4R Indoor pRRU Band n79)
- Foxconn 5G O-RU RHON-79XX (8T8R Outdoor pRRU Band n79)

6. Ядро сети 5GC (5G Standalone Core).

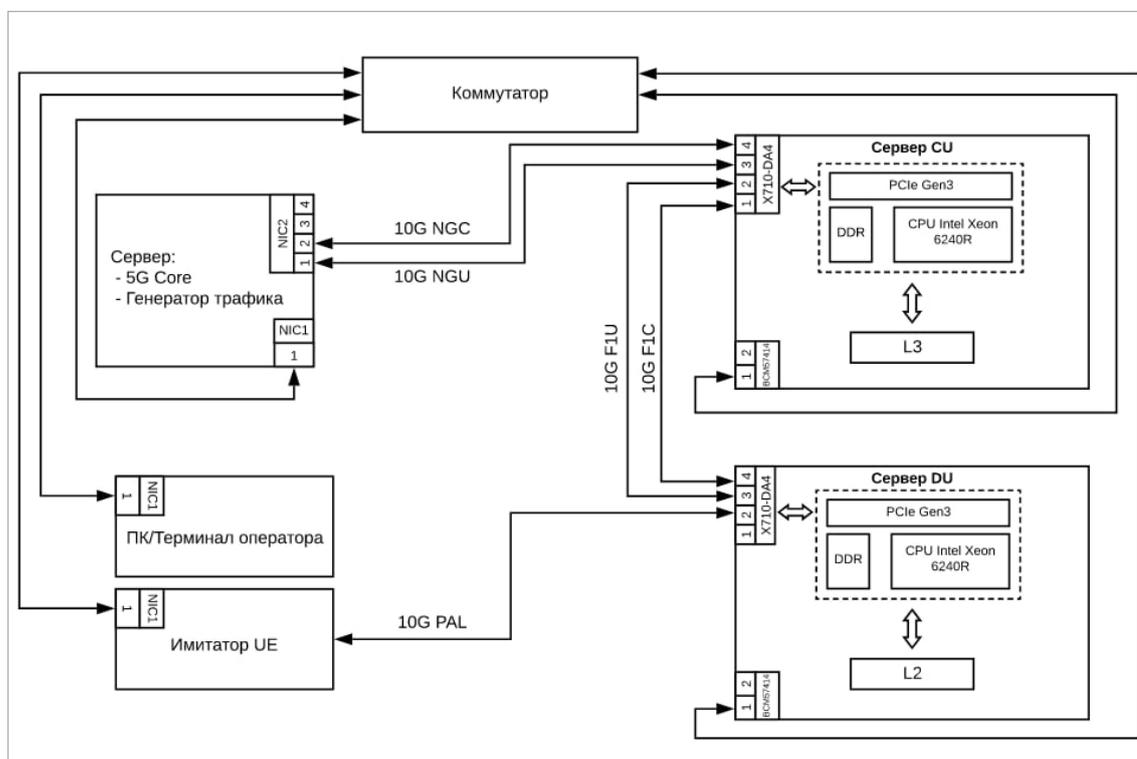
Для проведения испытаний необходимо обеспечить подключение к ядру сети 5GC через интерфейс NG, соответствующий спецификации ETSI TS 138

413 Release 16.3. Командой тестирования и интеграции Сколковского института науки и технологий подтверждена совместимость с ядрами сети 5G следующих вендоров:

- Amarisoft (продукт: AMF/MME)
- Altran (продукт: ViNGC)
- Radisys (продукт: 5GCN)
- Huawei (продукт: UNC)
- Open5GCore
- Cumicore (продукт: 5GC)

Стоит отметить, что для максимальной совместимости с коммерческими абонентскими устройствами, ядро сети 5G должно иметь мультимедиа подсистему (IMS) для обеспечения функций VoNR.

