

до досягнення $N_{\text{реалтах}}$.

Увеличить число реализаций можно только создавая общее множество за счет числа реализаций при одних и тех же значениях «S» и «m» для разных i . Например, общее число реализаций при $i_1 = 2$; $S=7$; $m=4$ и $i_1 = 3$; $S=7$; $m=4$ получаем $N_{p\Sigma} = 120 + 120 = 240$.

Литература

1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. – М.: Мир, 1986. – 576 с.
2. Андре Анго. Математика для электрорадиоинженеров. М.: 1965. – 780 с.
3. Захарченко Н.В. Повышение эффективности блочного кодирования при работе по нестационарным каналам связи. – Баку.: ЭЛМ, 2009. – 237 с.

References

1. Blejxut R. Teoriya i praktika kodov, kontroliruyushix owibok. – M.: Mir, 1986. – 576 s.
2. Andre Ango. Matematika dlya elektroradioingenerov. M.: 1965. – 780 s.
3. Zaxarchenko N.V. Povishenie effektivnosti blokovogo kodirovaniya pri rabote po nestaczionarnym kanalam svyazi. – Baku.: ELM, 2009. – 237 s.

Рецензія/Peer review : 12.10.2014 р.

Надрукована/Printed :27.10.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Ложковский А.Г.

УДК 621.01:620.179.1

С.В. БЕХ, І.В. ТРОЦИШИН, Н.І. ТРОЦИШИНА

Хмельницький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ КВАНТОВОЇ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОРИГІНАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ З РАДІОКАНАЛАМИ БЕЗПІЛОТНИХ РОЗВІДУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Анотація. Проект направлено на вирішення важливої прикладної задачі, яка гостро постала в рамках проведення АТО, так і забезпечення захисту від несанкціонованих посягань на інформацію про територію України, шляхом використання безпілотних розвідувальних систем. Вказані засоби використовують два визначаючих принципи – радіокерування, та передачі телеінформації радіоканалами. Наявний парк безпілотних літаючих та рухомих апаратів використовує як класичні, так і сучасні радіозасоби передачі інформації із використанням завадостійких (FFSS, ADT, GSM, CDMA, тощо). Тому, класичні відомі засоби Радіоелектронної боротьби (РЕБ), які є на сучасному рівні, не здатні забезпечити виконання двох принципових і завдань: - подавлення (збій в керуванні траєкторією руху), і саме важливе, блокування передачі телеінформації у реальному масштабі часу, саме для сигнально-кодових конструкцій сигналів, використання ортогонального оброблення та скритності передавання по випадкових каналах «широкопосмугового шумоподібного» каналів зв'язку. Пропонується розробки і постановлення на виробництво новітніх РЕБ на основі використання оригінальних принципів фазочастотної теорії вимірювання та перетворення радіосигналів.

Ключові слова: засоби радіоелектронної боротьби, безпілотні апарати, використання нових принципів, квантова теорія вимірювальних перетворень

S.V. BEH, I.V. TROTSYSHYN, N.I. TROTSYSHYNA
Khmelnitsky National University, Ukraine

USING THE PRINCIPLES OF QUANTUM THEORY MEASURING CHANGES FOR CONSTRUCTION OF RADIO ELECTRONIC WARFARE ORIGINAL WITH WIRELESS CHANNEL UNMANNED RECONNAISSANCE SYSTEMS

Abstract - The project is aimed at solving important applied problem that arose in the framework of the ATO, and protect against unauthorized encroachment on the territory of Ukraine about by the use of unmanned reconnaissance systems. These vehicles use two defining principles - radio and transmission teleinformation radio channels. The existing fleet of unmanned flying and mobile devices using both classic and contemporary of radio transmission of information using noiseimmunity (FFSS, ADT, GSM, CDMA, etc.). Therefore, classical known means of electronic warfare (EW), which is up to date, not able to perform two fundamental and objectives: - suppression (failure to manage trajectory), and it is important to block the transfer teleinformation in real time, exactly for The signal-code construction signals using orthogonal processing and transmission of secrecy on random channels "broadband noise-like" channels. It is proposed to develop the production and adoption of advanced electronic warfare on the basis of the original principles of the theory of phase-frequency measurement and signal processing.

