P8820S RU Testing Toolset

Решения для тестирования радиомодулей



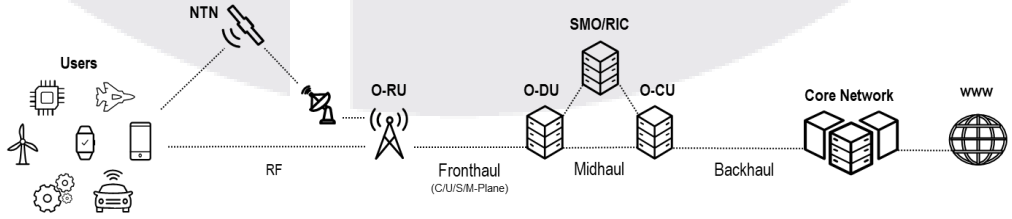
Роль радиомодулей в сетях Open RAN

Open RAN (Open Radio Access Network / O-RAN) — подход к построению сетей радиодоступа на основе открытых и совместимых интерфейсов, позволяющий компонентам разных производителей работать совместно и обеспечивающий операторам и поставщикам сетей большую гибкость.

Open Radio Unit (O-RU) играет критически важную роль как один из основных строительных блоков O-RAN. O-RU выполняет радиочастотную обработку и функции Digital Front-End (DFE), включая передачу и приём радиосигналов между пользовательским оборудованием (UE), цифровое формирование диаграммы направленности и преобразование сигналов между аналоговым и цифровым форматами.

O-RU соединяется с Open Distributed Unit (O-DU) через открытый интерфейс fronthaul по eCPRI (enhanced CPRI). Этот интерфейс обеспечивает межвендорную совместимость — один из ключевых принципов Open RAN.

Open RAN RU масштабируются в зависимости от нагрузки сети и требований к покрытию и опционально поддерживают massive MIMO и beamforming для повышения спектральной эффективности и качества обслуживания пользователей.



Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Проблемы в процессе тестирования Radio Unit

Тестирование Open RAN Radio Unit (O-RU) связано с рядом специфических сложностей, обусловленных дезагрегированной и многовендорной архитектурой Open RAN.

Этап разработки

Этап разработки включает несколько стадий, и каждая из них создаёт собственные сложности. Ниже приведены ключевые проблемы, общие для этих стадий.

RF-тестирование и калибровка

- Калибровка антенн, точность передаваемой мощности, EVM (Error Vector Magnitude), ACL (Adjacent Channel Leakage) и другие RF-измерения.
- Тестирование RU с massive MIMO особенно сложно из-за сложности диаграмм направленности и пространственного разнообразия.

Проверка функций

- Тестирование Radio Unit с различными сочетаниями section types и section extensions для проверки реализации функций O-RAN.
- Критическая взаимосвязь между RF, синхронизацией и протоколом fronthaul.
- Для ускорения разработки и валидации требуется одновременно видеть обмен протоколом fronthaul и RF-сигнал.

Проверка производительности

- Проверка соответствия требованиям к задержке, пропускной способности, massive MIMO и точности/эффективности beamforming.

Синхронизация и временные характеристики

- TDD и beamforming RU требуют точной синхронизации с использованием IEEE 1588v2 (PTP) или SyncE.
  - Тестовые средства должны уметь моделировать ошибки синхронизации, jitter и delay для оценки стабильности RU.

Этап проверки соответствия

На этапе compliance компоненты должны быть проверены на соответствие отраслевым стандартам. Для такого тестирования критически важна автоматизация, позволяющая выполнять испытания в соответствии со спецификациями, опубликованными 3GPP, ETSI и O-RAN Alliance.

- Проверка соответствия O-RU требованиям O-RAN conformance.
- Проверка соответствия O-RU требованиям 3GPP RF conformance.
- Проверка соответствия O-RU требованиям оператора связи.
- Характеризация и оптимизация энергоэффективности O-RU.
- Оценка и улучшение реакции O-RU на угрозы безопасности, например DoS.

