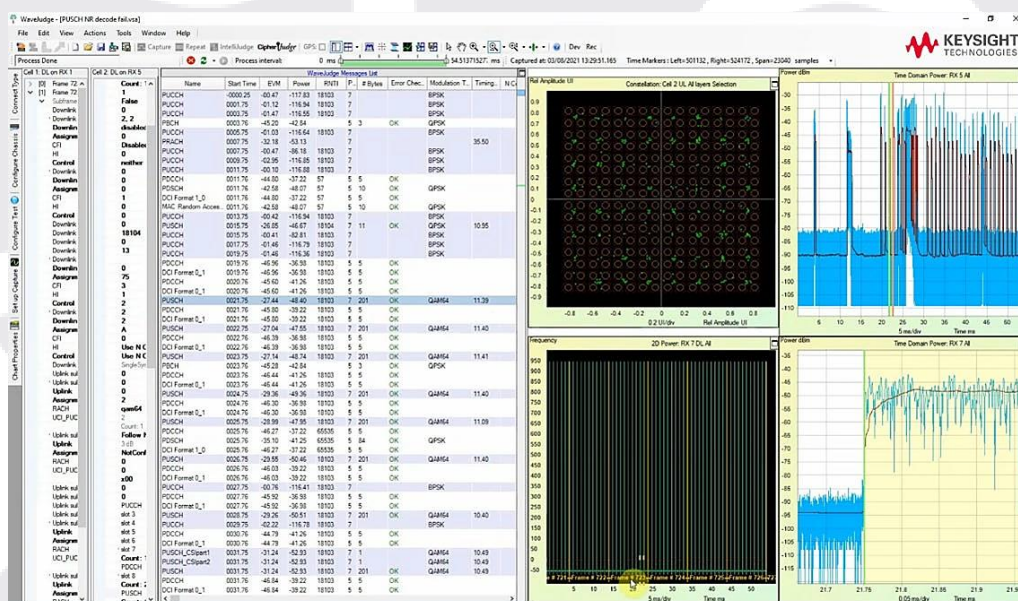


SJ001A WaveJudge — набор инструментов анализатора беспроводных сетей

Объективное решение для диагностики трафика и радиочастотных характеристик

Эффективный анализ сложных проблем

Keysight SJ001A WaveJudge Wireless Analyzer Toolset — программное решение для анализа протоколов и радиочастотных (RF) характеристик синфазных и квадратурных (IQ) данных. Сообщения коррелируются с событиями физического уровня (PHY) для быстрого выявления функциональных проблем и проблем совместимости.



Содержание

- [Достижение целей по выводу продукта на рынок в сложных условиях](#)
- [Ускорение поиска неисправностей с WaveJudge](#)
- [Использование WaveJudge для решения сложных задач NTN, ISAC, Wi-Fi и O-RAN](#)
- [Настройка WaveJudge для оптимального анализа](#)
- [Эффективный поиск неисправностей с программным обеспечением SJ001A WaveJudge](#)
- [SJ002A WaveJudge Standard Wireless Analyzer Toolset](#)
- [WJ1100A CipherJudge Key Intercept HW Kit](#)

Достижение целей по выводу продукта на рынок в сложных условиях

Беспроводная связь повсеместна и ускоряет передачу информации между людьми, машинами, компаниями, учебными заведениями и другими участниками. Быстро развивающийся рынок и постоянное совершенствование сотовых, Wi-Fi, частных и спутниковых сетей делают беспроводную связь более доступной и простой в использовании, повышая ожидания потребителей. Конечные пользователи ожидают немедленной и безошибочной доставки информации.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

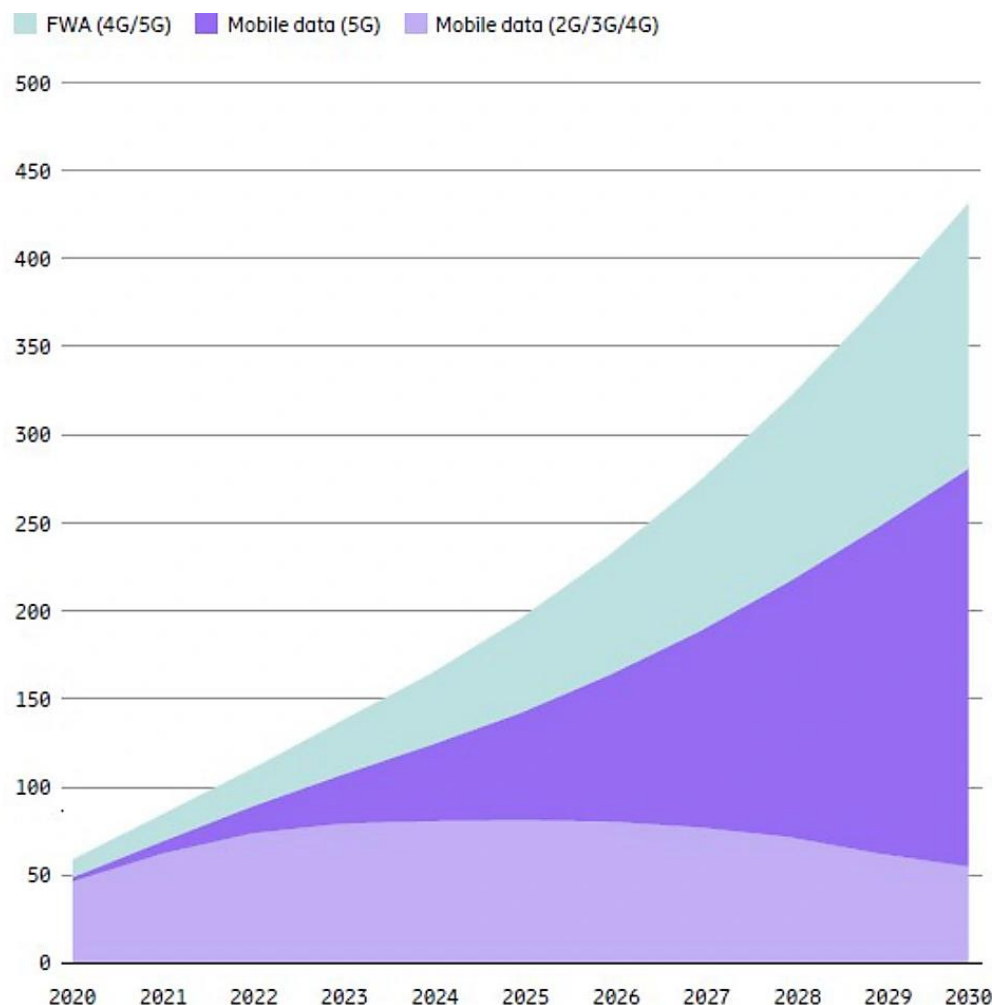


Рисунок 1. Глобальный мобильный трафик данных в эксабайтах (ЕВ) в месяц по данным Ericsson Mobility Report, июнь 2025 г.

Чтобы соответствовать этим ожиданиям, требуется комплексное тестирование, которое при этом не должно существенно задерживать выпуск беспроводных решений. Развитие возможностей — более высокая пропускная способность, более сложные типы модуляции, увеличенные полосы и большее число пространственных потоков — повышает сложность и затрудняет успешный анализ производительности и поведения. Эффективное тестирование для проверки соответствия производительности целям проекта и отраслевым стандартам необходимо на всём жизненном цикле разработки беспроводных сетей и устройств и помогает обеспечивать удовлетворённость заказчиков.