Keywords: means of electronic warfare, unmanned vehicles, using new principles quantum theory test.

Вступ

Проблема несанкціонованого проникнення і зняття інформації про об'єкти та стан на територіях в діапазоні 1-20 км безпілотними радіокерованими авіаційними та рухомими особливо гостра в режимах

військового протистояння і особливо військових бойових дій. Існуючі засоби РЕБ типу «Кольчуга», «АВАКС» тощо, в змозі вирішення виявлення таких каналів радіотрафіку, але в багатьох випадках для систем «широкосмугового доступу» це є проблематичним, не говорячи вже про неможливість, окрім «класичних» каналів, подавлення, або спотворення каналних сигналів. Використання Теорії фазочастотних вимірювань та перетворень радіосигналів (Теорія ФЧВ і ПР) дозволяє, завдяки використанню адекватних моделей, отримати унікальні результати у напрямку ОДНОЧАСНОГО збільшення в 100-1000разів і точності і швидкодії, як вимірювання так і формування радіосигналів, та отримання невідомих раніше можливостей (вимірювання частоти із роздільною здатністю 1 Гц, за мілісекунди (Практичне обмеження існуючих систем вимагає не менше 1 секунди), перевищення в два рази частоти Найквіста в цифрових синтезаторах частоти, здійснення зовнішньої частотної модуляції, компенсація та штучного створення «частоти Доплера», високоточне вимірювання девіації частоти за період модуляції, формування ортогональних сигналів на основі функцій Трансверсії, створення широкосмугових завад із «прямокутним спектром», тощо, які не можуть бути реалізовані рамках «класичних підходів» в радіотехніці [1-4].

Аналіз результатів, отриманих вітчизняними та іноземними вченими із цієї проблеми.

Питання подавлення систем керування та зняття інформації не стояло, так як професійні системи, які використовують супутникові канали, і використовуються в армійських цілях не можуть бути подавлені засобах наземних РЕБ, і протидія можлива лише в рамках систем типу «АВАКС», або блокування супутникових каналів. В той же час висока ефективність використання примітивних (любительських і професійних) систем, особливо в рамках АТО, а також бойових дій, показали повну безпорадність спробам їх подавлення класичними методами «глушіння», так як в самих примітивних безпілотних системах використовуються сучасні радіоканали не лише в діапазоні 400-900МГц, а також і 2,8, і 5,4 ГГц, і при цьому використовуються стійкі до гармонічних завад сучасні методи передачі із системами завадостійких (FFSS, ADT, GSM, CDMA,) тощо.

Огляд найбільш відомих подавлювачів [4]

Молот-8А (Рис.1) потужний пригнічувач відразу 8 частотних діапазонів. Це пристрій надійно блокує в радіусі до 50 метрів сигнали CDMA / GSM / DCS / PCS / GPS / LOJACK / VHF / UHF / WiFi / 3G. Кожна з 8 антен відповідає за свій частотний діапазон. І потужність кожної з антен можна регулювати від 0 до максимуму за допомогою восьми, розташованих поряд з ними, ручок регуляторів.



Рис. 1. Молот-8А

Придушені частотні діапазони:

- CDMA / GSM: 850 - 960MHz
- DCS / PCS: 1805 - 1990MHz
- 3G: 2110 - 2170MHz
- LOJACK: 167 - 178MHz
- GPS: 1 570 - 1580MHz
- WiFi: 2.4G: 2400 - 2500MHz
- VHF: 135-174MHz, UHF: 400-470MHz

Вихідна потужність пристрою 20 Ватт

Комплектація:

- Молот-8А - 1шт
- Мережевий адаптер - 1шт
- Автомобільний адаптер - 1шт
- Антени - 8 шт

Ціна: 16800.00грн.

Молот-8А має відмінну систему охолодження і може працювати тривалий час без перегріву. Пристрій працює від мережі 220 вольт або від 12 вольт прикурювача Вашого автомобіля.

