

# Випробування систем РЛС, радіоелектронної боротьби (РЕБ) і радіотехнічної розвідки (РТР): загальні проблеми випробувань Рекомендації щодо застосування\*

**Адаптований переклад українською та технічне редагування:  
Віктор Бутирін, директор, Юнітест  
E-mail: Victor\_Butyryn@unitest.com**

## ПРИКЛАД ШТУЧНОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО ПОЛІГОНА

Як згадувалося раніше, випробування РЛС може становити складне завдання. Історично фахівці з РЛС вважали за краще б довіритися польовому випробувальному полігону, який зазвичай займає великий простір, де кілька кораблів або літаків могли б слідувати за певним курсом, щоб оцінити, чи правильно РЛС відображає на екрані їхнє місце перебування і швидкість. Хоча польові випробування часто забезпечують реалістичні умови навколишнього середовища, зазвичай це найгірший варіант для розробників.

Складність роботи в польових умовах є основною причиною, через яку більшість інженерів-випробувачів РЛС воліють створювати штучний випробувальний полігон. Такий полігон являє собою комплект випробувального обладнання, здатного імітувати зворотні ехо-сигнали РЛС, необхідні для перевірки її характеристик.

Хоча польове випробування може бути корисним у частині імітації умов навколишнього середовища, таких як берегові лінії, гори і хмари, це часто непрактично для імітації реалістичних сценаріїв військового призначення. Наприклад, може бути непомірно дорого організувати повномасштабну атаку, в

якій будуть залучені десятки літаків і кораблів, що наближаються до берегової РЛС раннього попередження. Крім того, польові випробування значною мірою пов'язані з безпекою (наприклад, можливістю зіткнення), чого немає під час лабораторних випробувань.

І нарешті, у багатьох великомасштабних польових випробуваннях часто не вдається дослідити множинні сценарії. Витрати на багаторазові встановлення РЛС і цілей у задані положення за дальності понад сотні миль не дають змоги повністю виявити можливості приймача РЛС, системи РЕБ або РТР. При випробуванні радіолокаційних систем космічних кораблів ціна польових випробувань виявляється зовсім недоступною.

Щоб подолати ці проблеми, генератори сигналів і генератори сигналів довільної форми компанії Keysight спільно з програмою Signal Studio для створення імпульсів дають змогу створити штучний випробувальний полігон у лабораторних умовах, якому часто надають перевагу фахівці з систем РЛС і РЕБ (рис. 11).

## Моделювання сканувальних антен

Щоб проілюструвати застосування генератора сигналів для випробування системи РЕБ, можна розглянути проблему випробування корабельної системи раннього попередження. У цьому разі система РЕБ приймає радіолокаційні

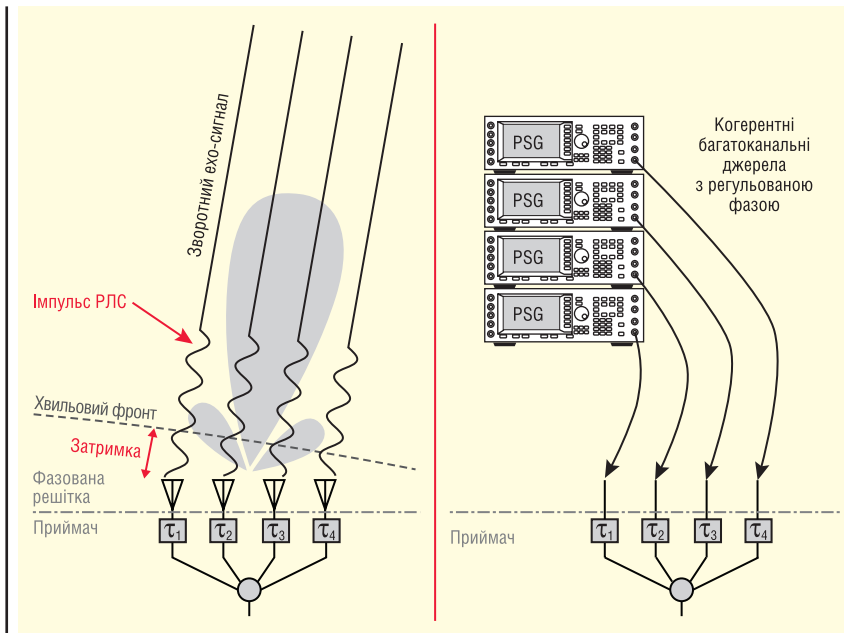
імпульси, що досягають корабля, і аналізує їх для визначення природи їхнього джерела і його кутового пеленга. Дослідження імпульсних послідовностей і варіацій їхньої амплітуди, викликаних діаграмою сканування антени, дає важливу інформацію для системи контрРЕБ.

Ключ до стратегії успішного випробування полягає у створенні реалістичного набору імпульсних послідовностей радіолокаційних сигналів і можливості бачити, чи правильно система контрРЕБ (радіоелектронного придушення) вживає таких належних заходів, як радіопридушення, зрив автосупроводу цілі за дальністю, розкидання дипольних відбивачів тощо. У цьому прикладі буде показано, як система РЕБ реагує на різні радіолокаційні сигнали, як-от від човна для прогулянок, або від крилатої ракети.