Существенные технические проблемы влияют на эффективность тестирования:

- чёткое выявление проблем, обнаруженных во время тестирования;
- поиск неисправностей в сложных сценариях, таких как Wi-Fi 7 Multi-Link Operation (MLO), Non-Terrestrial Networks (NTN) и Open Radio Access Networks (O-RAN);
- предвзятость инструментов анализа, скрывающая первопричину ошибок сообщений;
- корреляция проблем протокольного обмена с радиочастотными характеристиками, включая мощность и модуляцию;

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- захват требуемых данных по эфиру без нарушения работы тестовой системы и без изменения подключений и управления устройством;
- пассивный мониторинг трафика без внесения помех.

Ускорение поиска неисправностей с WaveJudge

Keysight SJ001A WaveJudge Wireless Analyzer Toolset решает эти задачи. Встроенные RF-графики, коррелированные с результатами списка сообщений, и анализ всех полученных IQ-данных независимо от источника позволяют SJ001A экономить время при разработке и интеграционном тестировании чипсетов, устройств, клиентов, точек доступа (AP) и сетей. Импортированные IQ-данные можно анализировать автономным программным обеспечением либо совместно с несколькими аппаратными платформами Keysight для более комплексного тестирования. WaveJudge — решение для диагностики сложных проблем протокольного обмена и радиочастотных характеристик.

Ключевые возможности

- тестирование нескольких технологий: 5G New Radio (NR), Long-Term Evolution (LTE), NTN, 5G NR reduced capabilities (RedCap), Wi-Fi, Narrow-Band Internet of Things (NB-IoT), Vehicle-to-Everything (V2X) и O-RAN;
- корреляция сообщений и RF-графиков: RF/PHY и уровни 1 (L1)–3 (L3) коррелируются в представлениях сообщений и графиков для эффективного поиска неисправностей;
- автоматическое выявление ошибок: каждое сообщение проверяется на наличие ошибок для поиска проблем;
- декодирование сообщений без предвзятости: объективный захват принятых сообщений по эфиру (OTA) или по проводному RF-тракту, без использования журналов сети или устройства;
- пассивный мониторинг всех сообщений сети и устройств;
- захват в течение нескольких минут для поиска и выявления периодически возникающих проблем.

Использование WaveJudge для решения сложных задач NTN, ISAC, Wi-Fi и O-RAN

Портфель WaveJudge предоставляет решения для поиска и выявления сложных проблем в различных условиях.

- захват IQ-данных через проводное RF-подключение или по эфиру (OTA) с использованием аппаратных платформ WaveJudge;
- точное определение проблем в момент их возникновения благодаря мгновенным результатам декодирования и анализа в реальном времени;
- импорт файлов IQ-данных, захваченных другими решениями Keysight, для анализа сообщений и RF с помощью WaveJudge;
- совместное использование программного обеспечения WaveJudge с платформами несигнального тестирования для получения информации сообщений PHY и Medium Access Control (MAC) вместе с графиками RF-характеристик.

В следующих разделах приведены примеры, в которых WaveJudge помогает решать сложные проблемы.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Анализ проблем в неназемных сетях (NTN)

NTN — это сеть связи, включающая воздушные или космические средства, а также наземные компоненты. Такие гибридные сети используют технологии спутниковой связи для расширения существующей сотовой связи. Обычно NTN означает сети, связывающие сотовую инфраструктуру и спутниковые каналы, а также способы предоставления конечным пользователям прямого доступа к спутниковым сетям.

Современная «новая космическая гонка» в значительной степени сосредоточена на неназемных сетях, поскольку государства и компании стремятся развивать связь, наблюдение, зондирование и мониторинг. NTN обладают значительной внутренней сложностью: неназемная сеть использует спутник NTN для транспортировки транспортного трафика (backhaul), превращая спутник из простого ретранслятора в важнейший компонент.

Спутниковый канал NTN использует технологии NB-IoT или 5G NR. Эти варианты также известны как NB-NTN и NR NTN. Хотя NB-NTN сегодня шире моделируется и тестируется, ожидается, что NR NTN станет основной технологией для приложений NTN.

Отношение сигнал/шум NB-NTN

При использовании спутников в сети связи задержки, замирания и уровень сигнала являются ключевыми факторами производительности NTN. Ошибки синхронизации и временные ошибки служат индикаторами проблем нисходящей линии NTN (DL) — канала связи от спутника к земле.

[WJ5000A WaveJudge Wireless Analyzer](#) и программное обеспечение SJ001A WaveJudge предоставляют решение для исследования влияния задержки и уровня сигнала. Используя наземные антенны, WaveJudge захватывает и декодирует IQ-данные NB-NTN DL в реальном времени во время прохождения спутников сети над точкой наблюдения. Также WaveJudge может захватывать и сохранять данные для последующего анализа и сравнения характеристик спутников. Анализ отношения сигнал/шум (SNR) нисходящей линии часто даёт подсказки при обнаружении на земле ошибок временной и частотной синхронизации.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

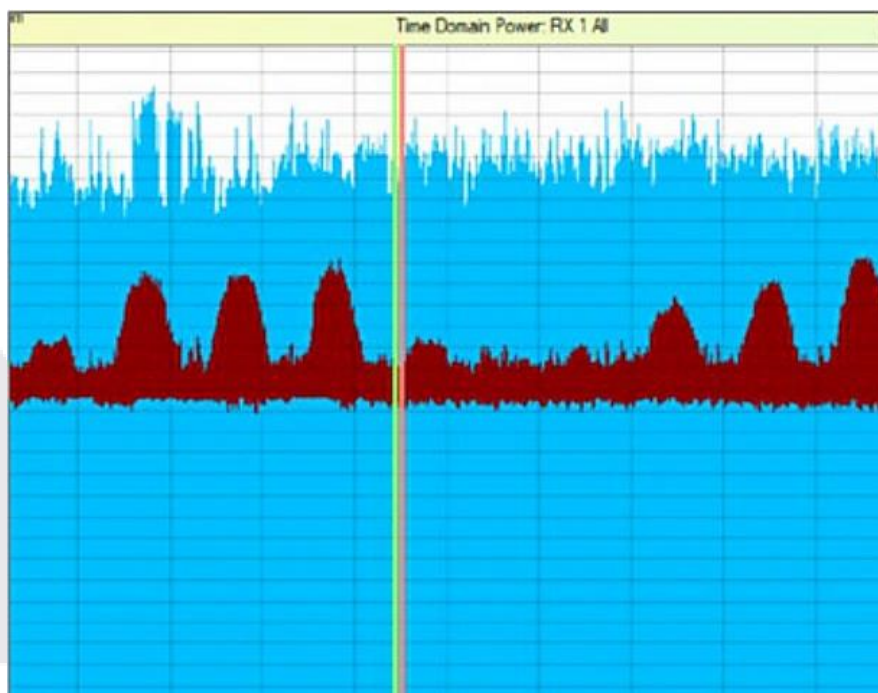


Рисунок 2. Пример результатов мощности NB-NTN во временной области

Отказы соединения NR NTN

Программное обеспечение WaveJudge совместно с решениями эмуляции сети предоставляет методы тестирования устройств NR NTN в различных условиях. Решения [UXM](#) и [PROPSIM](#) эмулируют канал NR NTN, протокольный обмен и RF, включая модели задержки и замираний. Аппаратные и программные средства WaveJudge захватывают и декодируют IQ-данные 5G NR для анализа протокола и RF-характеристик.