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

Тестирование на производстве

На этапе производственного тестирования ключевое значение имеет возможность массового тестирования при сохранении точности и надёжности, где важнейшую роль играет калибровка. Оптимизация времени теста критична: более медленные циклы тестирования уменьшают общую производительность производства и тем самым увеличивают совокупные затраты.

Поэтому производственное тестирование сталкивается со следующими задачами:

- Повторное использование тестовых векторов и конфигураций, применявшихся в R&D, для уменьшения сложности.
- Параллельное тестирование нескольких Radio Unit для повышения эффективности.
- Использование автоматизации для повышения эффективности и точности тестирования.
- Использование более доступного аппаратного обеспечения для снижения TCO тестовой линии.

P8820S RU Testing Toolset

P8820S RU Testing Toolset — масштабируемое решение, предназначенное для изменяющихся задач тестирования O-RU, с поддержкой C/U/S/M-plane и комплексными возможностями тестирования massive MIMO.

Решения P8820S для тестирования O-RU позволяют производителям сетевого оборудования (NEM) и лабораториям OTIC проверять функциональность, соответствие протоколов, производительность, энергоэффективность и безопасность Radio Unit путём эмуляции и измерения сетевого трафика как через радиоинтерфейс, так и через O-RAN fronthaul.

Ключевые особенности

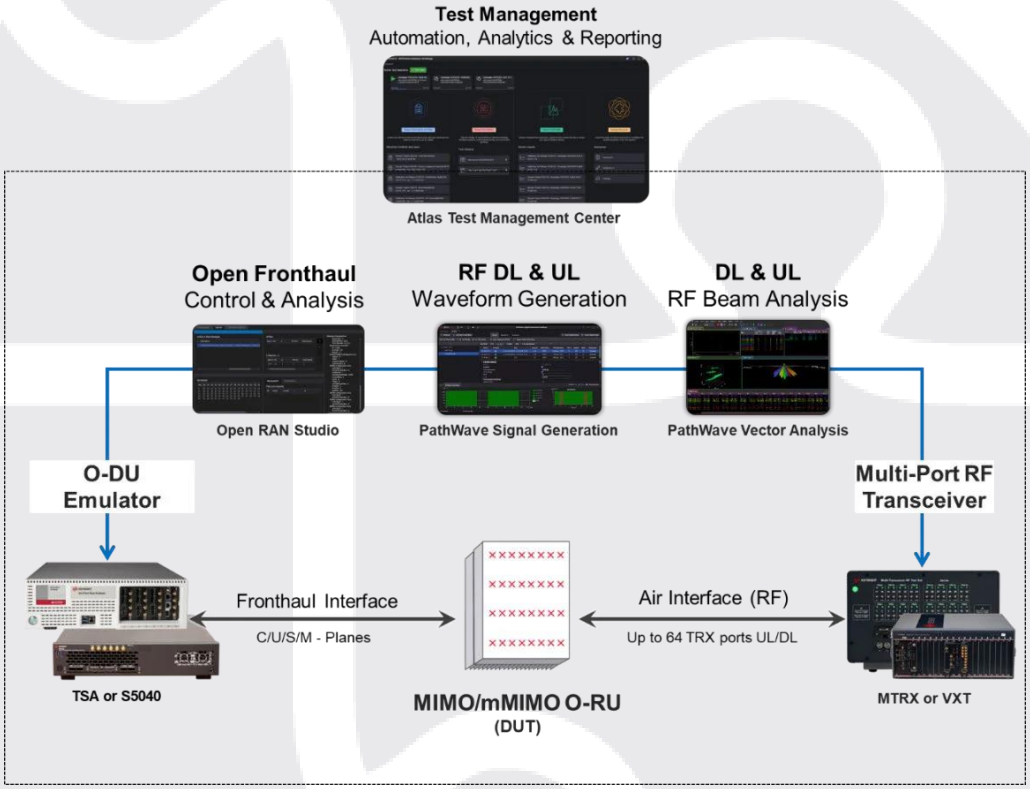
- Поддержка актуальных спецификаций O-RAN Alliance WG4 CUS-plane и M-plane.
- Тестирование Control, User, Sync и Management (CUSM) Plane в сторону тестируемого O-RU.
- Massive MIMO до 64TRx, включая O-RAN Alliance WG4 Uplink Performance Improvement (ULPI).
- Поддержка различных типов O-RU:
  - FR1 и FR2.
  - TDD и FDD.
  - 5G NR, LTE и DSS.
  - Cat-A и Cat-B, включая ULPI.
- Поддержка eCPRI fronthaul со скоростями 10GE / 25GE / 50GE / 100GE.
- Декодирование и визуализация информации протокола O-RAN и измерения как в протокольном, так и в RF-домене.
- O-RAN compliance test case batches в Atlas Test Management Center предоставляют стандартные автономные тест-кейсы O-RU по спецификациям O-RAN, 3GPP и ETSI. Предварительно подготовленные тест-кейсы выполняются точно и воспроизводимо за счёт автоматического управления и оркестрации измерительного оборудования; отчёты формируются автоматически в соответствии со спецификациями тестов.