Для виконання цього випробування необхідні лише програма Signal Studio для створення імпульсів і генератор сигналів серії PSG компанії Keysight. Використовуючи відповідні визначення імпульсу РЛС і діаграми сканування антени, за допомогою генератора серії PSG можна відтворити різні умови для системи РЕБ, щоб перевірити, чи правильно діє вона при цьому робить. У випадку з човном для прогулянок нічого не повинно статися, тоді як у випадку з ракетою система РЕБ повинна ініціювати відповідні заходи протидії.

Штучний випробувальний полігон, що використовує вимірювальні прилади

\* Закінчення. Початок див. CHIP NEWS, 2023, № 4.



**Рис. 11. Створення штучного випробувального полігону для РЛС із фазованою антенною решіткою**

компанії Keysight, не тільки забезпечує реалістичні випробування бортового корабельного устаткування, витрачаючи для цього тільки частину вартості, необхідної для проведення реальних бойових навчань, але також є чудовим тренажером-симулятором. Наприклад, корабель може перебувати в порту для технічного обслуговування або поповнення запасів. Використовуючи штучний випробувальний полігон, створений на базі генераторів сигналів компанії Keysight, корабельні РЛС і приймачі системи РЕБ можуть бути застосовані для тренування корабельного персоналу роботі з різноманітними можливими сценаріями виконання завдання. Це можна зробити без повідомлення недружніх сил, що є значним недоліком морських навчань.

### Випробування когерентного багатоканального приймача

Генератори сигналів компанії Keysight і програма Signal Studio для створення імпульсів можуть бути налаштовані для імітації РЛС, що використовують фазовані антенні решітки. Ці системи мають багато входів приймачів та працюють з фазою приходу вхідних ехо-сигналів. Це може ускладнити випробування, оскільки сигнал, що приймається, повинен імітувати хвильовий фронт імпульсного сигналу, який містить безліч ехо-сигналів РЛС, що приходять від віддалених точок.

Компанія Keysight розв'язала цю проблему за допомогою генераторів сигналів, таких як E8257D і E8267D се-

рії PSG і N5181B або N5182B серії MXG, які можуть бути когерентно синхронізовані за фазою, але з можливістю регулювання статичних фазових співвідношень між джерелами. Це дає змогу генераторам імітувати хвильовий фронт вхідного імпульсного сигналу для багатоканальних систем із фазованою решіткою. Можливі підходи описано в рекомендаціях щодо застосування Signal Source Solutions for Coherent and Phase-Stable Multi-Channel Systems.

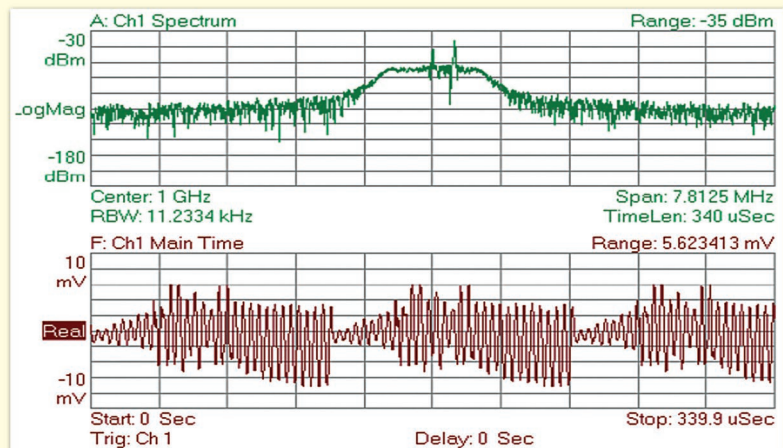
### Альтернативне середовище для моделювання систем і створення сигналів

Алгоритми обробки сигналів відіграють важливу роль у сучасних радіолока-

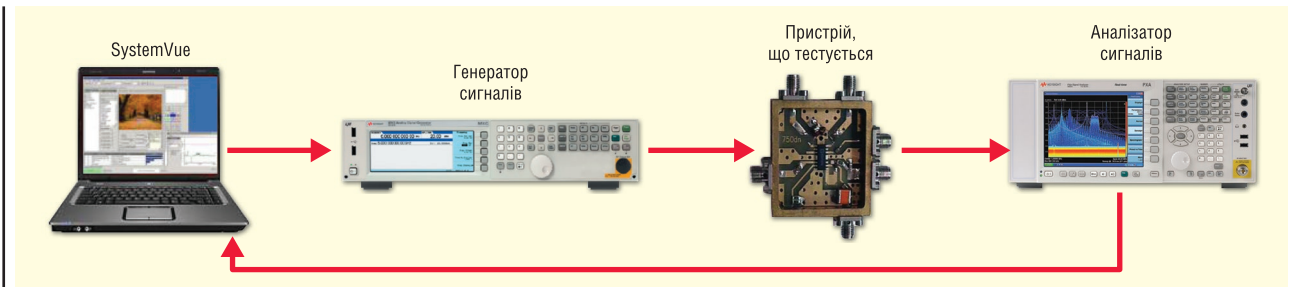
ційних системах, особливо в багаторежимних системах із високими робочими характеристиками. Розроблення алгоритмів є складним процесом, який стає значно ефективнішим, якщо розробники мають доступ до досить широкого набору моделей різних елементів і функцій РЛС (генерація сигналів, випромінювання від кількох джерел, передавання сигналів, антени, перемикання передавання/приймання, заважаючі ехо-сигнали, шуми, активне подавлення, приймання, оброблення сигналів і вимірювання).