На рисунке 3 показан пример, в котором [WJ5900A WaveJudge 5G Real-Time Wireless Analyzer](#) и программное обеспечение SJ001A WaveJudge анализируют отказ соединения при наличии доплеровского сдвига в нисходящей линии NR NTN. Журнал сообщений [UXM](#) показывает рост Symbol Timing Offset (STO) от пользовательского оборудования (UE) в восходящей линии (UL) — канале связи от UE к спутнику. В конечном счёте сеть перестаёт декодировать STO. Решение WaveJudge захватывает передачи UE в UL и показывает, что Physical Uplink Shared Channel (PUSCH) вызывает дрейф STO во времени.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

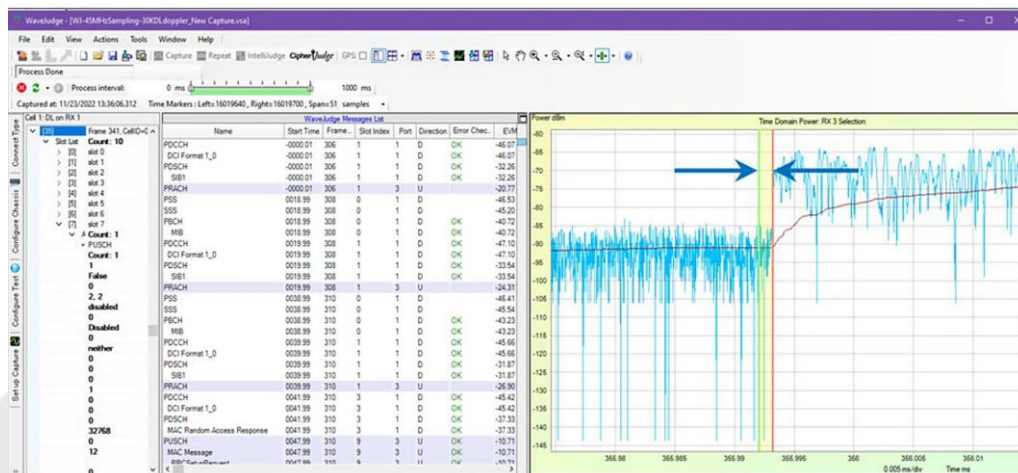


Рисунок 3. Пример результатов отказа соединения NR NTN с [UXM](#), [PROPSIM](#) и WaveJudge

Оценка реализаций ISAC

Разработка интегрированное зондирование и связь (ISAC, Integrated Sensing and Communication) развивается в рамках 5G NR и продолжится в 6G. Идея заключается в использовании беспроводной сети для определения присутствия устройств или объектов и передачи их координат вместо отдельной системы слежения, например радара. Использование существующих беспроводных сетей и форм сигналов позволяет быстро выполнять настройку и развёртывание. Обнаружение и отслеживание присутствия и координат дронов, людей, транспортных средств и опасных объектов — одни из предлагаемых областей применения ISAC.

Решения Keysight подходят для оценки возможных реализаций ISAC. Один из примеров использует экспортированные из WaveJudge данные IQ в частотной области для расчётов OFDM-радар, формирующих доплеровский график, показывающий положение обнаруженного объекта.

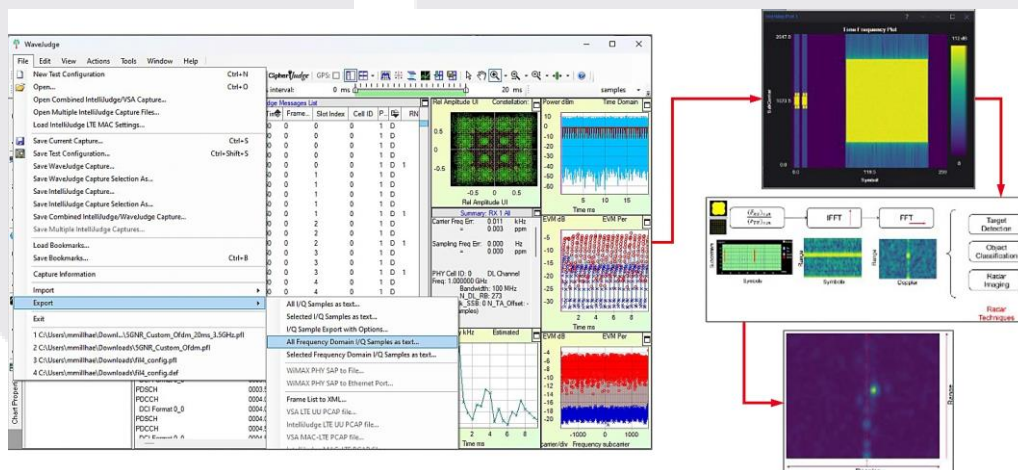


Рисунок 4. Экспорт IQ-данных в частотной области для расчётов OFDM-радар

Исследование проблем Wi-Fi 7 и 8

Технологии Wi-Fi продолжают развиваться, поскольку пользователи ожидают более высокой пропускной способности и лучших показателей скорости, задержки и надёжности. Wi-Fi 7, также

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

известный как IEEE 802.11be, является последним утверждённым поколением, а определение Wi-Fi 8 находится в процессе разработки.

PHY и MAC Wi-Fi 8

Первые реализации IEEE 802.11bn, также известного как Wi-Fi 8 или Ultra-High Reliability (UHR), находятся в разработке. Выявление ошибок кодирования PHY, передачи и приёма недавно реализованного протокола имеет ключевое значение, поскольку протокольный обмен на более высоких уровнях строится на основе PHY.

WaveJudge декодирует PHY-сообщения Wi-Fi 8 и предоставляет результаты RF-графиков для оценки новых возможностей, таких как неравномерная модуляция (Unequal Modulation, UEQM) (рисунок 5) и распределённые по тону ресурсные единицы (Distributed-Tone Resource Units, dRU) (рисунки 6 и 7).

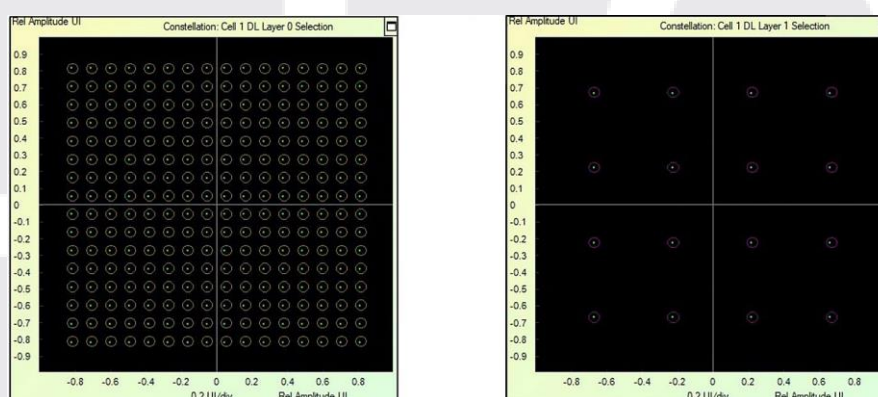


Рисунок 5. Пример UEQM с различными типами модуляции в потоках MIMO 0 и 1

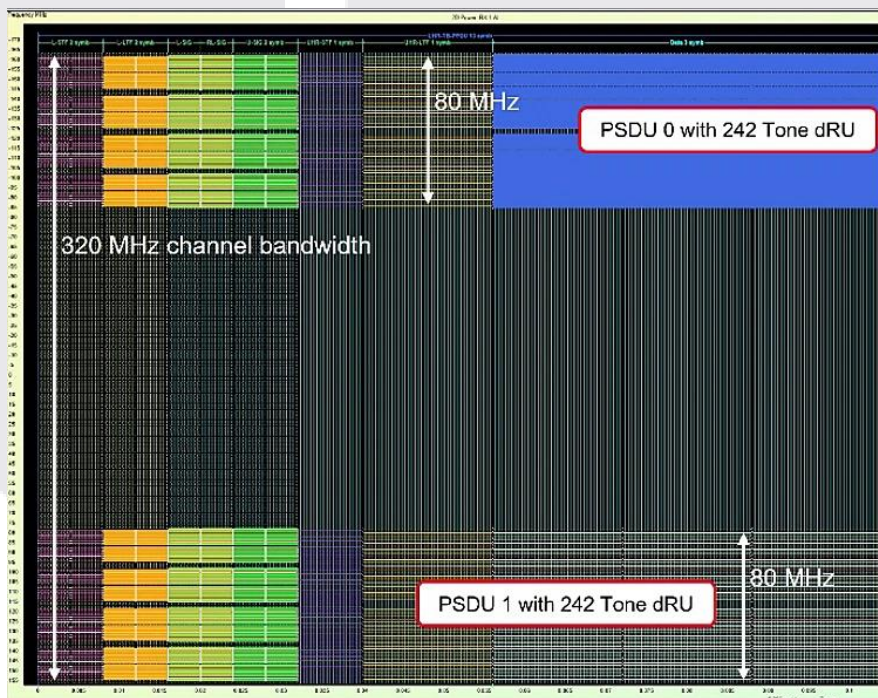


Рисунок 6. Пример dRU: 242 тона, распределённые по сегментам 80 МГц в канале шириной 320 МГц