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

Кому полезно это решение

- Производителям оборудования O-RU и чипсетов.
- Операторам мобильных сетей.
- Системным интеграторам.
- Open Test and Integration Centres (OTIC).

Компоненты решения



Программные компоненты

Atlas Test Management Center (Atlas-TMC)

- Веб-интерфейс для автоматизации тестов, аналитики и отчётности.
- O-RAN WG4 compliance O-RU test batch позволяет выполнять тест-кейсы по спецификациям O-RAN Alliance и 3GPP.
- O-RU Energy Efficiency test batch выполняет измерения энергоэффективности O-RU по спецификациям ETSI.
- O-RAN security test batch содержит ориентированные на O-RU тест-кейсы и автоматизирует проверку security capability по тестовым спецификациям O-RAN и 3GPP.

Open RAN Studio software

- Тестирует O-RAN Radio Unit (O-RU) и чипсеты с генерацией и анализом CUSM-plane стимулов по O-RAN option 7.2 split.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- Эмулирует O-DU, позволяет генерировать test vectors для DUT, захватывает uplink-коммуникации O-RAN и выполняет измерения для проверки функциональности и производительности O-RU.
- Предоставляет гибкий ручной режим тестирования O-RU.

PathWave Signal Generation software

- Гибкое средство создания сигналов, значительно сокращающее время моделирования.
- Быстрое формирование сигналов 5G NR или LTE для тестирования компонентов, передатчиков и приёмников.

PathWave Vector Signal Analysis / 89600 VSA

- Одновременные результаты анализа в частотной, временной и модуляционной областях.
- Настраиваемые спектральные трассы, acquisition time и специфические для NR трассы/таблицы качества модуляции помогают определять характеристики сигнала и beam и находить intermittent error peaks или повторяющиеся ошибки синхронизации.

Аппаратные компоненты

Варианты O-DU Emulator

- **S5040A Open RAN Studio Player and Capture Appliance** — платформа для тестирования LTE/5G O-RU: 1U-сервер на базе Windows 10/11 Pro с FPGA-ускоренными функциями Ethernet acquisition, timing и triggering.
- **Time Sync Analyzer Appliance** — высокопроизводительный O-RAN DU emulator и Time Sync Tester. Модульная заводская платформа с timing card, reference clock I/O и до трёх Ethernet line cards, обеспечивающих 50–600 Гбит/с CU traffic throughput для O-RU testing и несколько линий измерения качества синхронизации.

Варианты RF Instrument

- **E6416A / E6464A Multi Transceiver RF Test Set** — масштабируемая RF-платформа для MIMO/mMIMO с 4–64 VSA и 4–64 VSG в одном приборе, цифровой матрицей весов MIMO/massive MIMO и фазо-/временно-когерентными многоканальными измерениями RF для быстрого и точного анализа beamforming.
- **VXT RF Vector Transceiver Platforms** — PXI-платформы со встроенными vector signal generator и vector signal analyzer в каждом модуле; поддерживают многоканальные измерения и широкий набор FR2-диапазонов, от SISO до massive MIMO до 64TRx.

