P8800S UeSIM — набор инструментов для тестирования RAN

Решение эмуляции UE для тестирования RAN и Open RAN



Тестирование сетей RAN и Open RAN

Сеть радиодоступа (Radio Access Network, RAN) — важнейший компонент мобильных телекоммуникационных систем, соединяющий отдельные устройства с более широкой сетью по радиоканалу. В контексте 5G современные технологии RAN существенно развились для поддержки более высоких скоростей, меньшей задержки и большей ёмкости. Ключевые возможности современной RAN включают:

- Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output, mMIMO);
- формирование луча (beamforming);
- сетевое слайсирование (Network Slicing).

Open RAN (O-RAN) — подход к построению RAN с использованием открытых и интероперабельных интерфейсов, позволяющий компонентам разных производителей работать совместно и обеспечивающий дополнительную гибкость для поставщиков и операторов сетей.

Искусственный интеллект (AI) и машинное обучение (ML) играют важную роль в современной RAN. AI повышает эффективность оптимизации производительности сети и её адаптивность. Анализ данных в реальном времени помогает улучшать распределение ресурсов, снижать задержку и реализовывать прогнозное обслуживание для предотвращения проблем. В результате формируются более интеллектуальные и надёжные сети, готовые к дальнейшему развитию, включая 6G.

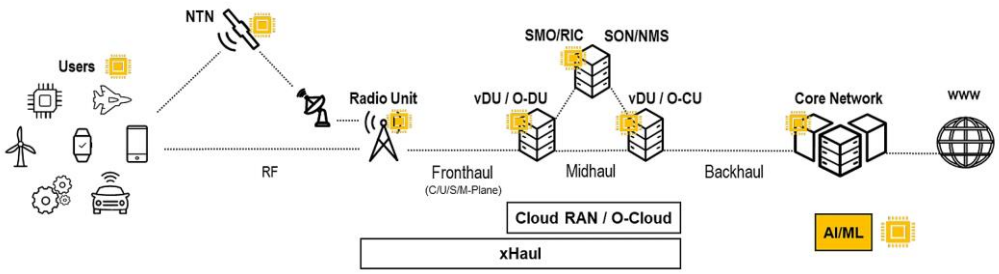


Рисунок 1. *Архитектура RAN и O-RAN для наземных и неназемных сетей*

Содержание

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- Тестирование сетей RAN и Open RAN
- Проблемы тестирования в рабочем процессе RAN
- P8800S UeSIM RAN Testing Toolset
- Примеры ключевых сценариев применения
- Гибкие варианты лицензирования
- Дополнительные материалы
- Связанные решения

Проблемы тестирования в рабочем процессе RAN

Тестирование компонентов сети радиодоступа (RAN) и Open RAN (O-RAN) связано с рядом сложных задач. Для RAN критически важно обеспечить бесшовную интеграцию и производительность различных сетевых элементов. O-RAN добавляет дополнительные сложности из-за мультивендорной и дезагрегированной архитектуры, требующей строгого тестирования соответствия и интероперабельности для подтверждения корректной совместной работы компонентов разных производителей. Дезагрегация компонентов gNB требует тестирования каждого элемента как отдельно, так и в интегрированных сценариях, что дополнительно повышает сложность.

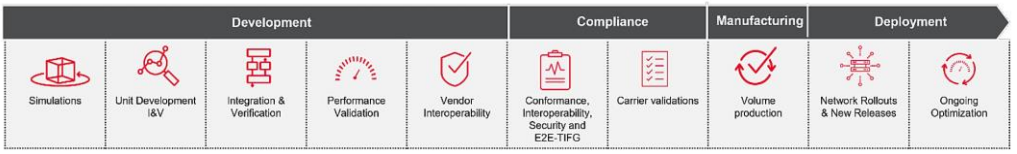


Рисунок 2. *Пример рабочего процесса разработки компонентов RAN*

Этап разработки

Этап разработки включает несколько шагов, каждый из которых имеет собственные сложности. Основные общие задачи:

- как проверить реализацию новых функций сетевых элементов на раннем этапе, до появления реальных UE, включая передовые технологии MU-MIMO и NTN;
- как оптимизировать алгоритмы планирования RAN, особенно для совместно обслуживаемых устройств MU-MIMO;
- как проверить производительность RAN в реалистичных и требовательных сквозных сценариях при нагрузке от тысяч устройств;
- как формировать непрерывные рабочие нагрузки для разработки, обучения и оптимизации моделей AI-RAN.