Дана глушилка (Рис.2) спрямована спеціально на придушення бездротових камер, які працюють на частотах 1000-1100MHz, 1100-1300MHz, 2400-2500MHz, WiFi, блютуз та інших радіосигналів, які використовуються для роботи жучків. Цей пригнічувач не заважатиме роботі Вашого мобільного телефону, але при цьому всі стандартні канали для бездротової передачі даних він надійно заблокує в радіусі від 5 до 20 метрів в залежності від сили сигналу.

Цей пригнічувач має компактний розмір, але при цьому є дуже потужним для глушилки, працюючої від власного акумулятора, якого, до речі вистачає на півтори години безперервної роботи без підзарядки. До того ж даний глушилка має можливість працювати і підзаряджатися одночасно від мережі 220 вольт або від прикурювача.

Глушилка "Веpr" (рис.3) [4]- це потужний переносний пригнічувач відразу шести сигналів різних частот. За допомогою цього пристрою Ви можете заглушити мобільні телефони GSM і CDMA, 3G, 4G і WiFi. Радіус дії глушилки "Веpr" - до 20 метрів. При сильному сигналі стільникового зв'язку Ви можете

розраховувати на надійне придушення сигналів мобільного зв'язку та інших сигналів в радіусі близько 10 метрів. У пристрої є система повітряного охолодження за допомогою кольорів, що оберігають глушилку від перегріву.

Model Number: TG-120C



Специфікація:

Робочі частоти:

- 1000-1100MHz,
- 1100-1300MHz,
- 2400-2500MHz

Вихідна потужність: 2.7W

Колір чорний

Час роботи без підзарядки: до 90 хвилин

У комплекті зарядний мережеве та автомобільне пристрої

Ціна: 5080.00грн.

Рис.2



Придушені частоти:

- CDMA / GSM: 850 ~ 960MHz
- DCS / PCS: 1 805 ~ 1990MHz
- 3G: 2110 ~ 2170MHz
- 4G (LTE): 725-770MHz or 790-825MHz
- 4G: 2345- 2400MHz or 2620-2690MHz
- WIFI: 2400MHz ~ 2485MHz
- CDMA / GSM, DCS / PCS, 3G, 4G (LTE), WIFI

Вихідна потужність 3W

Радіус дії до 20 метрів

Вбудований акумулятор 4000mah

Габарити пристрою без антен: 130mm x 75mm x 35mm

Вага пристрою в упаковці і повній комплектації: 0.8 кг

Вбудована система повітряного охолодження.

Ціна 7680грн

Рис.3. "Вепр"

Кожну з 6 антен, що відповідають за придушення конкретних частот можна включити або відключити. У комплекті поставляється зарядний пристрій, а також автомобільний зарядний пристрій. Акумулятор 4000mA/ h забезпечить до 2-х годин безперервної роботи без підзарядки. Також пристрій може одночасно заряджатися і працювати.



Рис.4a



Рис.4б



Характеристики:

- 1) Блокує наступні частоти (GSM / CDMA 860MHz ~ 970MHz / DCS / PHS 1805MHz ~ 1930MHz / GPS +1500 MHz)
- 2) Міцний металевий корпус
- 3) Радіус дії 2 ~ 15m залежно від сили сигналу
- 4) Вбудована 700mAh літійовий акумулятор
- 5) Легка вага, компактний розмір
- 6) Розшифровка частот
CDMA / GSM: 860 ~ 970MHz
DCS / PHS: 1805 ~ 1930MHz
GPS: 2 110 ~ 1500MHz
- 7) Розміри: 95x45x18mm, Вага: 150g

Ціна: 1240.00грн.

Представлена на рис. 4 мабуть найпопулярніша міні глушилка широкого діапазону дії - вона

глушить відразу GSM / CDMA / DCS / PHS / GPS частоти. Завдяки мінімалістичному виконанню даного виробу, воно привертає до себе низькою ціною широке коло користувачів. Саме по собі пристрій дуже компактний, має лише одну кнопку і три коротких антенки. Ця глушилка легко може знаходитися в кишені Вашого одягу і не привертати до себе уваги.