Ключевые примеры применения

- Ручная R&D-разработка для C/U/S/M-plane.
- Проверка beamforming massive MIMO.
- Автоматизированное O-RAN WG4 conformance testing.
- Автоматизированное 3GPP 38.141 RF pre-conformance testing.
- Автоматизированное тестирование энергоэффективности O-RU.
- Автоматизированное тестирование безопасности по O-RAN WG11 и 3GPP 33.117.

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

Ручная R&D-разработка для C/U/S/M-plane

Open RAN Studio предоставляет тестовую среду, интегрированную с инструментами в RF- и протокольном доменах, для комплексной проверки O-RAN CUSM-compliant Radio Unit.

Чтобы обеспечить согласованность измерений между RF- и baseband-сторонами O-RU, Open RAN Studio использует ту же measurement science для 5G и LTE, которая применяется в анализаторах спектра и источниках сигналов Keysight. Такая тесная связь гарантирует, что CU-plane messages и baseband information точно соответствуют сигналам, захваченным на RF-стороне Radio Unit.

Проверка beamforming massive MIMO (mMIMO)

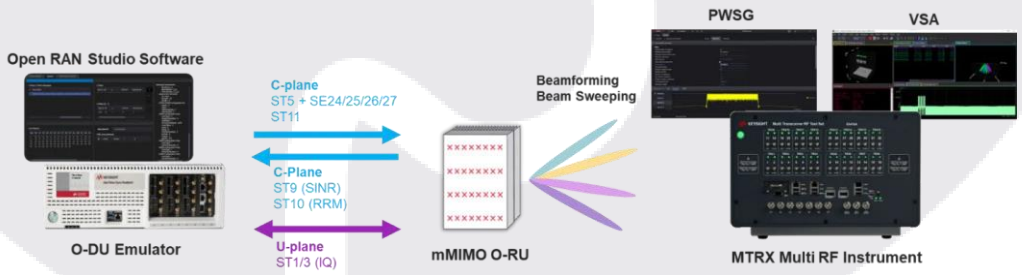
Open RAN Studio, работающий в O-DU emulator (Time Sync Analyzer или S5040A), включает средства для построения, воспроизведения, захвата и измерения O-RAN traffic через fronthaul Ethernet 10/25 Гбит/с. Интеграция с PathWave Signal Generation и 89600 VSA обеспечивает формирование сложных 5G NR/LTE сигналов, захват, извлечение и экспорт IQ-векторов для расширенного анализа модуляции и RF-производительности.

В сочетании с Vector Signal Analysis и PathWave Signal Generation, работающими внутри Multi Transceiver RF Test Set, решение обеспечивает cross-domain многоканальные RF- и O-RAN protocol measurements для Downlink и Uplink.

P8820S покрывает потребности massive MIMO testing на разных этапах разработки. Поддерживается beamforming massive MIMO, включая ULPI, для O-RU до 64T64R; возможно агрегировать несколько устройств для тестирования более широких O-RU panels и нескольких MU-MIMO carriers.

Поддерживаются все методы beamforming, определённые O-RAN.WG4.CUS для uplink и downlink:

- Predefined-Beam Beamforming (PDBF).
- Weight-based Dynamic Beamforming (WDBF).
- Attribute-based Dynamic Beamforming (ABBF).
- Channel-Information-based Beamforming (CIBF).
- DMRS-based beamforming (ULPI).



Автоматизированное O-RAN WG4 conformance testing

Портфель Keysight O-RAN Compliance Test Cases обеспечивает комплексное покрытие сценариев, определённых O-RAN Alliance.

P705xA O-RAN Radio Unit Test Automation Solution — интегрированный программный пакет для автоматизированного conformance testing O-RAN Radio Unit (O-RU) по O-RAN WG4 Conformance Test Specification.