Этап проверки соответствия

На этапе проверки соответствия необходимо подтвердить соответствие компонентов заданным спецификациям. Для такого тестирования автоматизация критически важна, чтобы выполнять тесты в соответствии с установленными требованиями.

- как выявить проблемы интероперабельности между поставщиками, особенно в экосистеме O-RAN;
- как обеспечить соответствие системы установленным требованиям оператора;

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- как характеризовать и оптимизировать энергоэффективность решений RAN;
- как оценивать и повышать устойчивость RAN к растущим угрозам безопасности.

Этап развёртывания

На этапе развёртывания тестирование является непрерывным процессом: вводятся новые сети, проверяются новые версии сети и постоянно оптимизируется производительность.

- бесшовная интеграция в непрерывные процессы CI/CD/CT для регрессионного тестирования;
- воспроизведение в лаборатории сложных проблем, поступающих из эксплуатации;
- оценка оптимизаций сети до их развёртывания.

P8800S UeSIM RAN Testing Toolset



Рисунок 3. *P8800S UeSIM RAN Testing Toolset*

UeSIM — решение для эмуляции UE, позволяющее производителям инфраструктуры, разработчикам чипсетов и операторам мобильной связи проверять сквозную производительность сети радиодоступа (RAN) путём эмуляции реального сетевого трафика как через радиоинтерфейс, так и через интерфейс O-RAN fronthaul. Решение предназначено для ускорения многостандартной сквозной проверки сети за счёт генерации IP-нагрузки и эмуляции приложений, работающих на тысячах одновременных устройств с реальными голосовыми сеансами и передачей данных. Поддерживается как проводное RF-тестирование, так и тестирование в действующей сети во всём диапазоне частот, что позволяет охватывать реальные сценарии — от протокольного и нагрузочного тестирования в лаборатории до полевых испытаний, опытной эксплуатации и развёртывания.

Ключевые возможности

- поддержка ключевых технологий 3GPP:
  - 4G и 5G в режимах NSA и SA, радиочастоты FR1 и FR2;
  - Massive MIMO с формированием луча до 64T64R;
  - неназемные сети (NTN);
  - NB-IoT;
- полная оценка стека протоколов L1–L7 с функциональным тестированием по уровням;
- масштабирование до тысяч UE и более 10 компонентных несущих с эмуляцией данных реальных приложений и формированием сетевой нагрузки;

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- поддержка wrap-around тестирования gNB с опциональной эмуляцией ядра сети Keysight;
- RedCap, частные сети и Network Slicing;
- проверка качества услуг с моделированием абонентов и генерацией голосового, видео- и data-трафика: eMBMS, VoNR, ViNR;
- расширенные сценарии мобильности, моделирование замираний и межсотовых помех;
- автоматизация и интеграция в процессы CI/CD/CT;
- генерация данных для AI/ML, бенчмаркинг AI/ML, рабочие нагрузки RAN для AI и RAN;
- автоматизированное тестирование соответствия O-RAN;
- эмуляция UE / O-RU через O-RAN fronthaul совместно с P8822S RuSIM RAN Testing Toolset.

Кому предназначено решение

- производителям сетевого оборудования (NEM);
- операторам мобильной связи (MNO) и системным интеграторам;
- операторам спутниковых сетей (SNO) и производителям спутников;
- Open Test and Integration Centres (OTIC);
- поставщикам компонентов Open RAN (O-RU, O-DU, O-CU).

Компоненты решения



Рисунок 4. *Компоненты P8800S UeSIM RAN Testing Toolset*

Приложение AirMosaic UeSIM

- основной пользовательский интерфейс управления системой UeSIM;
- конфигурирование тестовой системы и создание сценариев;
- выполнение тестов в реальном времени, анализ результатов и формирование отчётов.

Ethernet Line Server Unit (eLSU)

- eLSU выполняет функции сигнализации полного стека протоколов UeSIM и функции управления решением;
- система масштабируется путём кластеризации нескольких eLSU.

RF-модуль Software Defined Radio (SDR) для MIMO-тестирования

- SDR обеспечивает RF-подключение к O-RU или gNB до 16 слоёв на один модуль; число слоёв масштабируется добавлением SDR-модулей.