Бібліотека моделей РЛС W1905 компанії Keysight працює в середовищі проектування системного рівня SystemVue компанії Keysight. SystemVue є відкрите середовище моделювання, орієнтоване на архітектури фізичного рівня в смугах широкопasmової модуляції і РЧ. Воно замінює цифрові, аналогові та математичні середовища загального призначення і може інтегруватися з процесами розроблення різних типів FPGA і вбудованих апаратних схем.

Бібліотека W1905 містить понад 50 високопараметризованих блоків імітації і понад 40 прикладів проектів високого рівня, які можна використовувати для створення робочих сценаріїв використань і вимірювань РЛС, що охоплюють блоки оброблення РЛС, ефекти навколишнього середовища, такі як заважаючі ехо-сигнали, сигнали цілей і навіть вимірювання характеристик апаратних засобів. Ця бібліотека може бути застосована для наступних архітектур РЛС: імпульсно+доплерівські; надширокопasmові (UWB); РЛС на базі ЦАР (цифрові антенні решітки); РЛС із синтезованою апертурою (SAR); РЛС із частково-модульованим безперервним випромінюванням (FMCW). За допо-



**Рис. 12. SystemVue і бібліотека W1905 були використані для створення ехо-сигналів з сигналами, що заважають, і подавленням**



**Рис. 13.** Приклад комбінації програмних засобів і вимірювальних приладів, яка може бути

могою цих інструментальних засобів розробники можуть моделювати різні типи радіолокаційних систем, створювати алгоритми обробки радіолокаційних сигналів, оцінювати робочі характеристики систем і створювати конструкції з перевіреними технічними рішеннями.

Бібліотека W1905 також ідеальна для генерації прецизійних сигналів, необхідних для перевірки алгоритмів і апаратних засобів або для вивчення роботи РЛС у різних умовах. Наприклад, ключовим аспектом випробування приймача є оцінка його характеристик, коли він працює на тлі від заважаючих відбиттів, в умовах багатопроменевого поширення, невизначених ехо-сигналів, подавлення і спотворень у каналі. SystemVue забезпечує можливості моделювання, що підтримують ці прикладні завдання (рис. 12).

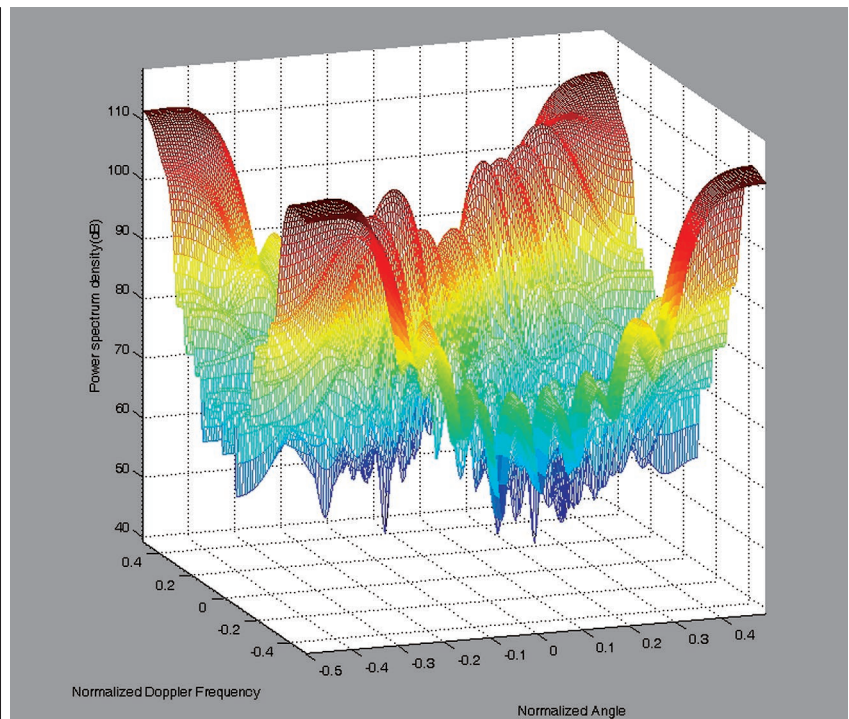
Під час тестування пристроїв на етапі розроблення SystemVue можна використовувати для створення високореалістичних випробувальних сигналів декількох джерел випромінювання. Один із ключових вискоефективних методів, які використовують для цього, реалізовано у функції SystemVue, що отримала назву SignalCombiner (об'єднувач сигналів). Ця функція дає змогу створювати та комбінувати сигнали кількох джерел випромінювання в середовищі моделювання. За допомогою повторної дискретизації кілька джерел випромінювання комбінуються в один сигнал, який можна завантажити для відтворення в прецизійний генератор сигналів довільної форми, такий як M8190A.

Процедура створення випробувального сигналу для РЛС ілюструється рисунком 13. У цій конфігурації модель інтерфейсу (Sink) в SystemVue здійснює зв'язок з векторним генератором сигналів, таким як генератор сигналів серії PSG або MXG компанії Keysight. Будь-які форми радіолокаційних сигналів, створені SystemVue в режимі моделювання, можуть автоматично в динамічному режимі завантажуватися в генератор сигналів, який відтворює їх для використання як ВЧ- або ПЧ-тестових сигналів.