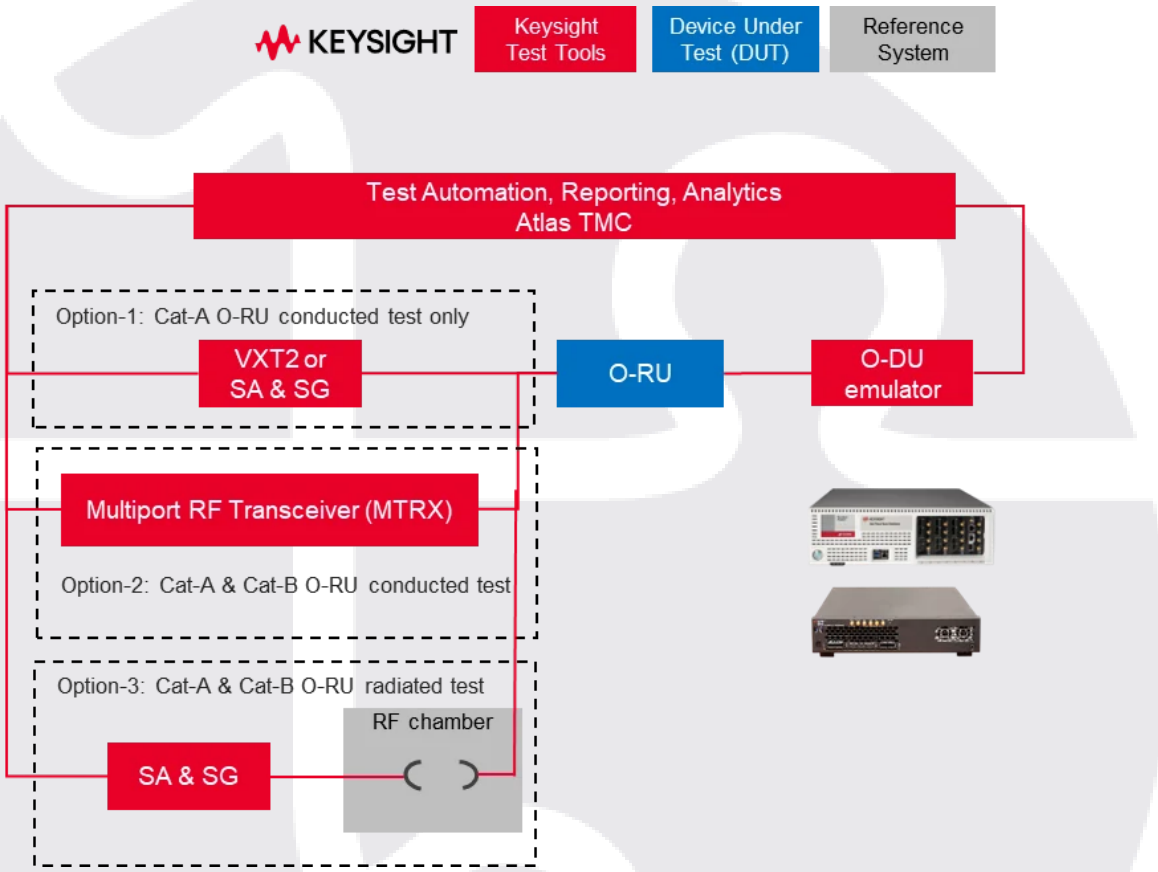
Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Решение работает совместно с Atlas Test Management Center — средой с test sequencer, timing analyzer, result viewer и другими средствами разработки автоматизированных испытаний.

P705xA объединяет измерения в нескольких технических областях: network protocols, baseband и RF, управление приборами и DUT, system design and calibration и экспертизу стандартов для комплексной проверки O-RAN CUSM-compliant Radio Unit.



Автоматизированное 3GPP 38.141 RF pre-conformance testing

На аппаратной конфигурации, аналогичной O-RAN Radio Unit Conformance test, O-RU может проверяться на соответствие 3GPP 38.141 RF Conformance Test Specification.

Под управлением PathWave KS8400 Test Automation Open RAN Studio, работающий в S5040A или Time Sync Analyzer, выполняет роль O-DU, передаёт стимулы в O-RU и переводит его в требуемый 3GPP test mode. RF-инструменты выполняют тысячи необходимых измерений для каждого test case, включая TRP, ACLR, intermodulation, frequency, beam declarations, polarization и другие. Автоматизация собирает результаты, определяет pass/fail каждого test case и автоматически формирует отчёт.