Тестирование Massive MIMO с Beam MIMO Detect (BMD)

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

- Beam MIMO Detect (BMD) предназначен для комплексного тестирования Massive MIMO (mMIMO) и технологий beamforming до 16 одновременно планируемых UE MU-MIMO в одном временно-частотном ресурсе;
- служит многоканальным RF front-end для решения эмуляции UE Keysight UeSIM, позволяя моделировать большое число пространственно распределённых и перемещающихся UE;
- обеспечивает реалистичное моделирование полевой среды.

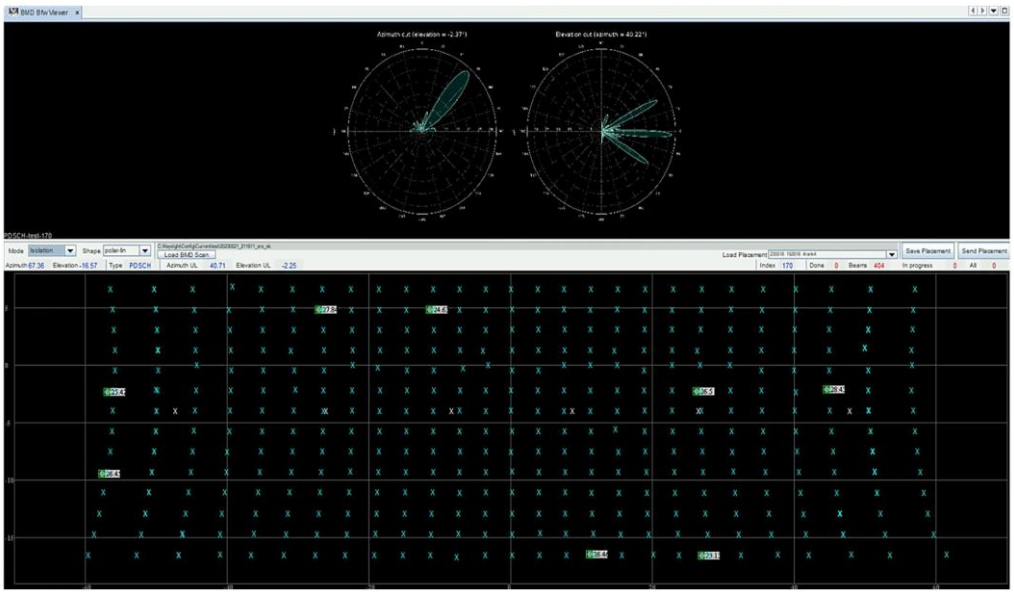


Рисунок 5. *Приложение AirMosaic UeSIM с конфигурацией mMIMO и аналитикой лучей*

Автоматизация, аналитика и отчётность с Atlas Test Management Center (Atlas-TMC)

- Atlas TMC предоставляет интерфейс автоматизации, аналитики и отчётности с предопределёнными сценариями тестовых случаев;
- сценарии тестирования соответствия O-RAN позволяют выполнять тест-кейсы в соответствии со спецификациями O-RAN Alliance и 3GPP.

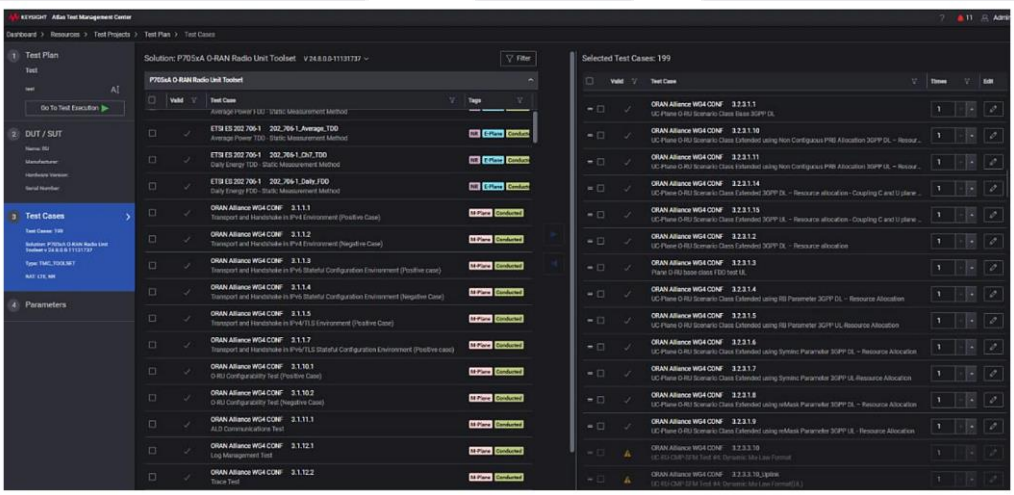


Рисунок 6. *Atlas Test Management Center*

Примеры ключевых сценариев применения

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

UeSIM предоставляет тестовое решение от ранней проверки функций 3GPP до сквозного тестирования производительности сети. Основные сценарии применения:

- проверка релизов 3GPP;
- проверка производительности mMIMO DL и ULPI, включая beamforming;
- сквозное тестирование и оптимизация производительности RAN;
- генерация рабочих нагрузок AI-RAN, проверка KPI и формирование обучающих данных;
- тестирование неназемных сетей (NTN);
- тестирование соответствия O-RAN, включая интероперабельность, производительность и безопасность;
- тестирование энергоэффективности.

Разработка и проверка функций 3GPP

Проверку релиза 3GPP можно разделить на предварительную проверку до публикации релиза и проверку зафиксированного релиза. Основная сложность предварительной проверки заключается в отсутствии доступных UE для тестирования новых функций 3GPP; аналогичная проблема сохраняется и после публикации релиза.

UeSIM предоставляет новейшие функции 3GPP для эмуляции UE и проверки функциональности и производительности RAN ещё до окончательной фиксации спецификации.

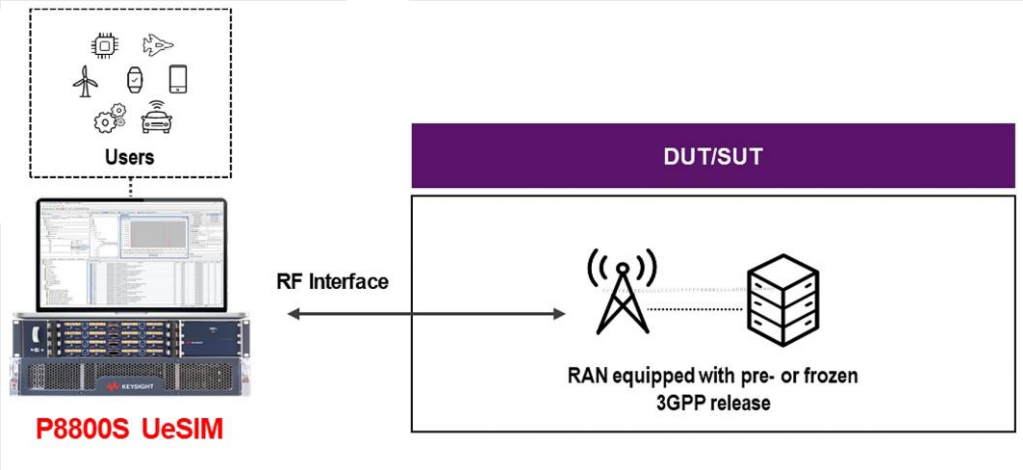


Рисунок 7. *Решение UeSIM для разработки и проверки 3GPP*

Massive MIMO (mMIMO) Beamforming

UeSIM закрывает потребности mMIMO-тестирования на различных этапах разработки продукта. Решение поддерживает Massive MIMO beamforming, включая ULPI с O-RU до 64T64R, с возможностью объединения дополнительных модулей для тестирования более широких панелей O-RU и нескольких несущих MU-MIMO.

- тестирование нескольких слоёв;
- нагрузочное тестирование;
- тестирование мобильности.