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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



Рисунок 7. Пример dRU: 6 и 106 тонов, чередующихся в канале шириной 20 МГц

Интеграция уровня MAC — следующий этап разработки точек доступа Wi-Fi 8. Точки доступа периодически передают маячковые кадры (Beacon), сообщая клиентам о доступности сети и её возможностях. WaveJudge декодирует MAC-сообщения Wi-Fi 8 и помогает выявлять потенциальные проблемы. На рисунке 8 показан пример проблемы с UHR PHY dRU в маячковом кадре (Beacon) Wi-Fi 8.

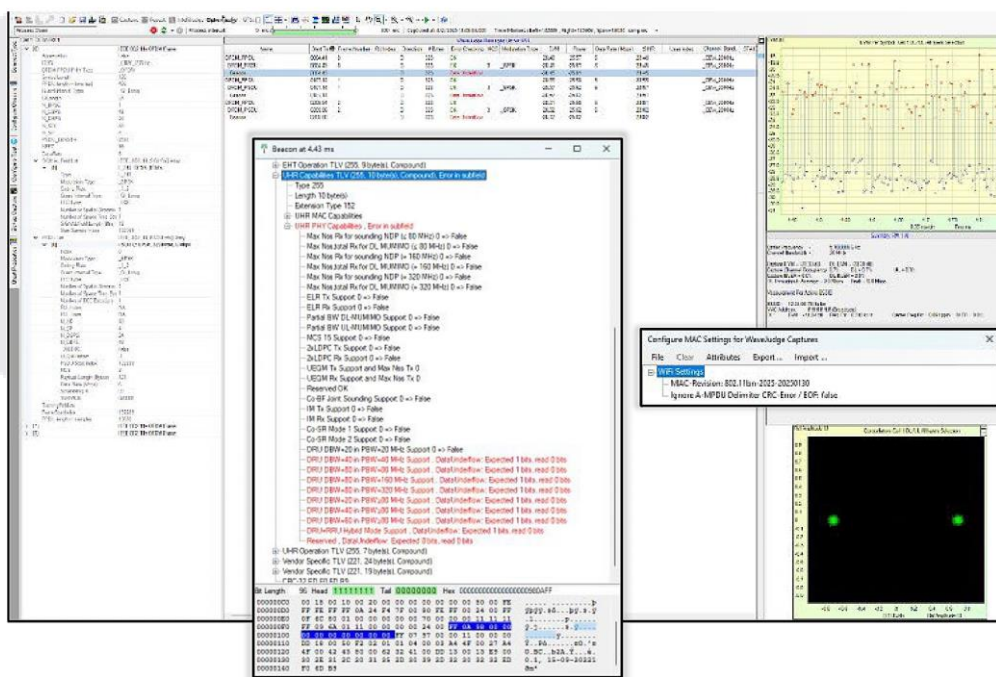


Рисунок 8. Пример результатов WaveJudge для маячкового кадра (Beacon) Wi-Fi 8

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Multi-Link Operation

Новая возможность Wi-Fi 7 — Multi-Link Operation. MLO позволяет устройствам Wi-Fi 7 выбирать лучшие частоты для передачи данных на основе таких факторов, как задержка, пропускная способность и стабильность соединения, повышая надёжность и снижая задержку, особенно для онлайн-игр, удалённой работы и облачных вычислений. Во время MLO беспроводная локальная сеть (WLAN) может передавать и/или принимать сигналы на нескольких частотах в каждом из трёх диапазонов Wi-Fi, определённых IEEE.

Одновременное использование нескольких частот и диапазонов создаёт сложный набор требований к тестированию. Оптимальный сценарий оценивает несколько сигналов в одном наборе данных, максимально воспроизводя реальные условия, вместо отдельного тестирования характеристик на каждой частоте.

WaveJudge захватывает все сигналы в сети независимо от частоты или диапазона, что делает его подходящим решением для поиска проблем протокольного обмена MLO. Корреляция между декодированными сообщениями и RF-графиками обеспечивает точное выявление и анализ ошибок. Например, на рисунке 9 показаны список сообщений и RF-графики из захвата Wi-Fi 7 MLO с использованием двух отдельных несущих частот. RF-график спектральной мощности чётко показывает частоты и уровни мощности двух сигналов.

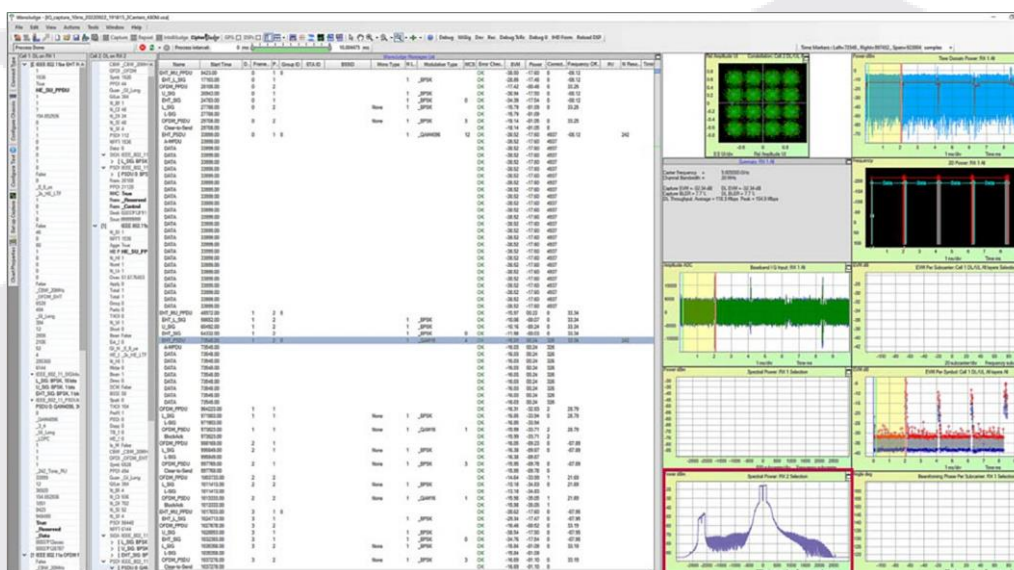


Рисунок 9. Пример результатов анализа Wi-Fi 7 MLO на двух частотах

Совместное использование программного обеспечения WaveJudge и оборудования для несигнального тестирования обеспечивает анализ PHY и MAC MLO без дорогостоящего сигнального тестового оборудования. Одноблочное решение использует программное обеспечение WaveJudge на встроенном контроллере беспроводного тестового комплекта [E6680E](#). IQ-данные захватываются непосредственно на SSD-накопители тестового комплекта, после чего анализируются WaveJudge (рисунок 10). Для большей гибкости и модульной структуры программное обеспечение WaveJudge можно использовать совместно с векторными приёмопередатчиками [VXT PXI](#) [M9411A](#) или [M9416A](#).