Крім того, сигнали, захоплені аналізатором сигналів, можуть бути передані назад до SystemVue для обробки та використання в імітаційному моделюванні.

У разі під'єднання відповідних вимірювальних приладів, що реалізують вимірювання за принципом стимул-відгук, цей тип платформи моделювання можна використовувати для ручної імітації відсутніх апаратних блоків і тим самим імітувати працюючу радіолокаційну систему. Це дає змогу легше виконувати перевірку правильності її роботи на системному рівні на ранній стадії процесу розроблення, навіть під час роботи з частково реалізованими апаратними засобами. Коли реальні апаратні засоби стають доступними, платформу моделювання легко переналаштовують на завдання формування цільових сигналів РЛС для вимірювальних приладів, які потім використовуватимуть під час випробувань.

Для поглибленого аналізу SystemVue і бібліотеку W1905 можна об'єднати з програмним забезпеченням 89600 VSA. Програмне забезпечення 89600 VSA пропонує засновані на стандартах передові інструментальні засоби загального призначення для вимірювання характеристик сигналів у часовій, частотній і модуляційній ділянках. Це програмне забезпечення може працювати як у ПК, так і всередині певних типів аналізаторів сигналів, логічних аналізаторів та осцилографів компанії Keysight. Крім того, об'єднання SystemVue/89600 забезпечує взаємодію з низкою вимірювальних приладів, які можна використовувати для перевірки характеристик впроваджених апаратних засобів. Прикладами можуть слугувати аналізатори сигналів N9030A серії PXA, логічні аналізатори серії 16800 та осцилографи серії 90000X сімейства Infiniium компанії Keysight.



**Рис. 14.** 3D-візуалізація відбитих від цілі імпульсно-доплерівських сигналів РЛС у поєднанні з моделями заважаючих ехо-сигналів за допомогою MATLAB

Середовище SystemVue також інтегрується з MATLAB для забезпечення можливостей аналізу та візуалізації складних сигналів РЛС (рис. 14), які включають повне математичне моделювання в середовищі SystemVue з використанням математичних і обчислювальних функцій MATLAB.

## ПЕРЕВІРКА ПРАВИЛЬНОСТІ ТА АНАЛІЗ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

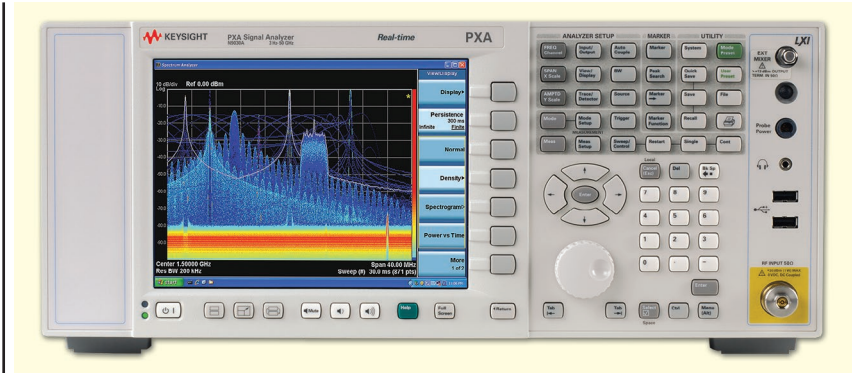
Аналіз радіолокаційного імпульсу став значно складнішим завданням, оскільки розробники обрали метод компресії для поліпшення роздільної здатності та підвищення дальності при зниженні невизначеності. За такого підходу засоби аналізу мають забезпечувати ширші смуги частот, можливість аналізу модуляції та представлення сигналу в кількох областях.

Крім того, розробники впроваджують програмно-визначені архітектури РЛС, де стабільність і гнучкість цифрових реалізацій швидко замінює традиційну аналогову обробку на ПЧ і в смузі частот модуляції. Це теж породжує особливі проблеми для випробувань, оскільки формат сигналів і доступ до них кардинально змінюється при переході від смуги частот модуляції до ВЧ.

З метою вирішення цих складних завдань компанія Keysight створила цілу низку приладів для аналізу, які мають такі характеристики та гнучкість, що дозволяють переглядати практично всі радіолокаційні сигнали з урахуванням широкого розмаїття форматів.

### Засоби аналізу компанії Keysight

Для задоволення різних вимог у широкому діапазоні значень ціна/продуктивність компанія Keysight пропонує сімейство настільних аналізаторів сигналів серії X і лінійку портативних аналізаторів. Портативні моделі включають



**Рис. 15.** Аналізатор спектра реального часу PXA допомагає побачити, захопити й інтерпретувати сигнали, які дуже важко вловити

сімейство аналізаторів серії FieldFox. Ручний аналізатор FieldFox можна конфігурувати як аналізатор кабелів і антен, аналізатор спектра, векторний аналізатор ланцюгів або комбінований аналізатор з діапазоном частот до 50 ГГц для використання у польових умовах і добре підходить для розв'язання завдань інсталяції та обслуговування обладнання.