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

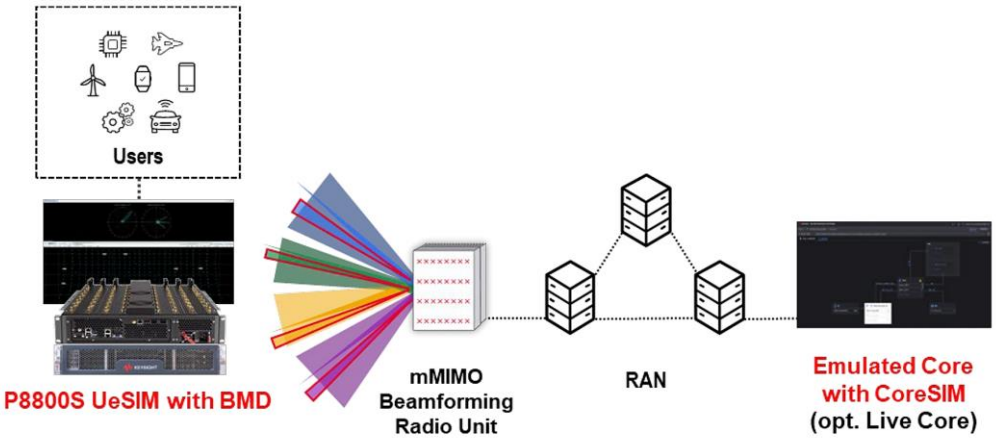


Рисунок 8. *Решение UeSIM с усовершенствованным многопортовым радиомодулем BMD для тестирования RAN с mMIMO Radio Unit с beamforming и поддержкой ULPI*

Сквозная производительность RAN/gNB

UeSIM обеспечивает проверку сквозной производительности RAN с использованием реалистичных сценариев:

- проверка полного стека протоколов, включая оценку ёмкости системы и пользовательского опыта;
- моделирование реального трафика для измерения пропускной способности, потерь вызовов и расширенных сценариев мобильности, включая модели трафика перегрузки, сервисный и смешанный трафик;
- генерация нагрузки с большим числом пользователей на соту.

Wrap-around тестовое решение для RAN/gNB формируется при совместном использовании компонентов P8827S CuSIM и P8850S CoreSIM.

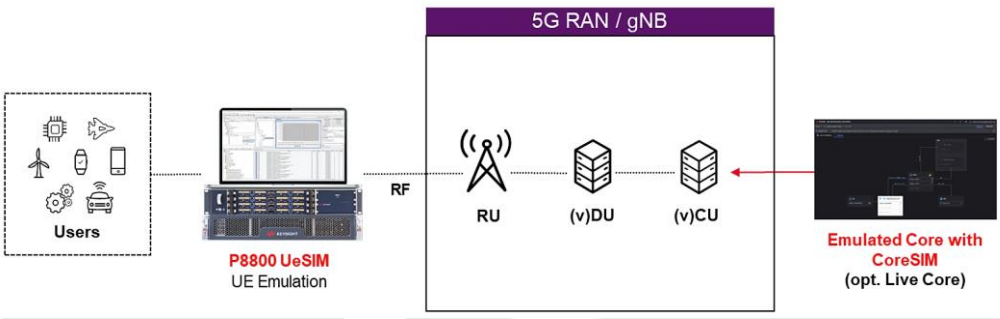


Рисунок 9. *P8800S UeSIM для wrap-around тестирования 5G RAN / gNB*

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

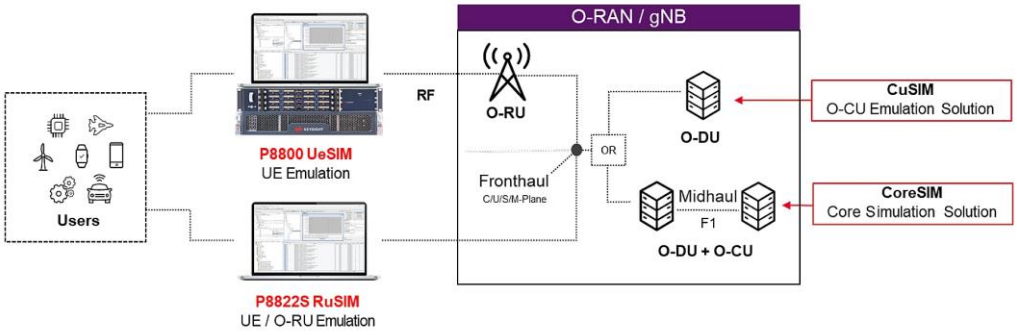


Рисунок 10. *P8800S UeSIM / P8822S RuSIM для wrap-around тестирования Open RAN*

Для тестирования RAN через открытый интерфейс fronthaul, если O-RU отсутствует или требуется его эмуляция, решение P8822S RuSIM используется для этого сценария.

Тестирование неназемных сетей 3GPP (NTN)

P8800S UeSIM предоставляет комплексное решение для тестирования NTN со встроенной эмуляцией каналов service link и feeder link. Это экономически эффективное решение позволяет выполнять функциональное и нагрузочное тестирование систем NTN с интегрированной эмуляцией спутников на низкой околоземной орбите (LEO) и геостационарной орбите (GSO) при небольшом занимаемом пространстве в лаборатории.