2. Схема эталонного стенда для проведения испытаний централизованного модуля базовой станции 5G



3. Подготовка среды для обеспечения запуска на централизованном модуле функций ПО L3

Требования к ОС

Для функционирования ПО требуется использовать Linux Ubuntu 20.04, версия ядра Linux 5.4.0 (5.4.0-81-lowlatency).

По умолчанию из дистрибутива устанавливается обычное ядро.

Чтобы получить необходимую версию ядра, требуется выполнить следующие команды:

```
sudo apt -y install tuned
sudo systemctl enable tuned
sudo apt -y install linux-lowlatency
```

Поставить grub-common:

```
sudo apt install grub-common
```

Далее необходимо заполнить конфигурационный файл /etc/default/grub следующим содержимым, а затем выполнить *grub-mkconfig -o /boot/grub/grub.cfg*, пример приведён ниже:

```
GRUB_TIMEOUT=5
GRUB_DEFAULT=saved
GRUB_SAVEDEFAULT=true
GRUB_DISABLE_SUBMENU=true
GRUB_TERMINAL_OUTPUT="console"
GRUB_CMDLINE_LINUX="crashkernel=auto
spectre_v2=retpoline rhgb quiet intel_iommu=on
iommu=pt usbcore.autosuspend=-1 selinux=0
enforcing=0 nmi_watchdog=0 softlockup_panic=0
audit=0 intel_pstate=disable cgroup_memory=1
cgroup_enable=memory mce=off idle=poll hugepagesz=1G
hugepages=50 hugepagesz=2M hugepages=20
default_hugepagesz=1G processor.max_cstate=1
intel_idle.max_cstate=0 isolcpus=1-14, rcu_nocbs=1-
```

```
14 kthread_cpus=0,15 irqaffinity=0,15 nohz_full=1-14  
skew_tick=1 nohz=on nosoftlockup"  
GRUB_DISABLE_RECOVERY="true"
```

ВНИМАНИЕ! В строке выше необходимо указать достаточное количество ядер для параметров **isolcpus**, **nohz_full**, **rcu_nocbs**. Выше, в качестве примера указано 1-15 для 16 ядерного процессора. При использовании альтернативной конфигурации количество ядер выбирается в зависимости от конфигурации сервера.

После чего выполнить перезагрузку машины и в меню GRUB выбрать ядро с **lowlatency**.

После перезагрузки вывод *uname -a* должен содержать **PREEMPT**.

Настройка операционной системы

Для корректной работы ПО необходимо установить и настроить библиотеки **hugepages**.

Настройка страниц **hugepages** производится путем конфигурирования загрузчика операционной системы.

Для установки и настройки нужно выполнить следующие действия:

```
sudo apt install libhugetlbfs-bin  
hugeadm --page-sizes-all
```

В результате должны получить следующий вывод:

```
2097152 (2Mb)  
1073741824 (1Gb)
```

Проверить поддержку со стороны процессора 1G Hugepages:

```
cat /proc/cpuinfo | grep pdpe1gb | head -n 1
```

По завершении настройки, нужно перезапустить машину.

После перезапуска выполнить команду:

```
hugeadm --pool-list
```

Вывод должен содержать следующее:

Size	Minimum	Current	Maximum	Default
1073741824	16	16	16	*

Настройка сервисов операционной системы

Для корректной работы функций ПО, необходимо выполнить следующие действия.

Отключить сервис ufw, выполнив следующие команды:

```
systemctl stop ufw  
systemctl disable ufw  
systemctl mask --now ufw
```

Отключить сервис irqbalance, выполнив следующие команды:

```
sudo systemctl stop irqbalance  
sudo systemctl disable irqbalance
```

4. Установка

1. Запросить архив с ПО L3 у представителей Сколковского института науки и технологий

2. Распаковать архив l3.tar.gz

```
tar -xvf l3.tar.gz
```

3. Запустить установку ПО L3 выполнив следующие команды

```
cd l3 && ./install.sh .
```

4. Дождаться завершения выполнения, при успешном завершении будет выведено следующее сообщение

```
Installation script complete successfully.
```

5. Убедиться в отсутствии ошибок время выполнения скрипта установки.