Серія X включає чотири моделі, дві з яких найкраще підходять для радіолокаційних застосувань: аналізатори сигналів найвищого класу UXA та PXA, які забезпечують смугу аналізу до 4 ГГц; універсальний аналізатор сигналів MXA, який забезпечує суворий баланс між швидкодією, робочими характеристиками та ефективністю витрат. У результаті останньої модернізації для аналізаторів сигналів UXA, PXA, MXA стала доступна опція аналізу спектра в реальному часі (RTSA). Ця опція забезпечує смугу аналізу в режимі реального часу до 4 ГГц, і може бути використана для модернізації не тільки нових, а й наявних аналізаторів сигналів PXA. Додавання опції RTSA створює економічне технічне рішення, яке забезпечує аналіз у реальному часі та традиційні вимірювання спектра в одному приладі (рис. 15). PXA з опцією RTSA забезпечує такі можливості:

- 100%-а ймовірність перехоплення (POI) для сигналів з таким коротким часом існування, як 3.57 мкс;
- шумовий поріг  $-157$  дБм на 10 ГГц (без попереднього підсилювача);
- вільний від паразитних сигналів динамічний діапазон 75 дБ;
- тригерування за частотною маскою (FMT) з безліччю умовних можливостей.

Для всебічного аналізу складних сигналів програмне забезпечення 89600 може використовуватися з аналізаторами сигналів серії X або навіть виконуватися всередині цих приладів. На додаток до можливостей аналізу в часовій і частотній областях 89600 VSA дає змогу проводити вимірювання стислих імпульсів РЛС у модуляційній області. Крім того, програмне забезпечення VSA сумісне з можливостями RTSA, включно із тригеруванням, і підтримує захоплення і відтворення шкідливих сигналів.

Для надширокополосних застосувань компанія Keysight також пропонує дигітайзери та осцилографи з високими характеристиками (рис. 16). Наприклад, M9703A, що є 8-канальним дигітайзером з роздільною здатністю 12 біт у форматі AXIe, здатний захоплювати сигнали зі смугою частот від 0 до 2 ГГц. Він забезпечує частоту дискретизації до 3.2 Гвиб/с у разі використання 4-х каналів і до 1.6 Гвиб/с у разі використання



## КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

АВТОРИЗОВАНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР В УКРАЇНІ  
продаж • навчання • сервіс

ТОВ «ЮНІТЕСТ»  
вул. Олесь Гончара, 6  
04053, м. Київ, Україна  
тел: +38 (044) 272-60-94  
тел./факс: +38 (044) 272-60-95  
e-mail: web@unitest.com  
http://www.unitest.com





**Рис. 16.** Сімейство аналізаторів сигналів компанії Keysight

8-ми каналів. Дигітайзер M9703A підтримує можливість тривалого захоплення даних, маючи внутрішню пам'ять об'ємом 4 Гбайт. Осцилографи серії 90000X і 90000Q сімейства Infiniium є альтернативним варіантом: вони забезпечують смугу пропускання до 63 ГГц, мають частоту дискретизації до 160 Гвіб/с і глибину пам'яті до 2 Гточок. Для забезпечення можливості поглибленого аналізу дигітайзер M9703A і осцилографи серії 90000X і 90000Q сумісні з програмним забезпеченням 89600 VSA (рис. 17). Для ілюстрації можливостей інструментів аналізу компанії Keysight буде корисно розглянути кілька прикладів вимірювань. Ця стаття починається з розгляду основних вимірювань, таких як вимірю-

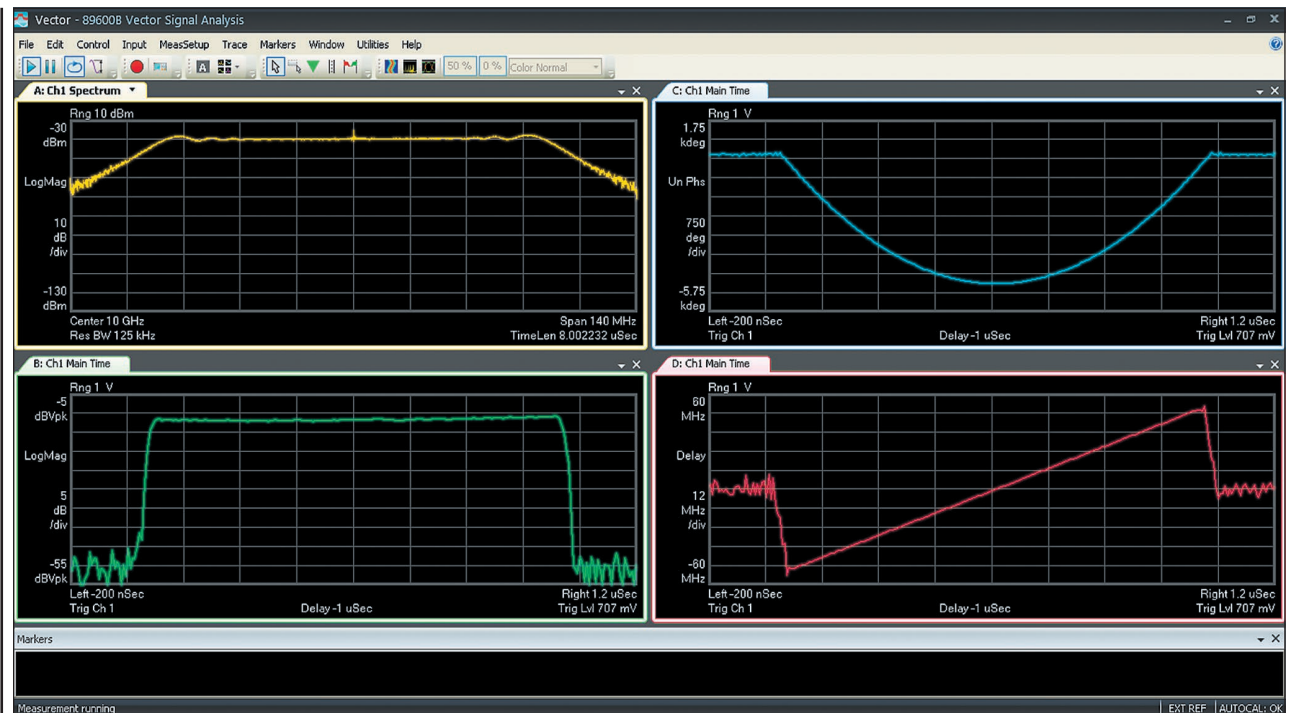
вання параметрів імпульсів, потім були розглянуті складні вимірювання якості сигналів. На закінчення розглядаються можливості вимірювання сигналів РЛС із програмно-визначеною архітектурою.