Как решение, рассчитанное на дальнейшее развитие, UeSIM объединяет в одной системе задачи тестирования NR-NTN, NB-NTN и наземных сетей. Оно предоставляет стенд для заказчиков, которым требуются более широкие полосы и тестовая среда для технологий 5G Advanced и 6G. Для сценариев, требующих расширенной эмуляции радиоканала, UeSIM может использоваться совместно с платформами PROPSIM.

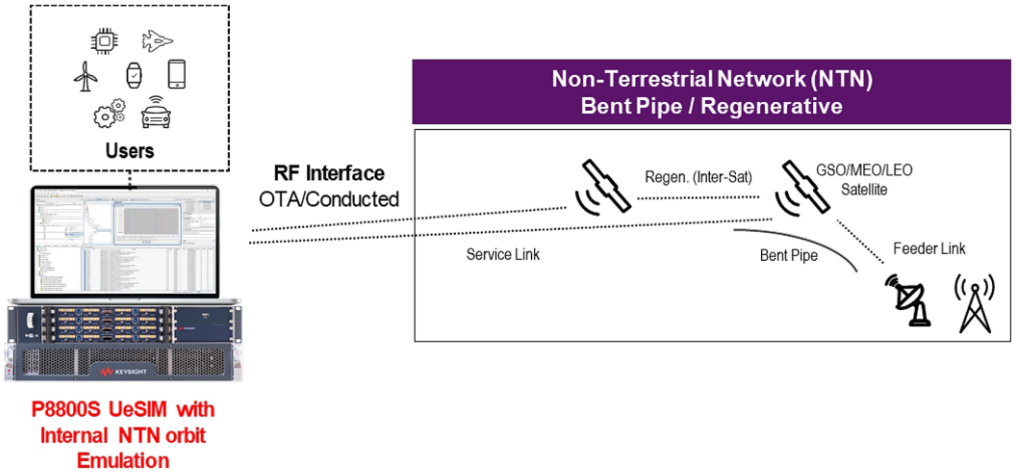


Рисунок 11. *Конфигурация тестового сценария NTN для эмуляции*

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

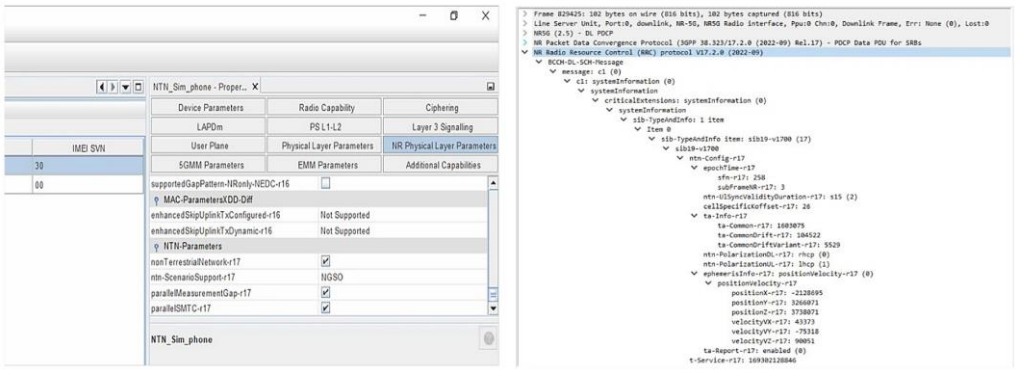


Рисунок 12. *Конфигурация сценария NTN и анализ SIB19 с использованием программного обеспечения UeSIM (AirMosaic)*

Тестирование RAN с использованием AI (AI-RAN)

Keysight предоставляет wrap-around решение для генерации рабочих нагрузок RAN, оценки производительности и создания обучающих данных для систем AI-RAN:

- генерация рабочих нагрузок RAN для сценариев AI-RAN;
- создание обучающих данных;
- бенчмаркинг KPI моделей AI/ML.

На рисунке 12 в исходном документе показана тестовая конфигурация для сценария AI-and-RAN, в котором RAN и AI совместно используют облачный кластер. UeSIM формирует рабочие нагрузки RAN, P8850S CoreSIM эмулирует ядро сети, а Atlas TMC выполняет автоматизацию тестов, формирование отчётов и аналитику. В качестве альтернативы может использоваться RuSIM при необходимости эмуляции Radio Unit.