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

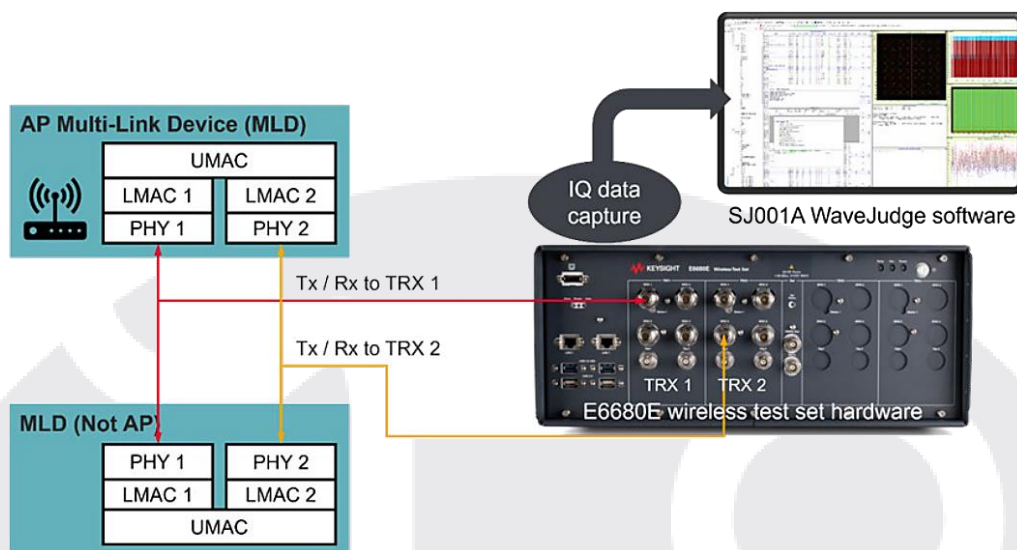


Рисунок 10. Анализ обмена сообщениями Wi-Fi 7 MLO с оборудованием для несигнального тестирования

Совместное использование WLAN и сотовой связи

Важной областью производительности Wi-Fi 7 является способность сосуществовать с сотовыми технологиями в диапазоне 6 ГГц. Диапазон 6–7,125 ГГц, новый для Wi-Fi 6E и Wi-Fi 7, совместно используется с 5G NR-U — нелицензируемым 5G. Большая ширина каналов Wi-Fi 7 — до 320 МГц — повышает риск помех, особенно в соседних и перекрывающихся каналах. Проверка работы точек доступа Wi-Fi и клиентов при наличии сигналов 5G NR необходима для обеспечения корректной передачи и приёма данных обеих технологий.

WaveJudge является важной частью решения для оценки сосуществования сети Wi-Fi 7 с 5G NR. При использовании Keysight [UXM](#) для эмуляции сигналов 5G NR и WLAN во время тестирования AP или клиента аппаратное обеспечение [WJ5900A WaveJudge](#) захватывает IQ-данные сети — сотовые и Wi-Fi — для анализа сообщений и RF. Либо автономное программное обеспечение SJ001A WaveJudge может анализировать сотовые и Wi-Fi IQ-данные, импортированные из [UXM](#), как показано на рисунке 11. WaveJudge анализирует все полученные или импортированные IQ-данные без предвзятости, в отличие от инструментов журналирования клиента или AP, которые предполагают, что их сообщения отправляются и принимаются правильно.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

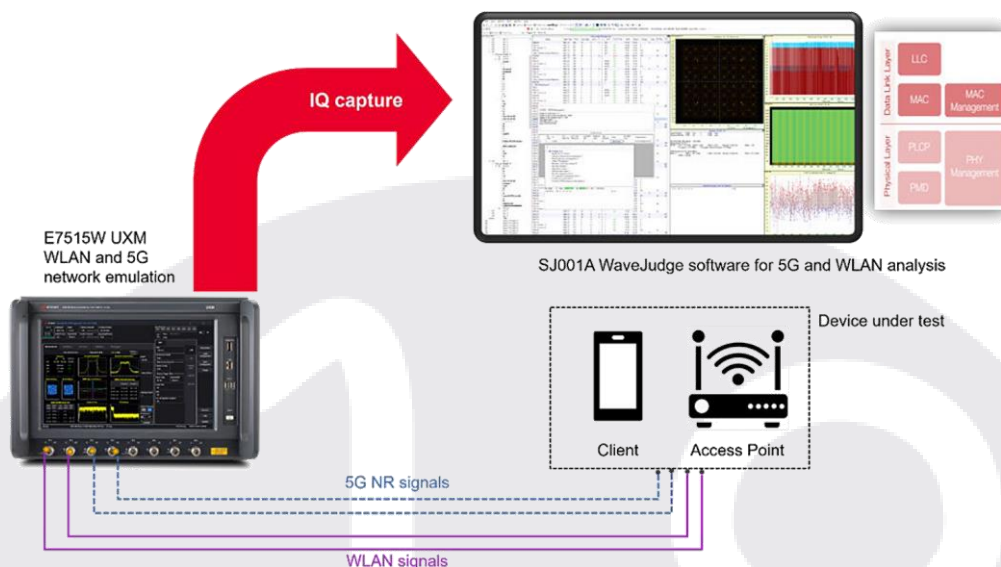


Рисунок 11. Тестирование сосуществования WLAN и сотовой связи с WaveJudge и UXM

Исследование проблем, обнаруженных в полевых условиях

Обратная связь от конечных пользователей, разработчиков сетей и поставщиков услуг является ценной информацией для поддержания и оптимизации производительности беспроводных систем. Однако воспроизведение проблем, обнаруженных в полевых условиях, часто затруднено. Совместное использование WaveJudge и оборудования для несигнального тестирования помогает воспроизводить реальные данные, захваченные в поле. Захваченный файл данных импортируется в WaveJudge, после чего беспроводной тестовый комплекс или VXT передаёт данные по RF на тестируемое устройство (DUT), сетевой элемент, AP, UE или клиент. Несигнальное оборудование принимает RF-выход DUT, а WaveJudge захватывает IQ-данные DUT. Сравнение полученного файла данных с исходным полевым захватом позволяет проверить, сохраняются ли проблемы, не покидая лабораторию (рисунок 12).

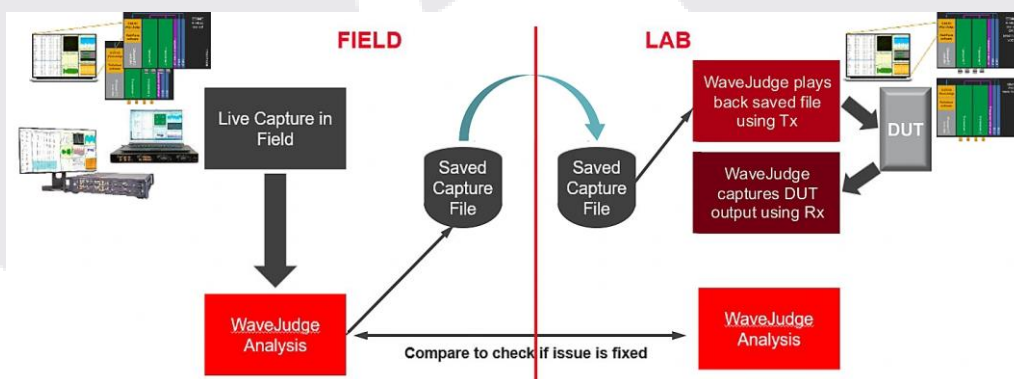


Рисунок 12. Пример схемы воспроизведения с WaveJudge и оборудованием для несигнального тестирования

Выявление потенциальных причин отказов O-RAN

O-RAN состоит из O-RU (Radio Unit), O-DU (Distributed Unit) и O-CU (Central Unit), каждый из которых определён как независимый сетевой элемент. Без O-RAN сеть работает как единая сущность от радиоинтерфейса до базовой станции. O-RAN создаёт возможности для инноваций и конкуренции, поскольку операторы мобильных сетей могут приобретать и интегрировать

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

отдельные сетевые элементы разных производителей, но одновременно повышает сложность для устройств, использующих сеть.