**Вимірювання параметрів імпульсів**

Тестування систем РЛС, РЕБ і РТР вимагає проведення різноманітних вимірювань. Як було зазначено раніше, вимірювання тривалості імпульсу, частоти або періоду повторення дає важливу інформацію про роздільну здатність і дальність дії РЛС, а також може розкрити потенційно важливі відомості розвідувального характеру. Автоматизація вимірювання цих параметрів може значно прискорити

діагностику РЛС і дає змогу отримати велику кількість інформації для систем РЕБ.

Для автоматизації цих вимірювань можна використовувати дві програми. Аналізатори сигналів PXA і MNA можна сконфігурувати з програмою для вимірювання параметрів імпульсів N9051A (рис. 18), а осцилографи, як-от Infiniium 90000, можна забезпечити програмою для осцилографічного аналізу сигналів (OSA) W2650A (рис. 19). Аналізатор сигналів серії X із програмою N9051A є найкращим вибором, коли потрібні широкий динамічний діапазон, смуга модуляції імпульсу менш як 4 ГГц, вимірювання параметрів спектра і паразитних складових. Кілька видів представлення результатів вимірювань дає змогу про-



**Рис. 17.** Перегляд ЛЧМ-імпульсу за допомогою програмного забезпечення 89600 VSA

## ЯК ВИРІШИТИ, КОЛИ СЛІД ВИКОРИСТОВУВАТИ ОСЦИЛОГРАФ АБО АНАЛІЗАТОР СПЕКТРА

Вимоги, що висувуються до аналізу, допоможуть визначити, коли слід використовувати осцилограф або аналізатор сигналів. Ключовими факторами є смуга аналізу і необхідна кількість вимірювальних каналів. Додаткові показники включають: динамічний діапазон, рівень паразитних складових і вимірювання величини вектора помилки (EVM). Наразі аналізатори сигналів із високими характеристиками мають максимальну смугу аналізу, що дорівнює 4 ГГц. Таким чином, якщо потрібно, щоб смуга аналізу була 4 ГГц або менше, то можна використовувати або аналізатор сигналів, або осцилограф. Якщо потрібна ширша смуга аналізу, то осцилограф з високими технічними характеристиками є найкращим вибором. Якщо потрібно кілька фазово-когерентних каналів, то часто найкращим вибором є осцилограф. Якщо достатньо одного каналу, то автономний аналізатор сигналів, такий як PXA, зазвичай має перевагу в інших показниках: динамічний діапазон, рівень паразитних складових, характеристики вимірювання EVM і швидкість вимірювання.

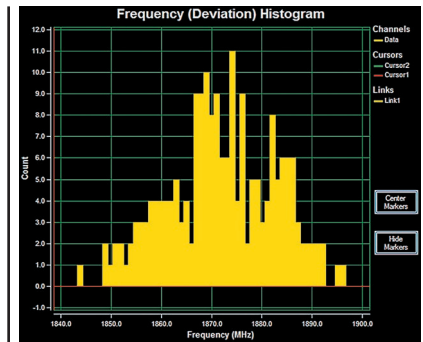
водити одночасний аналіз залежності рівня потужності від часу, частоти від часу, фази від часу або рівня потужності від частоти. Базові можливості включають вимірювання періоду повторення імпульсів (PRI), частоти повторення імпульсів (PRF), а також параметрів імпульсу, таких як тривалість імпульсу, коефіцієнт заповнення, час наростання і спаду, спад вершини імпульсу, викид на фронті імпульсу і пульсації. Опція розширеного аналізу дає змогу проводити статистичний аналіз параметрів, використовуючи до 200 000 імпульсів, за допомогою графіків аналізу тренду або гістограм.

Осцилограф з додатком W2650A може працювати зі смугами частот понад 4 ГГц і є найкращим вибором, коли динамічний діапазон менш важливий, ніж смуга частот. Осцилограф також має ре-

жим сегментованої пам'яті, який спрощує аналіз довгих послідовностей імпульсів. Для аналізу імпульсів основні можливості включають: вимірювання періоду повторення імпульсів (PRI), частоти повторення імпульсів (PRF), частотних характеристик модуляції імпульсу (середнє значення, мінімальне значення, максимальне значення, девіація, розмах), виду модуляції імпульсу (ЛЧМ, код Баркера) і багато іншого. W2650A також підтримує вимірювання безперервних і модульованих сигналів, зокрема структури і тривалості сигналів зі стрибкоподібною перебудовою частоти.