Основними недоліками наявних систем є нефетивні (з енергетичної точки зору), фомування подавляючих сигналів, відповідно малий радіус дії, та досить висока вартість, що не завжди дозволяє їх використання для боротьби із БПЛА.

Питання протидії в польових умовах бойових дій (АТО), показало високу ефективність навіть примітивних засобів розвідки, і в той же час повну відсутність будь яких методів їх подавлення (окрім знищення вогнем із стрілкової зброї), що призводить до суттєвих наслідків у бойових операціях.

Тому очевидним є необхідним факт розробки мобільних, простих у експлуатації військових операцій, високоефективних систем РЕБ саме із сучасними видами радіозв'язку, який може бути розв'язано лише шляхом використання принципово нових можливостей при вимірюванні та формуванні радіосигналів, які забезпечуються лише в рамках ФЧВ і ПР, і відсутні у «класичній радіотехніці».

Постановка задачі

Актуальність проблеми особливо гостра в рамках АТО, а також забезпечення обороноздатності, а також може використовуватися для служб МНС, а також гідрометеослужб, засоби яких на основі теорії ФЧВ і ПР не можуть бути використані не санкціоновано, а і подавлені «класичними РЕБ».

Мета. Створення високоефективних мобільних засобів радіоелектронної боротьби із радіоканалами керування та зняття відеоінформації сучасних безпілотних розвідувальних систем шляхом використання принципово нових можливостей які відкриваються в рамках теорії ФЧВ і ПР, і не мають аналогів у світі за своїми комплексним параметром точність $\times$ швидкодія вимірювання (формування) радіосигналів [1-3].

Результати досліджень

Авторами проекту за останні 15 років розроблена Теорія ФЧВ і ПР, виготовлено та проведено випробування: частотоміра коінцидентії, вимірювального перетворювача частоти за методом коінцидентії, вимірювача девіації частоти, цифрових синтезаторів частоти (секвентності), формувачів функцій транс версії, напівсуматора секвентності, тощо які на практиці підтвердили основні положення теорії ФЧВ і ПР. Результати були використані в ході виконання ряду держбюджетних тем (н/к Троцишин І.В.): 2Б-2005, 6Б-2007, 8Б-2009, (які успішно завершено та впроваджено), а також дослідження в частині ЦАП і АЦП нового покоління продовжуються в рамках 7Б-2013 (н/к Троцишин І.В.) (Хмельницький національний університет) [1-3, 5].

В цьому науковому напрямку захищено 9 кандидатських і докторська дисертації.

Тому питання полягає в адаптації отриманих нових результатів із унікальними можливостями застосувати для такої важливої задачі РЕБ, які в мирний час навіть не передбачались!!

В основу покладено **методи** Теорії ФЧВ і ПР, сутність підходів яких є вищим рівнем ієрархії методів та засобів вимірювання та формування фазочастотних і амплітудних параметрів радіосигналів, які дозволили покращити в 10-100 разів (принципово незмінний у «класичних підходах» параметр) точність $\times$ швидкодія. Фазочастотний підхід вказує, що частоти, у класичному розумінні як величини оберненої до періоду не має і бути не може, а є лише похідно від повної фази. В області цифрового синтезу формується секвентність а не частота, що відкриває нові можливості синтезу навіть за межею Найквіста, тощо. Появились можливість здійснення Зовнішньої частотної модуляції, компенсації (або створення штучно) частоти Допплера, тощо.

Тому саме **Підходи** із позицій теорії ФЧВ і ПР відкривають нові можливості для оброблення радіосигналів, які принципово неможливо з «класичних позицій» [1-3,5].

Як влаштований пригнічувач стільникового зв'язку?

По суті, пригнічувачом стільникового зв'язку називається пристрій, який використовується для блокування різних радіочастот. В даний час, дана процедура є досить поширеною, і більшість людей користуються їй з метою блокування мобільних телефонів. Ці універсальні пристрої володіють багатьма перевагами, серед яких портативність, тривалий термін дії батареї, до того ж вони можуть використовуватися практично скрізь.