Автоматизированное тестирование энергоэффективности O-RU

O-RU E-Plane ETSI Test Suites измеряют Energy Consumption (EC) и Energy Efficiency (EE) O-RU в соответствии со стандартами ETSI. Тестирование энергоэффективности объединяет измерения мощности с protocol- и RF-доменами и требует cross-domain measurement system и cross-correlation данных для содержательной оценки энергетических характеристик RAN-компонентов.

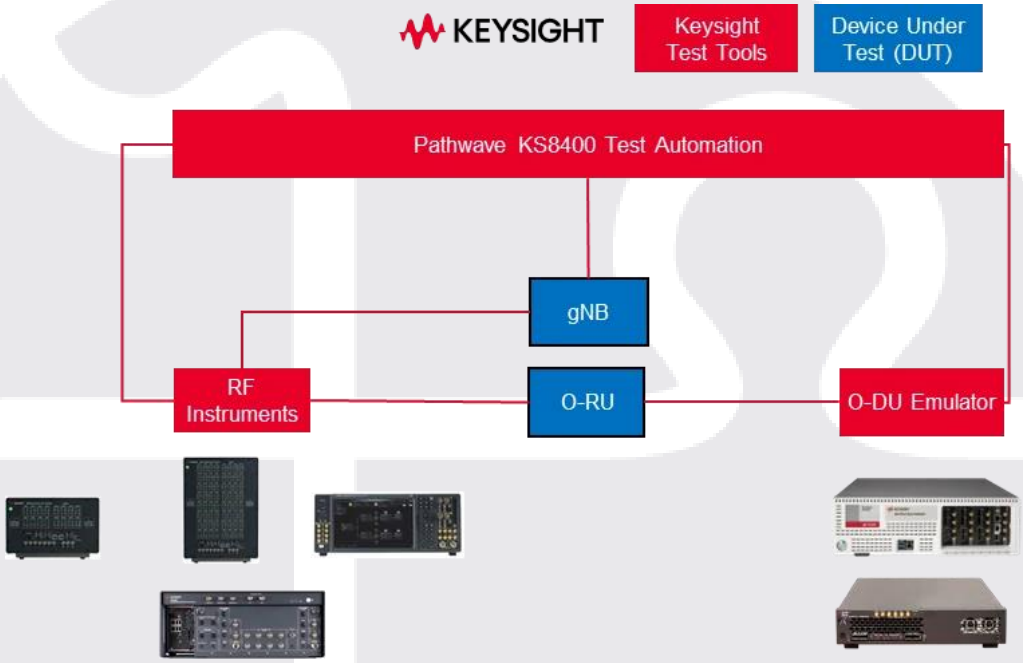
Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Под управлением Atlas Test Management Center Open RAN Studio в S5040A или Time Sync Analyzer действует как O-DU и переводит O-RU на разные уровни нагрузки, определённые ETSI 202 706. Одновременно характеризуются энергопотребление и RF performance, чтобы убедиться, что энергоэффективность не достигается ценой ухудшения RF-характеристик.

Также возможно тестировать O-RU при включённых и выключенных энергосберегающих механизмах, сравнивая режимы и количественно оценивая выигрыш в энергоэффективности.