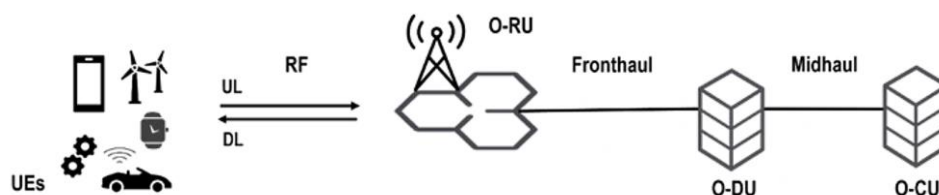


Рисунок 13. Открытая сеть радиодоступа (O-RAN)

Отказы подключения UE 5G NR к O-RAN

Поиск неисправностей требует большего числа шагов, поскольку сеть состоит из нескольких отдельных элементов. UE 5G NR, которое без проблем подключается к действующей коммерческой RAN, может испытывать проблемы синхронизации с ячейкой и присоединения к O-RAN. Причиной может быть RF-интерфейс, фронтхол (fronthaul) и/или мидхол (midhaul).

WaveJudge подходит для такого поиска неисправностей. IQ-данные захватываются на интерфейсе фронтхола с помощью программного обеспечения Keysight [O-RAN Studio](#), сохраняются как файл Packet Capture (PCAP), затем импортируются в WaveJudge для анализа. Аппаратное обеспечение [WJ5900A](#) анализирует IQ-данные, захваченные на RF-интерфейсе, декодируя данные в реальном времени или сохраняя их на SSD.

На рисунке 14 показан пример поиска программным обеспечением WaveJudge проблемы подключения UE 5G NR к O-RAN. Анализ фронтхола подтверждает, что Synchronization Signal Blocks (SSB) правильно формируются в основной полосе, однако анализ физического уровня по захвату RF-интерфейса выявляет две проблемы. График 2D-мощности показывает, что O-RU пропускает некоторые моменты передачи SSB и измерения спектральной мощности. Переданные SSB имеют низкий SNR и Error Vector Magnitude (EVM) выше максимально допустимого для модуляции quadrature phase shift keying (QPSK).

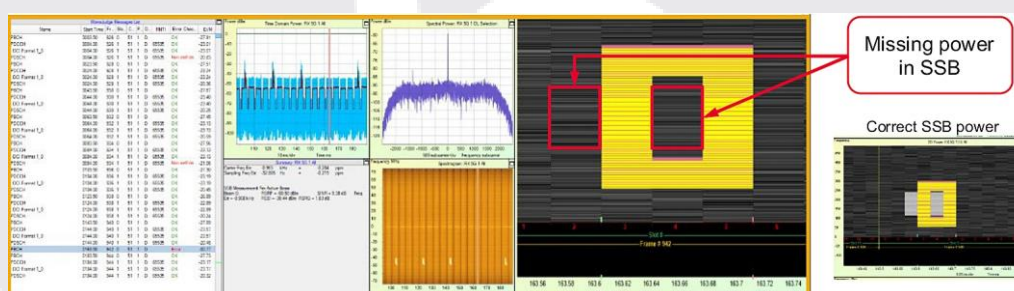


Рисунок 14. Пример результатов отказа подключения UE 5G NR к O-RAN

Качество канала и сети O-RAN

Программное обеспечение WaveJudge совместно с решениями эмуляции сети предоставляет методы тестирования отдельных компонентов O-RAN. Решения [UeSIM](#), [RuSIM](#) и [DuSIM](#) эмулируют элементы O-RAN, позволяя независимо тестировать другие сетевые элементы. [PROPSIM](#) обеспечивает эмуляцию RF-канала для проверки производительности при различных моделях и условиях канала. WaveJudge анализирует данные Enhanced Common Public Radio Interface (eCPRI) на интерфейсе фронтхола и захватывает данные RF-интерфейса с помощью аппаратного обеспечения [WJ5900A](#).

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

На рисунке 15 показан пример, в котором WaveJudge анализирует RF-интерфейс, когда [UeSIM](#) эмулирует устройства, подключающиеся к сети, а [PROPSIM](#) эмулирует RF-канал для тестирования O-RU. Список сообщений показывает SNR и идентификатор UE для каждого сообщения. Результаты RF-графиков коррелируются с IQ-данными, использованными для формирования сообщений, что позволяет легко проверять конкретные моменты времени и уровни мощности.

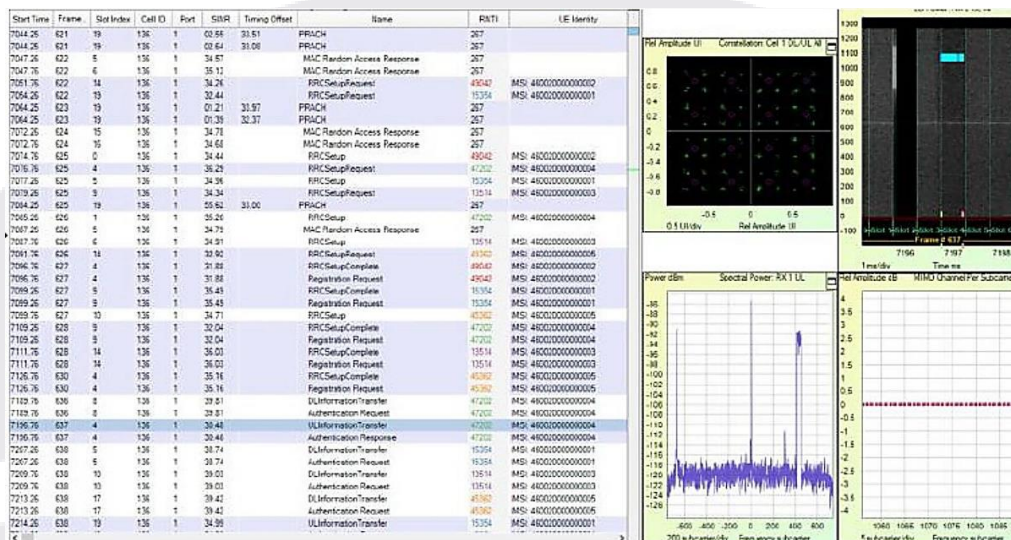


Рисунок 15. Пример результатов тестирования O-DU с [UeSIM](#), [PROPSIM](#) и WaveJudge

Настройка WaveJudge для оптимального анализа

Предыдущие примеры показывают, что WaveJudge является полезным решением для устранения сложных проблем. В следующих разделах подробнее описаны возможности этого гибкого и комплексного решения.

Графический интерфейс WaveJudge (GUI) предоставляет множество параметров для гибкой настройки захвата данных, декодирования и анализа.