Будова будь-якого пригнічувача є, насправді, не такою складною, як здається. Він складається з 3 головних складових елементів - антени, електронних компонентів і джерела живлення (рис 5). [4]

Перш за все, варто відзначити, що у кожного пристрою є антена, метою якої є відправка сигналу. Природно, антени розрізняються за моделями і розмірами, але це безпосередньо залежить від пригнічувача та його вартості. Якщо, приміром, у Вас є більш потужний пристрій, його зовнішня антена заблокує сигнал, що знаходиться на дальшій відстані, і вона може бути налаштована на певні частоти. Електронні компоненти подавлювача складаються з генератора, керованого напругою (ГУН), який створює сигнал, здатний заблокувати сигнал телефону. Коливальний контур контролює частоту, яка вже використовується глушилки. Генератор шуму випромінює електронні перешкоди в певному радіусі частот з метою придушення сигналу мережі.

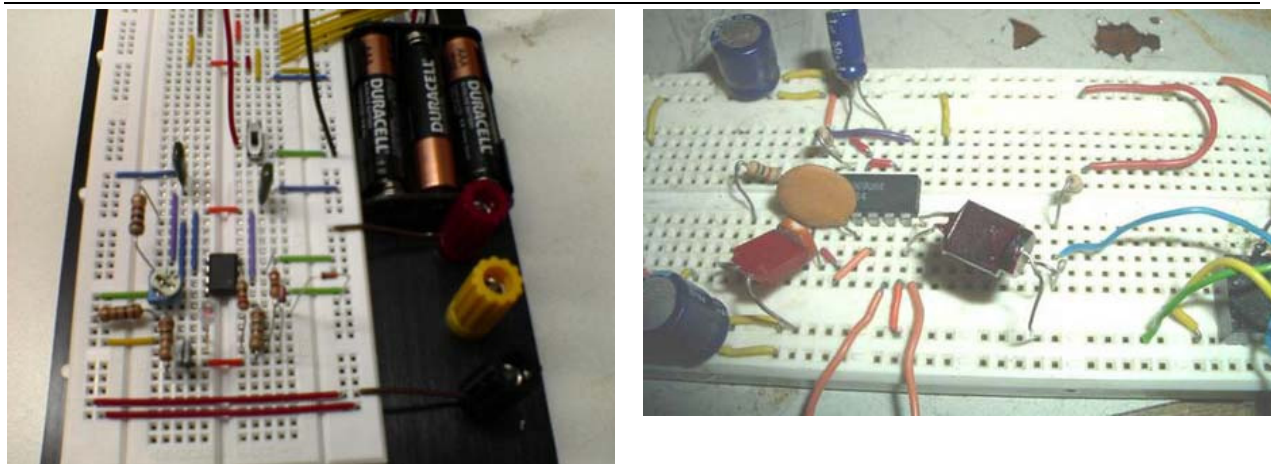


Рис.5 . Макетування простих схем подавлювачів

Не менш важлива складова деталь блокіратора мобільного зв'язку - підсилювач високої радіочастоти, головною функцією якого є посилення сигналу з подавлювача для блокування сигналу. Ймовірно, Ви б хотіли знати, звідки блокіратори мобільного зв'язку черпають потужність? Відповідь досить проста - маленькі пристрої використовують стандартні батареї, деякі з них використовують навіть ті, які призначені для звичайних мобільних телефонів. Тому, якщо Ви хочете придбати подавлювача мобільного зв'язку для персонального використання, Вам не слід турбуватися про джерело його живлення. У кожному разі, якщо Ви припускаєте покупку могутнішого блокіратора стільникових телефонів з метою придушення численних пристроїв, то тут ситуація з джерелом живлення йде інакше - все, що необхідно буде зробити - це просто підключити пристрій до мережі. Тому, перш ніж купити дорогий і потужний блокіратор, гарненько все зважте!

Якщо Ви уважніше придивитися до подавлювача стільникового телефону (рис.6), Ви побачите самий звичайний корпус з вимикачем живлення і індикаторами на світлодіодах. Виділяють кілька вимикачів, призначених для різного вибору частотних діапазонів разом з отворами для охолодження і отвором для під'єднання адаптера живлення [4].