5. Установка лицензии

1. Перейти в директорию с установленным ПО:

```
cd /usr/local/bin
```

2. Для генерации файла лицензии, необходимо получить файл с уникальными идентификаторами аппаратной платформы распределенного модуля, выполнив следующую команду:

```
sudo ./hardware_info /tmp/hwinfo.txt
```

3. В результате, в директории /tmp будет создан текстовый файл с именем *hwinfo.txt* приблизительно следующего содержания:

```
BOARD_SN=L1HF879019T
```

```
MACHINE_ID=88bbd12a7f484f03b6485a1a2d5e6d30
```

```
PRODUCT_SN=PC0WBQJ7
```

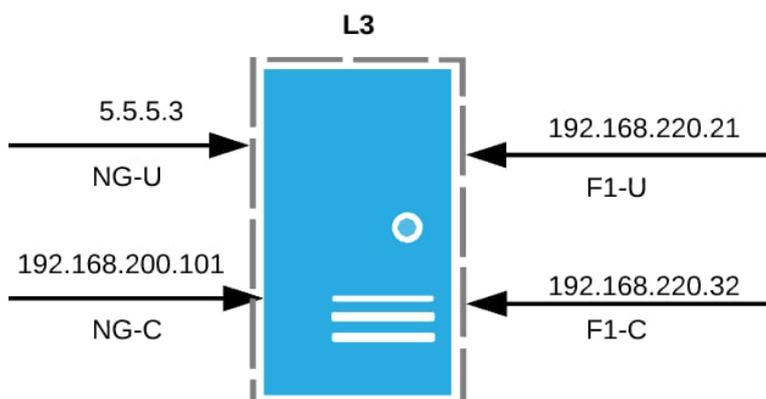
```
PRODUCT_UUID=467f59cc-2df6-11b2-a85c-a4b61e3a629e
```

4. Передать файл hwinfo.txt представителям Сколковского института науки и технологий, в ответ будет выслан файл лицензии *license.lic*.

5. Скопировать *license.lic* в директорию *c /usr/local/cu/bin*.

6. Настройка и запуск ПО

1. Убедиться, что централизованный модуль запущен.
2. Открыть консоль и установить ssh-соединение сервером ПО L3. Для установки соединения использовать следующие параметры:
 - Login – user_name (имя пользователя),
 - Password – user_password (пароль пользования),
 - Host_ip – ПО L3 host IP Address (IP-адрес централизованного модуля).
3. Включить режим администратора:
 - Ввести в консоли команду **sudo su**, используя пароль, указанный в п. 2.
 - Об успешном выполнении команды можно понять по ключевому слову **root** в консоли.
4. Установить необходимые файлы конфигурации, скопировав их в папку */usr/local/cu/config/*
5. Настроить IP-адреса на выделенных интерфейсах:
 - NG-U 5.5.5.3
 - NG-C: 192.168.200.101
 - F1-U: 192.168.220.21
 - F1-C: 192.168.220.32



Запуск

1. Запуск ПО L3 осуществляется с помощью команды:

```
systemctl gnb_cu_sa_virt restart
```

2. Убедиться, что сервис успешно запущен можно с помощью команды:

```
systemctl gnb_cu_sa_virt status
```