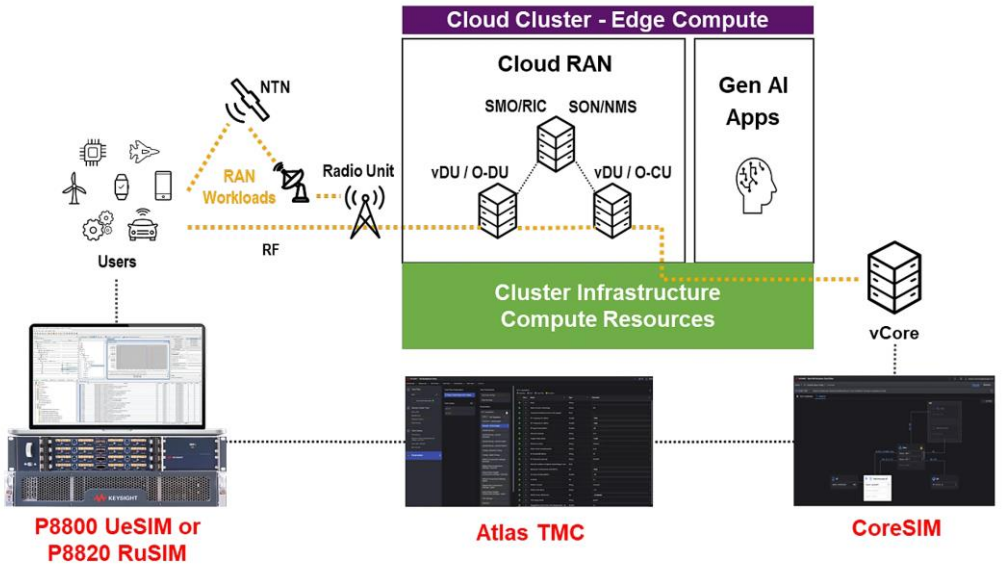


Рисунок 13. *Wrap-around тестовое решение для генерации рабочих нагрузок RAN в сценарии AI-and-RAN*

Тестирование соответствия O-RAN

Портфель тест-кейсов Keysight O-RAN Compliance обеспечивает комплексное покрытие сценариев, определённых O-RAN Alliance.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

С UeSIM доступны следующие автоматизированные тест-кейсы соответствия O-RAN:

- O-RAN WG4 Interoperability Test Cases;
- O-RAN TIFG E2E Performance Test Cases;
- O-RAN WG11 Security Test Cases.

Выполнение тест-кейсов соответствия O-RAN, аналитика и отчётность централизованы в Keysight Atlas Test Management Center (Atlas-TMC).

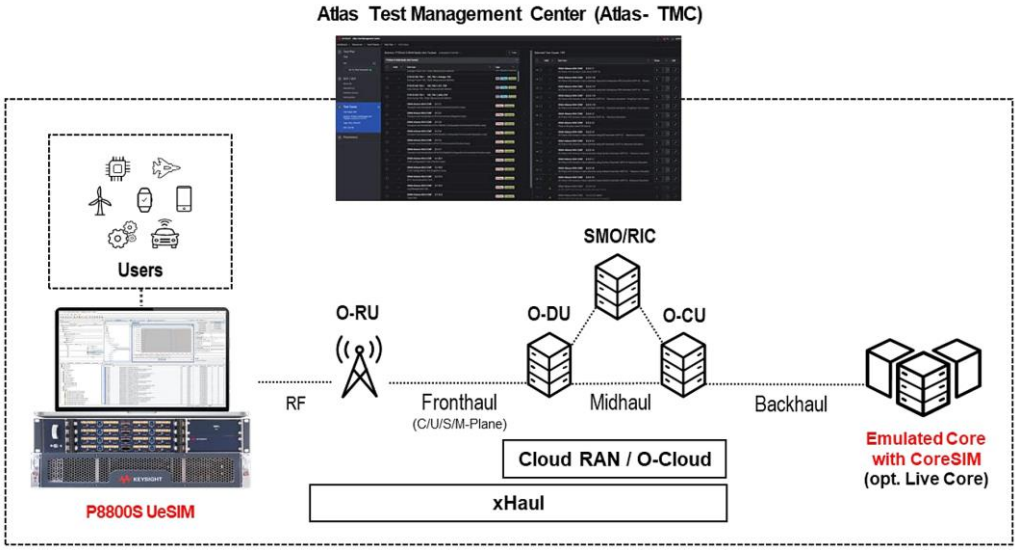


Рисунок 14. *Keysight Atlas Test Management Center (Atlas-TMC) оркестрирует тестирование соответствия O-RAN*