Рис. 6

До складу всіх блокіраторів мобільного зв'язку входять антени. Подавлювачі більш компактного розміру оснащені вбудованими антенами для підтримки їх дизайну і, тим не менш, вони надають чудовий радіус блокування. Подавлювачі сигналів більшого розміру мають змінні антени, які дозволяють заблокувати своїм сигналом територію побільше. Як правило, подібні антени є всеспрямованими.

Інші компоненти подавлювача - електричні. Генератор, керований напругою (ГУН) виробляє радіосигнали, які наводять перешкоди на сигнали мобільного телефону. Коливальний контур налаштований для роботи на певну частоту і виділяє конкретну напругу ГУНу. Генератор шуму подавлювача стільникового телефону виробляє електричні сигнали, в певному частотному діапазоні з метою придушення сигналів мобільних телефонів. Підсилювач радіочастоти підвищує потужність вихідного сигналу з подавлювача стільникового телефону з метою підвищення чинного радіуса блокування і дозволяє глушити та пригнічувати сигнали більш сучасних і складних засобів зв'язку.

Подавлювачі стільникових телефонів малого розміру використовують вбудовані акумуляторні батареї в якості джерела живлення. Серед подавлювача більшого розміру представлені мережевий і автомобільний адаптери в якості джерел живлення.

Що впливає на радіус блокування?

Незалежно від того, який тип блокіратора стільникового зв'язку ти використовуєш, портативний або мобільний, кожен з них має свою область блокування. Областю блокування називається територія, яку покриває блокуючий сигнал блокіратора мобільного зв'язку. У кожного блокіратора є мінімальний, максимальний і середній радіус блокування.

Мінімальний радіус блокування показує найменшу область, в якій блокується сигнал стільникового

зв'язку, а максимальний показує найбільшу. Що стосується середнього радіусу, думаю тут вже і так все ясно.

Потужність Блокування

Потужність блокіратора сигналів залежить від безлічі різних факторів, які в сукупності роблять цей параметр блокіратора більш-менш постійним. Ось ці чинники:

Потужність самого блокіратора стільникового зв'язку.

Це означає наскільки потужний вихідний сигнал блокіратора і наскільки він посилений. Як правило, пристрої більшого розміру більш потужні, але вони споживають більше енергії.

Тип місцевості.

На відкритих просторах, наприклад, вулиці чи місцевість за містом, область блокування буде більше, а в тісних міських районах, приміщеннях та інших місцях з багатьма перешкодами, що заважають вільному проходженню сигналу, він буде менше.

Тип блокуемого мобільного пристрою.

Мобільні телефони і смартфони діляться за поколінням (перше, друге, і так далі). Більш старі простіше блокувати, так що їх сигнал може бути заблокований на більшій території. Більш нові пристрої та мобільні стандарти краще захищені від блокування, тому їх важче заблокувати, і блокуватися вони будуть в меншому радіусі.

Незважаючи на те, що неможливо поєднати переваги великого радіусу блокування і високої портативності пристрою, кожне з них має свої власні переваги. Ти можеш вибрати для себе маленький блокіратор, який легко сховати, або ж громіздкого і дуже потужного гіганта блокування.

Тим не менш, в якості компромісу можна використовувати військовий блокіратор, який об'єднує в собі компактний дизайн і високу потужність блокування на найвищому з можливих рівнів.

Основною **ідеєю** роботи є вирішення двох принципових питань комплексу захисту території від зняття інформації, перше це виведення керування (примітивний апарат впаде на землю, більш програмовані, повернуться у вихідну точку, що забезпечить певний захист).

У випадку застосування автоматичних трас важливим є блокування передачі відеоінформації, тому система РЕБ повинна подавляти всі канали сучасних систем передачі завадостійких (FFSS, ADT, GSM, CDMA,) тощо.

Використання методів КТВП дозволяє формувати сигнали із потрібними характеристиками невідомими раніше методами, наприклад використовуючи програмування характеристик ЦАП-АЦП (АПТ Троцишина), або вимірювання та формування частоти сигналу за методом коінцидентії, або ж зовнішньої частотної модуляції, чи навіть адаптивного формування «прямокутного спектру» (рис.7).