Вывод команд должен отображать состояние **active (running)**:

```
user1@tst-cu-30:~$ sudo systemctl status gnb_cu_sa_virt
● gnb_cu_sa_virt.service - New Radio Standalone Central Unit Package version: gnb_cu_sa_virt-3.0.5-30171.x86_64 develop 6b20fa68ee77011fe142b7f48f3c61fcf8413b6d
   Loaded: loaded (/etc/systemd/system/gnb_cu_sa_virt.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Wed 2022-07-13 12:32:06 UTC; 3min 23s ago
     Process: 15320 ExecStartPre=/usr/bin/bash -c /usr/bin/echo "
#####START GNB_CU#####
#####START GNB_CU#####
"
   Main PID: 15330 (screen)
      Tasks: 24 (limit: 59949)
     Memory: 8.4G
    CGroup: /system.slice/gnb_cu_sa_virt.service
            └─15330 /bin/SCREEN -dms gnb_cu_sa_virt /usr/local/cu/scripts/run_in_screen
              └─15331 /bin/bash /usr/local/cu/scripts/run_in_screen
                └─15334 /gnb_cu
                  └─15335 tee -a /var/log/5G-gNB/console_gnb_cu_sa_virt.log

Jul 13 12:32:06 tst-cu-30 systemd[1]: Starting New Radio Standalone Central Unit Package version: gnb_cu_sa_virt-3.0.5-30171.x86_64 develop 6b20fa68ee77011fe142b7f48f3c61fcf8413b6d...
Jul 13 12:32:06 tst-cu-30 systemd[1]: Started New Radio Standalone Central Unit Package version: gnb_cu_sa_virt-3.0.5-30171.x86_64 develop 6b20fa68ee77011fe142b7f48f3c61fcf8413b6d.
```

3. Убедиться, что запуск ПО L3 произошел успешно можно, проверив наличие сообщения “CU is UP” в логе сервиса, при помощи команды:

```
cat /var/log/5G-gNB/console_gnb_cu_sa_virt.log |
grep 'CU is UP'
```

```
user1@tst-cu-30:/var/log/5G-gNB$ cat console_gnb_cu_sa_virt.log | grep 'CU is UP'
Stack Bringup - CU is UP
```

Проверка успешного запуска ПО L3 так же может включать в себя проверку обмена сообщениями между ПО стека протоколов L3 и ядром сети 5G по протоколу NGAP. Цепочка обмена сообщениями должна включать в себя:

- передачу сообщения **NG SETUP REQUEST** от ПО L3 в сторону ядра сети 5G по протоколу NGAP,
- в случае успешной операции, ядро сети 5G передаёт сообщение **NG SETUP RESPONSE** в сторону ПО L3 по протоколу NGAP.

Логи

Для вывода консольного лога запущенного сервиса ПО L3 необходимо выполнить следующие команды:

Для просмотра логов ПО L3 выполнить команды:

```
tail -f /var/log/5G-gNB/console_gnb_cu_sa_virt.log -n100
```

```
tail -f /var/log/5G-gNB/boot_log_cu_YY_MM_DD_hh_mm_ss_part_0.log -n100
```

```
tail -f /usr/local/cu/bin/cu_YY_MM_DD_hh_mm_ss_part_0.log -n100
```

Для просмотра логов confD выполнить команды:

```
tail -f /var/log/5G-gNB/confd_gnb_cu_sa_virt.log -n100
```

```
tail -f /var/log/5G-gNB/netconf_gnb_cu_sa_virt.log -n100
```

Контактная информация

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»/	Autonomous Non-Profit Organization for Higher Education “Skolkovo Institute of Science and Technology”
121205, г. Москва, территория инновационного центра «Сколково», Большой бульвар, д. 30 стр.1	121205, Moscow, territory of innovation center “Skolkovo”, Bolshoy Boulevard 30, bld. 1
ОГРН 1115000005922 ИНН/КПП/ 5032998454/773101001	OGRN 1115000005922 INN/KPP 5032998454/773101001
Тел.: +7 (495) 280-14-81	Tel.: +7 (495) 280-14-81
Эл. почта: wireless@skoltech.ru	E-mail: wireless@skoltech.ru
Документация для скачивания, а также информация по продукту размещена на сайте: https://www.skoltech.ru/ofis-transferaznaniy/programmnoe-obespechenie/	Documents and product details are available on the page: https://www.skoltech.ru/ofis-transferaznaniy/programmnoe-obespechenie/