Обеспечение энергоэффективности

UeSIM совместно с Atlas Test Management Center (TMC) формирует решение для тестирования энергоэффективности различных компонентов:

- измерение энергопотребления облачных O-DU/O-CU:
  - на уровне namespace;
  - на уровне pod;
  - на уровне container;
- измерение энергоэффективности на уровне RAN/gNB;
- выполнение тестов в соответствии со стандартами ETSI с различными профилями трафика.

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

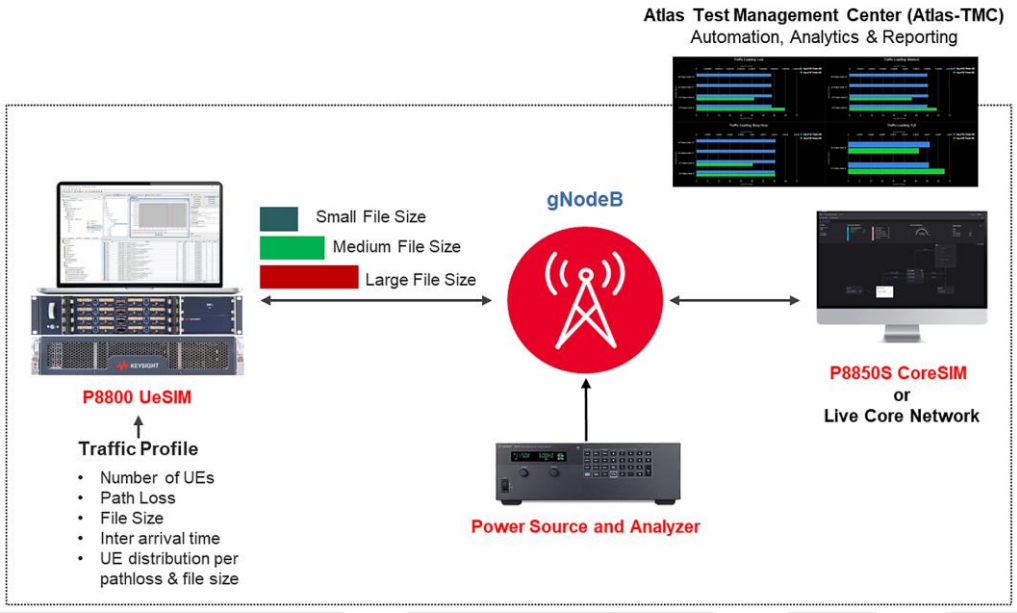


Рисунок 15. *Конфигурация тестирования энергоэффективности gNodeB*

Гибкие варианты лицензирования

Keysight предлагает широкий выбор типов и сроков лицензий в соответствии с требованиями тестирования, что позволяет экономически эффективно использовать оборудование и программные активы.

Тип лицензии	**Описание**
Node Locked	Лицензия может использоваться на одном конкретном ПК/приборе
Floating	Сетевые приборы/компьютеры могут получать лицензию с сервера по одному
Floating single site	Сервер лицензий располагается в пределах радиуса 1 мили от прибора/компьютера
Срок лицензии	**Описание**
Perpetual	Бессрочные лицензии могут использоваться неограниченно долго
Subscription based	Временные лицензии используются в течение ограниченного срока: 6, 12, 24 или 36 месяцев

Дополнительные материалы

- P8800S UeSIM UE Emulation RAN Solutions;
- Beam MIMO Detect (BMD) Datasheet;

Связанные решения

- U5040BSCB Open RAN Studio — тестирование и валидация O-RU;
- P8822S RuSIM — эмуляция UE / O-RU через O-RAN fronthaul;
- P8827S CuSIM — решения O-DU Midhaul;

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- P8826S DuSIM — решения O-CU Midhaul;
- P8828S RICtest — решения для тестирования RAN Intelligent Controller;
- P8900S LoadCore — решения для тестирования ядра сети;
- SJ001A WaveJudge Wireless Analyzer Toolset;
- PROPSIM Channel Emulator Platforms;
- S9160A Massive MIMO and MIMO RF Beamforming Test Accelerator for 5G.

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