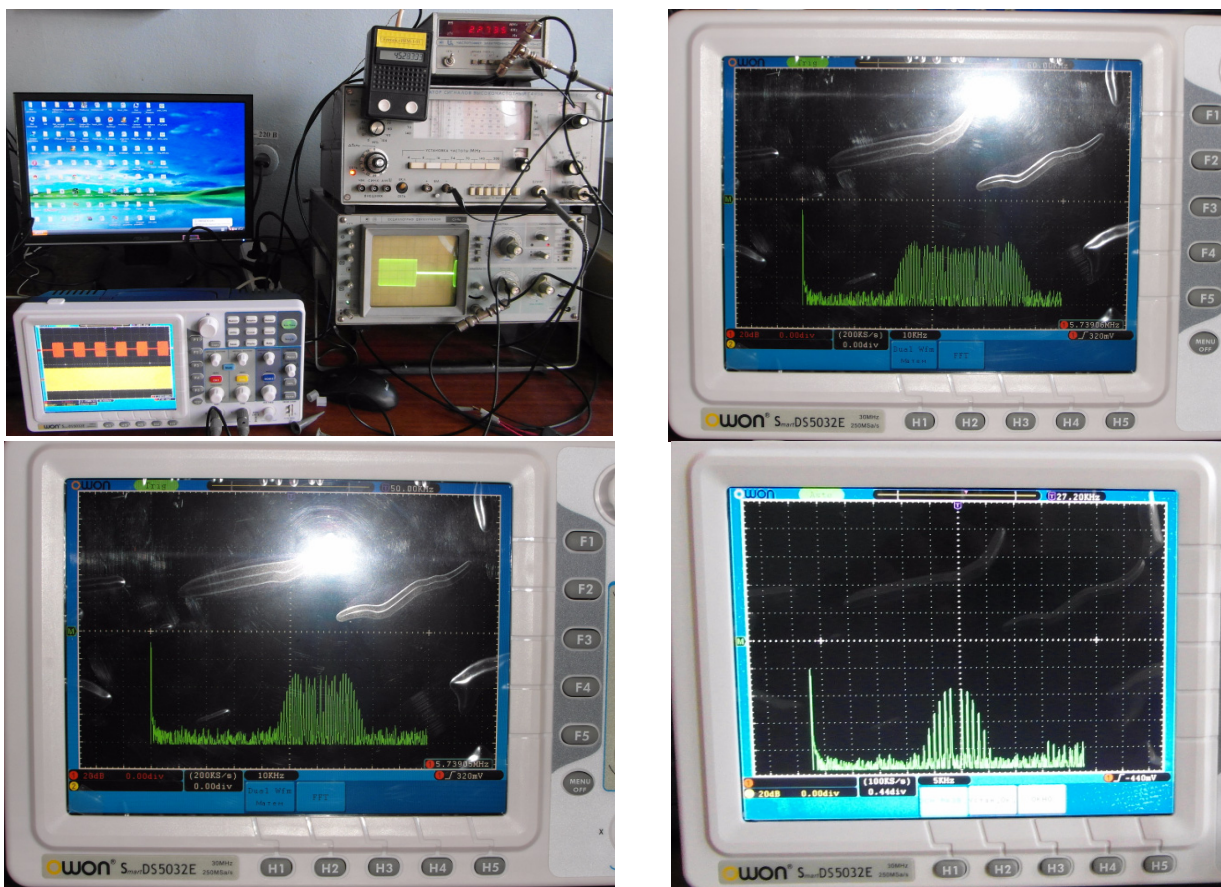


Рис. 8. Формування сигналів для подавлювачів в рамках КТВП і фазочастотного підходу

Гіпотеза яка є цільовою для проекту, це унеможливлення саме оперативного зняття

розвідувальної інформації безпілотними засобами в умовах динаміки бойових дій, коли від ефективності РЕБ залежить захист військ від вогневого враження. В цілому розробка знайде широке застосування у забезпеченні військових Міністерства оборони, а також Прикордонної служби України, в системах моніторингу МНС Україна, на об'єктах з підвищеним рівнем екологічної небезпеки (атомні станції, хімічні підприємства, тощо).