Декодирование

Список сообщений показывает декодированные данные нескольких уровней. Можно просматривать сообщения, значения параметров, заголовочные и конечные биты, а также необработанные данные в шестнадцатеричном и двоичном представлении. Подробный межуровневый анализ настраивается в RF-графиках и окнах сообщений.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

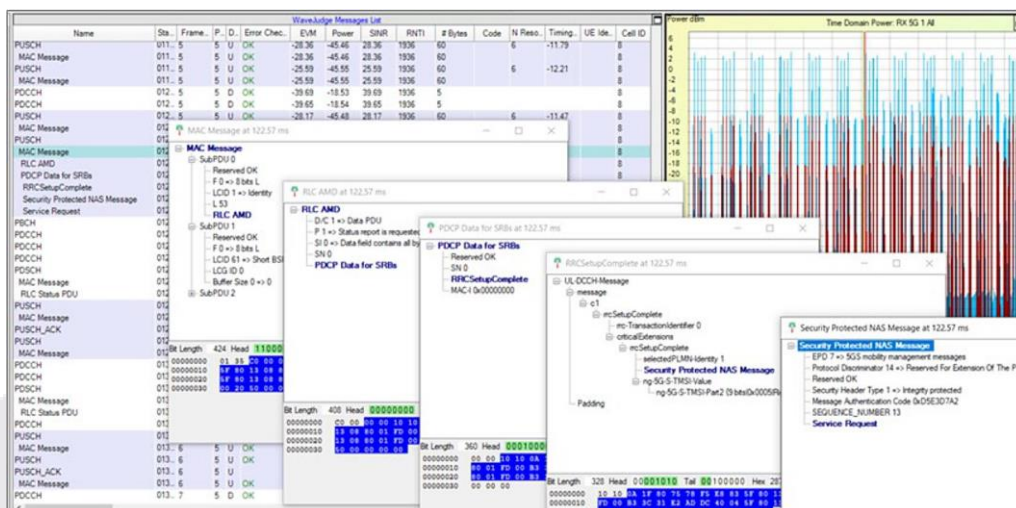


Рисунок 16. Пример результатов многоуровневого декодирования

Дешифрование

Данные, передаваемые по беспроводным сетям, часто защищаются шифрованием для защиты информации и пользователей. Перед доставкой получателю зашифрованные данные должны быть дешифрованы. WaveJude дешифрует зашифрованные данные, передаваемые по сотовым и Wi-Fi-сетям, позволяя проверять процесс шифрования.

Данные в Wi-Fi-сетях защищаются с помощью Wi-Fi Protected Access (WPA). Сегодня существуют три уровня шифрования WPA: WPA, WPA2 и WPA3, хотя WPA является более старым и используется реже.

WaveJude дешифрует данные, защищённые WPA и WPA2 PSK. Пример показан на рисунке 17.

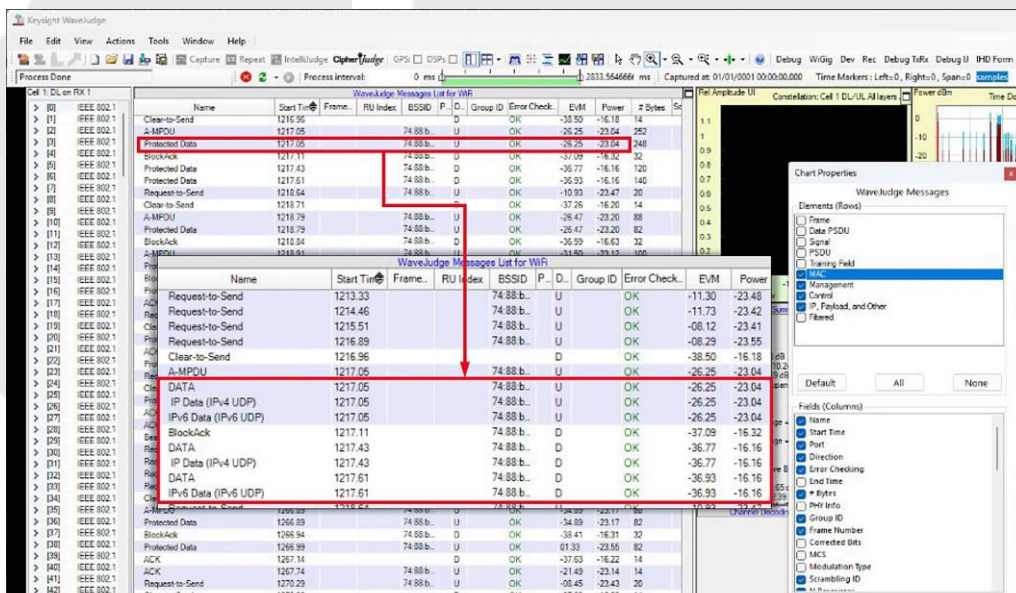


Рисунок 17. Пример дешифрования зашифрованных Wi-Fi-данных

В сотовых сетях данные шифруются на карте Subscriber Identity Module (SIM). После передачи зашифрованных данных с SIM-карты для их дешифрования требуется ключ. [WJ1100A](#) CipherJude перехватывает информацию SIM-ключа и передаёт её в WaveJude для дешифрования сообщений

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

плоскости управления (Control Plane) и пользовательской плоскости (User Plane) в реальном времени, позволяя выявлять и отслеживать конкретные устройства в коммерческих беспроводных сетях.

Триггеры и фильтрация

Для выявления интересующих высокоуровневых сообщений WaveJudge предоставляет сложные и гибко настраиваемые фильтры. Например, фильтры можно настроить для выделения определённых сообщений или для отображения только сообщений, содержащих заданные значения параметров.

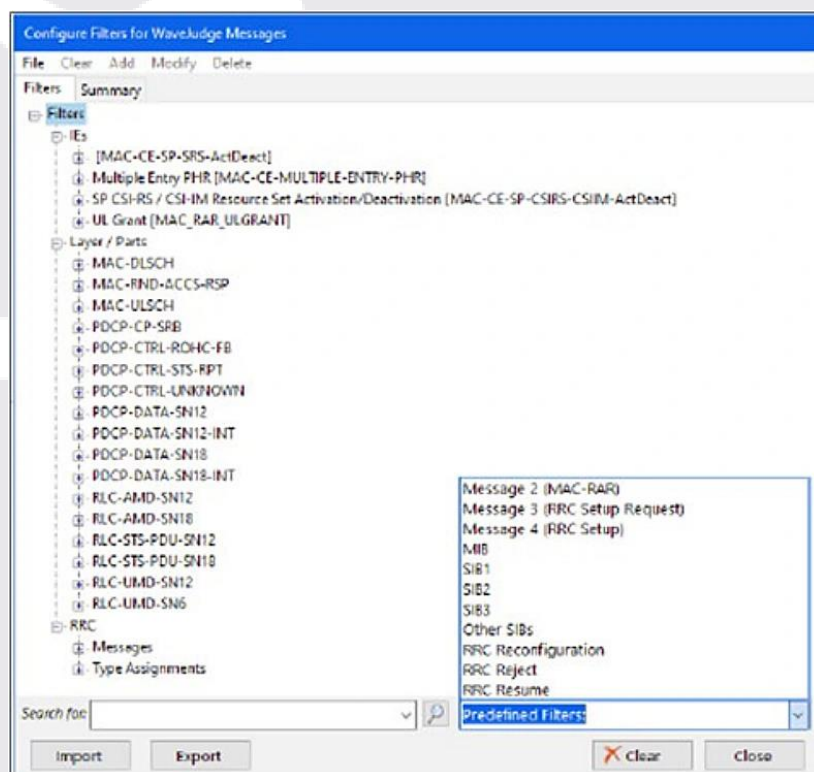


Рисунок 18. Пример выбора фильтров

При совместном использовании с аппаратным обеспечением WaveJudge настраиваемые триггеры определяют конкретный тип сообщения или значение параметра, которое программное обеспечение должно найти при обработке захвата. Захват данных начинается при срабатывании триггера, что позволяет подробно исследовать требуемое событие и последующие события после завершения захвата. Триггеры по порогам мощности и Coordinated Universal Time (UTC) формируют сигналы для внешнего оборудования для синхронизации начала тестирования. Триггеры Global Positioning System (GPS) и Pulse Per Second (PPS) обеспечивают точные временные метки с разрешением до десятых долей микросекунды. Можно задать предтриггерное окно для захвата и анализа предыдущих событий.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