### Аналіз мультиформатних модуляцій за допомогою 89600 VSA

Програмно-визначені архітектури РЛС ставлять унікальні проблеми випро-

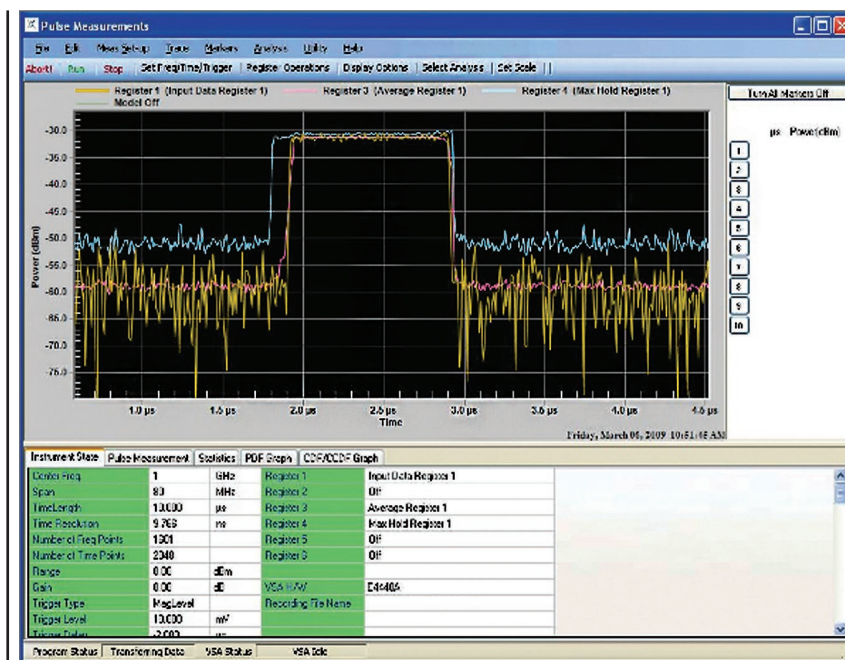


**Рис. 19.** Поглиблений аналіз імпульсів з використанням програми для осцилографічного аналізу сигналів (OSA) W2650A включає можливість визначення статистичних характеристик за допомогою гістограм

бувань, оскільки формат сигналу змінюється від добре відомих аналогових коаксіальних мікрохвильових ліній передавання до цифрових шин, часто глибоко прихованих усередині ПЛІС FPGA. Такі проекти зі змішаними аналоговими і цифровими сигналами вимагають передових методів аналізу модульованих імпульсів на дуже різних форматах сигналів, що забезпечують несуперечливі результати вимірювань.

Програмне забезпечення 89600 VSA (рис. 20) взаємодіє з різними вимірювальними приладами виробництва компанії Keysight: аналізаторами сигналів, осцилографами, логічними аналізаторами та багатьма іншими. Ці прилади можуть слугувати як зовнішні аналогові або цифрові підсистеми первинного збору даних. Крім того, програмне забезпечення 89600 VSA сумісне з САПР моделювання електронних кіл ADS компанії Keysight. Це не тільки спрощує вивчення процесу вимірювань з використанням приладів, а й гарантує несуперечливість результатів вимірювань, оскільки незалежно від формату вимірюваного сигналу (цифрового або аналогового) використовуються одні й ті ж алгоритми 89600 VSA.

Застосування логічного аналізатора серії 16800 як зовнішньої підсистеми первинного збору даних для 89600 VSA дає змогу використовувати ядро проектування ПЛІС FPGA ATC2 компанії Keysight. Ядро проектування ATC2 забезпечує прямий доступ до внутрішніх шин даних підтримуваних ПЛІС FPGA компаній Xilinx і Altera (Intel), даючи змогу виконувати складний векторний аналіз сигналів безпосередньо всередині схеми, реалізованої в ПЛІС FPGA, у реальному часі.