Висновки

Очікувані наукові та науково-технічні результати та їх переваги над аналогами. Будуть використані принципово нові технології Теорії ФЧВ і ПР, які мають суттєві переваги над існуючими і дозволяють створювати засоби із новим властивостями. Будуть розроблені макетні та експериментальні зразки для систем РЕБ в МГц і ГГц діапазонах для типових модулів радіоканалів із завадостійких (FFSS, ADT, GSM, CDMA,) тощо. Буде розроблене необхідне програмне забезпечення для автоматичного виявлення та блокування безпілотних засобів. Будуть розроблені методики комплексу заходів по розгортанню РЕБ та методичні рекомендації для користувачів (бійців АТО). Буде розроблена ескізна документація для виготовлення макетних та експериментальних зразків. Перспективи подальшого розвитку отриманих результатів дослідження. Перспективним є створення нових систем радіозв'язку на засадах принципів теорії ФЧВ і ПР, які стійкі до РЕБ нового покоління (детальна інформація є конфіденційною).

Література

1. Троцишин І. В. Квантова теорія вимірювального перетворення: принципи та методологія, на шляху від частотоміра коінцидентії до атенюатора-подільника Троцишина / І.В. Троцишин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – №1. – С.27-37. http://elibrary.ru/cit_title_items.asp?id=38428
2. Троцишина Н.І. Атенюатор-подільник Троцишина як базовий функціональний елемент нових принципів вимірювального перетворення ЦАП-АЦП / Н.І. Троцишина, І.В. Троцишин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – №1. – С.118-120. <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1260975>
3. Троцишин І.В. Методологія побудови ЦАП-АЦП з програмуємими параметрами характеристики преобразовання на основі атенюатора-дільника Троцишина и их исследование / І.В. Троцишин. Н.І. Троцишин, М.І. Троцишин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – №2. – С. 50-56. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21167140>.
4. <http://glushi.com.ua>
5. Патент України 100581. Спосіб побудови атенюатора-подільника Троцишина./ Троцишин І.В.// МПК (2013.01) G01R 15/00 G06G 7/16 (2006.01) G11C 8/00 H02M 3/06 (200), Опубліковано 10.01.2013, Бюл. № 1.

References

1. Trotsishin I. V.. Quantova teoriya vimiryuvalnogo peretvorenniya: principy ta metodologiya na shlahu vid chastotomira koinsidentsii do attenuatora-podilnika Trotsishina / I.V. Trotsishin // Vimiryuvalna that obchislyuvalna tehnika in tehnologichnih processes. - 2013.- №1.- С.27-37. http://elibrary.ru/cit_title_items.asp?id=38428
2. Trotsishina N.I.. Attenuator-podilnik Trotsishina yak Basovyy funktsionalnyy element novih printsipiv vimiryuvalnogo peretvorenniya DAC-ADC / N.I. Trotsishina, I.V. Trotsishin // Vimiryuvalna that obchislyuvalna tehnika in tehnologichnih protsesah.- 2013.- №1.- С.118-120. <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1260975>
3. Trotsishin I.V.. Methodology postroeniaCAP-ACP z programiruemyimi characteristicami preobrazovania na osnove attenuatora-dlelitya Trotsishina I ih issledovanie / IV Trotsishin. NI Trotsishin, MI Trotsishin // Vimiryuvalna that obchislyuvalna tehnika in tehnologichnih processes. - 2013. - №2. - С. 50-56. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21167140>.
4. <http://glushi.com.ua>
5. Patent Ukraine 100581. Sposib pobudovi attenuatora-podilnika Trotsishina. / Trotsishin I.V. // IPC (2013.01) G01R 15/00 G06G 7/16 (2006.01) G11C 8/00 H02M 3/06 (200) Published 01.10.2013, Bull. Nomer 1.

Рецензія/Peer review : 11.9.2015 р.

Надрукована/Printed :15.11.2015 р.