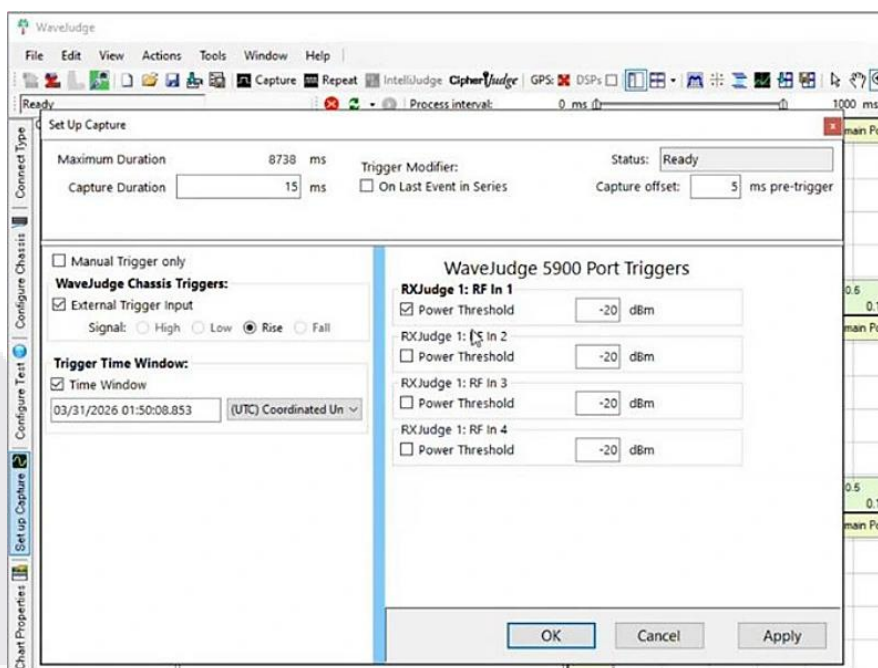


Рисунок 19. Пример выбора триггеров

Программирование с AutoJudge

AutoJudge Command Line Interface (CLI) — скриптовый интерфейс для автоматизации беспроводного тестирования. AutoJudge автоматически управляет подключением к аппаратному обеспечению WaveJudge, выполняет захват и анализ данных и настраивает программное обеспечение анализа и другие функции. Он позволяет быстрее и проще загружать или сохранять захваченные файлы, импортировать и экспортировать данные сигналов в формате ASCII (American Standard Code for Information Interchange), выполнять декодирование протокола и дополнительные функции захвата и анализа.

Расширяемость и готовность к будущим задачам

Дополнительное оборудование расширяет WaveJudge для поиска и устранения проблем в дополнительных приложениях:

- анализ 5G NR Frequency Range 2 (FR2) с использованием [WJ1000A mmWaveJudge](#);
- декодирование зашифрованного трафика с помощью [WJ1100A CipherJudge](#);
- портативный поиск неисправностей сетей LTE и 5G NR с использованием оборудования Keysight [FieldFox](#) и программного обеспечения [SJ002A](#) WaveJudge.
- MAC, RLC, PDCP, RRC, NAS, TCP/IP и VoIP.

Декодируемые протоколы

- CK, IK, RAND, AUTN, RES.
- KASME, алгоритмы NAS, значения NAS Counter и идентификатор набора ключей;
- GUTI;
- IMSI;
- ICCID;

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Захватываемые параметры USIM

- Nano SIM, Micro SIM и Standard SIM.

Поддерживаемые SIM-карты

- FFC-удлинитель для изменения ориентации Standard SIM.
- адаптер Standard SIM → Micro SIM с FFC-кабелем;
- адаптер Standard SIM → Nano SIM с FFC-кабелем;
- адаптер Micro SIM → Standard SIM;
- адаптер Nano SIM → Standard SIM;
- адаптер Nano SIM → Micro SIM;
- FFC-кабель CipherJudge для подключения к SIM-интерфейсу — 4 ориентации;
- USB-кабель;

Комплект CipherJudge

[WJ1100A](#) CipherJudge перехватывает информацию SIM-ключей и передаёт её в WaveJudge для дешифрования сообщений плоскости управления (Control Plane) и пользовательской плоскости (User Plane) в реальном времени.

[WJ1100A CipherJudge Key Intercept HW Kit](#)

- сохранение захваченных данных для передачи коллегам или последующего импорта в SJ001A WaveJudge для более детального анализа.
- захват IQ-данных непосредственно с [FieldFox](#) без предварительного сохранения и отдельного импорта данных для первичного анализа;
- встроенные RF-графики с корреляцией радиочастотных характеристик и декодированных сообщений;
- декодирование протокольной информации с анализом временных параметров PHY и MAC;
- пассивный захват сетевого трафика от нескольких сот без вмешательства в работу сети;
- прямое подключение WaveJudge Standard к портативным RF- и СВЧ-анализаторам серии [FieldFox](#) N99xxB/C;

[SJ002A](#) WaveJudge Standard Wireless Analyzer Toolset — программное обеспечение для портативной диагностики и оптимизации сетей 5G NR и LTE с использованием анализаторов серии [FieldFox](#) N99xxB/C. Решение предназначено для анализа временных параметров протокола и протокольного обмена непосредственно в полевых условиях.

[SJ002A WaveJudge Standard Wireless Analyzer Toolset](#)

Таблица 1. Решения WaveJudge

Сценарий	SJ001A	WJ1000A	WJ1100A	WJ5000A	WJ5900A	E6680E	M9411A/M9416A
LTE	X			В реальном времени	X	X	X

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

NB-IoT	X			В реальном времени	X	X	X
NB-NTN	X			X	X	X	X
eMTC	X			В реальном времени	X	X	X
C-V2X	X			X	X	X	X
5G NR FR1	X			X	В реальном времени	X	X
5G NR FR2	X	X		X	X	X	X
NR NTN	X				X	X	X
RedCap	X			X	X	X	X
Wi-Fi	X			До 802.11ax	До 802.11bn	До 802.11bn	До 802.11bn
O-RAN	X				X	X	X
Дешифрование	X		X	X	X		
Импорт файла	X						
Воспроизведение	X						X
ISAC	X						

Keysight SJ001A WaveJudge Wireless Analyzer Toolset готов к будущим задачам благодаря постоянным обновлениям, добавляющим декодирование новых технологий, таких как 3GPP Release 18 и IEEE Wi-Fi 8.

Эффективный поиск неисправностей с программным обеспечением SJ001A WaveJudge

Keysight SJ001A WaveJudge Wireless Analyzer Toolset содержит встроенные RF-графики, коррелированные с результатами списка сообщений, и анализ IQ-данных, полученных из всех источников, что позволяет экономить время при разработке и интеграции чипсетов, устройств, клиентов, AP и сетей. Импортированные IQ-данные можно анализировать автономным программным обеспечением или использовать его совместно с несколькими аппаратными платформами Keysight для более комплексного тестирования.

- тестирование нескольких технологий;
- корреляция сообщений и RF-графиков;
- автоматическое выявление ошибок;
- декодирование сообщений без предвзятости;

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

- пассивный мониторинг всех сообщений сети и устройств;
- захват в течение нескольких минут.

WaveJudge — решение для диагностики сложных проблем протокольного обмена и радиочастотных характеристик.

Для получения дополнительной информации

Для получения дополнительной информации о способах ускорения поиска RF-проблем и проблем протокольного обмена см. SJ001A WaveJudge Wireless Analyzer Toolset.

Для сложных сценариев Wi-Fi и 5G NR в реальном времени см. аппаратную платформу [WJ5900A WaveJudge](#).

Аппаратная платформа [WJ5000A WaveJudge](#) обеспечивает анализ LTE, NB-IoT и eMTC в реальном времени.

Для несигнального анализа сообщений нижних уровней см. материалы по беспроводному тестовому комплексу [E6680E](#).

Для анализа 5G NR FR2 см. удалённый приёмник [WJ1000A mmWaveJudge](#).

Аппаратный комплект [WJ1100A](#) CipherJudge для перехвата ключей декодирует зашифрованный трафик.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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