**Рис. 18.** Програмне забезпечення для вимірювання параметрів імпульсів N9051A

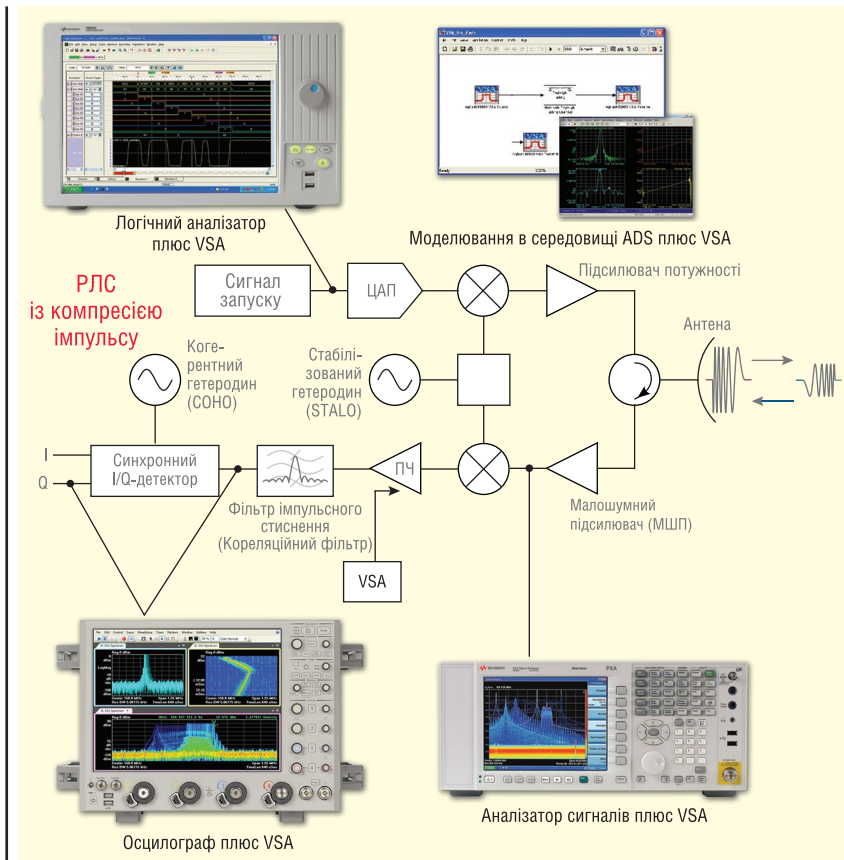


Рис. 20. Мультиформатний аналіз за допомогою 89600 VSA

**ВИСНОВКИ**

Останнє покоління систем РЛС і РЕБ працюють у різних смугах частот і використовують широкосмгові або надширокосмгові сигнали, які підтримують дуже складні схеми модуляції. Ці системи також використовують передові методи цифрової обробки сигналів, щоб замаскувати або приховати свою роботу і таким чином уникнути впливу навмисних завод.

Сучасна еволюція таких систем триватиме, щоб відповідати характеристикам і можливостям технічних рішень, необхідних для генерації випробувальних сигналів, створення штучних випробувальних полігонів із кількома джерелами випромінювання, а також для оцінки та аналізу сигналів РЛС і систем. Як описано в цій статті, взаємозв'язок і взаємодія вимірювальних приладів і програмних засобів створює гнучку основу для широкого кола корисних технічних рішень:

- Для створення сигналів такі інструментальні засоби, як прецизійний широкосмговий генератор сигналів довільної форми M8190A і потужна програма Signal Studio для створення імпульсів дають змогу створювати високореалістичні сценарії сигналів.

- Для аналізу сигналів аналізатор сигналів PXA забезпечує чудову смугу аналізу та динамічний діапазон, а також пропонує опцію аналізатора спектра в реальному часі.
- Для поглибленого аналізу сигналів програмне забезпечення 89600 VSA додає можливості аналізу в часовій, частотній і модуляційній областях у діапазонах мікрохвильових частот для аналізаторів сигналів серії X, осцилографів Infiniium для аналізу надширокосмгових сигналів та логічних аналізаторів серії 16800 для аналізу цифрових сигналів.

Всі ці рішення від компанії Keysight вже готові до вирішення проблем, з якими ви стикаєтеся сьогодні, і також є готовими для еволюціонуючих вимог, що вже бачаться на горизонті майбутнього.

**Більш детальну інформацію щодо продукції Keysight Technologies можна отримати, звернувшись до офіційного дистриб'ютора в Україні – компанії Юнітест:**

**04053, м. Київ,  
вул. Олеса Гончара, 6,  
тел. +38 (044) 272-60-94,  
e-mail: web@unitest.com,  
http://unitest.com**

**ГЕНЕРАТОР ВЕКТОРНИХ СИГНАЛІВ N5186A MXG**

Компанія Keysight Technologies анонсувала N5186A MXG — компактний чотириканальний генератор векторних сигналів, що здатний генерувати сигнали до 8.5 ГГц зі смугою модуляції 960 МГц на канал.

Технології бездротового зв'язку та аерокосмічної галузі вимагають більш високого частотного покриття з використанням складних схем модуляції, таких як багатоканальна модуляція (MIMO), формування променя і мультиплексування, для максимізації пропускної здатності даних. Генератор векторних сигналів MXG забезпечує стабільні та повторювані результати, що ідеально підходять для широкосмгового багатоканального тестування. Спеціальні інтегральні схеми (ASIC) ЦАП MXG використовують прямий цифровий синтез (DDS) для передачі точних сигналів, щоб мінімізувати спотворення і відповідати новим стандартам проектування компонентів і модулів.

Це ідеальний генератор сигналів для широкосмгових багатоканальних застосувань, який:

- підтримує емуляцію військового радіозв'язку та тест MIMO з 4 унікальними виходами в корпусі 2U;
- перекриває діапазон частот від 9 кГц до 8.5 ГГц з найкращими у своєму класі показниками EVM, ACPR і фазового шуму;
- забезпечує смугу радіочастотної модуляції 960 МГц з використанням технології DDS;
- максимізує точність тестування і частотну характеристику завдяки вбудованому рефлектометру;
- генерує сигнали на основі бездротових стандартів за допомогою програмного забезпечення для генерації сигналів Keysight PathWave;
- забезпечує швидкий доступ до спеціальної команди інженерів технічної підтримки KeysightCare.

Щоб точно охарактеризувати продуктивність підсилювача потужності в діапазоні 5G FR1, необхідно мінімізувати помилки, що вносяться випробувальним обладнанням. Вбудований рефлектометр в генератор векторного сигналу MXG прискорює процес налаштування при корекції відповідності DUT за лічені хвилини, а не дні. Спростіть налаштування тесту і визначайте характеристики підсилювачів потужності на 20% швидше.

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)