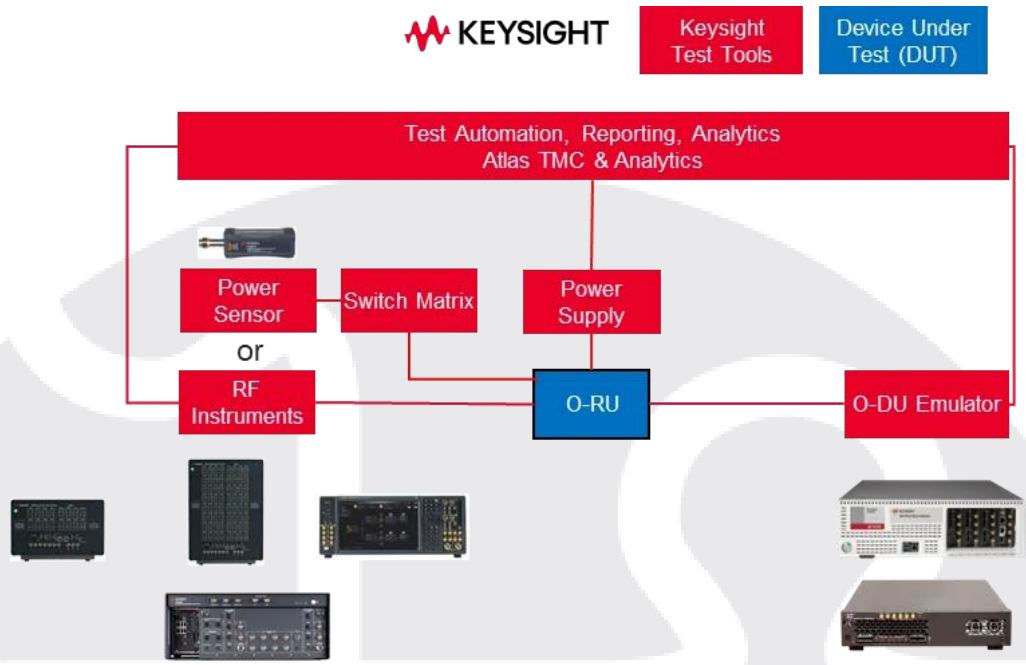
Автоматизированное тестирование безопасности O-RAN WG11 и 3GPP 33.117

Keysight 5G and O-RAN security test suite включает тестовые решения, применяемые операторами, производителями и системными интеграторами для functional, performance и deployment-readiness testing на основе реалистичных сценариев.

Набор включает test cases O-RAN WG11 и 3GPP 33.117 для O-RU, поддерживает моделирование реальных угроз, расширенные функции scan и audit, необходимые для оценки готовности к развёртыванию в коммерческих сетях с функциональной, performance и DevSecOps точек зрения.

Использование Atlas Test Management Center позволяет выполнять эти тест-кейсы с минимальной кривой обучения и без необходимости глубокой специализированной подготовки в области security testing.

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



Гибкие варианты лицензирования

Keysight предлагает широкий набор типов и сроков лицензий, позволяющий адаптировать лицензирование под конкретные задачи тестирования и эффективно использовать программные активы.

Тип лицензии	Описание
Node locked	Использование лицензии на одном указанном приборе или компьютере.
Transportable	Использование на одном приборе или компьютере одновременно. Лицензию можно перенести на другой прибор или компьютер с помощью онлайн-инструмента Keysight.
USB portable	Перенос лицензии конечным пользователем между приборами/компьютерами с помощью сертифицированного USB-ключа, приобретаемого отдельно.
Network floating (multiple PCs)	Доступ к лицензии с сетевых приборов/компьютеров через сервер по одному пользователю одновременно. Для одновременного доступа приобретаются дополнительные лицензии. Доступны Single Site (радиус 1 миля от сервера), Single Region (Americas / Europe / Asia) и Worldwide с учётом экспортных ограничений EULA.
Perpetual	Программная лицензия может использоваться бессрочно.
Subscription based	Программная лицензия действует в течение срока подписки.

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

Дополнительные ресурсы

- P8820S RU Testing Toolset.
- U5040BSCB Open RAN Studio for O-RU Testing and Validation.
- E6416A / E6464A Multiport RF Transceivers.
- S5040A Open RAN Studio Player and Capture Appliance.
- Time Sync Analyzer Appliance.
- P7000A Base Station Measurement Automation Solution.

Связанные решения

- P8800S UeSIM RAN Testing Toolset.
- P8822S RuSIM — UE / O-RU Emulation Over the O-RAN Fronthaul.
- P8827S CuSIM — O-DU Midhaul Solutions.
- P8826S DuSIM — O-CU Midhaul Solutions.
- P8828S RICtest — RAN Intelligent Controller Test Solutions.
- P8900S LoadCore — Core Network Solutions.
- 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.