



DOI 10.28925/2663-4023.2023.19.243253

УДК 621.391.825

Крючкова Лариса Петрівна

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри систем інформаційного та кібернетичного захисту
Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна
<http://orcid.org/0000-0002-8509-6659>
alara54@ukr.net

Цмоканич Іван Володимирович

аспірант кафедри систем інформаційного та кібернетичного захисту
Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна
співробітник Державного науково-дослідного інституту
технологій кібербезпеки та захисту інформації, Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5085-8457>
ivakobor@ukr.net

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ВПЛИВІВ НА НЕБЕЗПЕЧНІ СИГНАЛИ ВИСОКОЧАСТОТНОГО НАВ'ЯЗУВАННЯ

Анотація. Розглянуто процеси формування технічних каналів витоку інформації методами високочастотного нав'язування, метод технічного захисту інформації від перехоплення цими методами, сутність якого полягає у застосуванні комбінованої активної завади, що змінює властивості небезпечних сигналів високочастотного нав'язування. Мета роботи – удосконалення захисних впливів на сформовані високочастотним нав'язуванням небезпечні сигнали для забезпечення максимально можливої руйнації їх інформативних параметрів і, як результат, надійного блокування каналів витоку інформації. Розглянуто перспективу застосування квадратурних формувачів радіосигналів для формування захисних сигналів не тільки відносно основної частоти, а й відносно гармонік небезпечного сигналу. Перевагою квадратурних формувачів є можливість здійснення в них модуляції у досить широкому діапазоні зміни як модулюючих, так і несійних частот без перебудови схеми завдяки відсутності у ній керованих реактивних елементів та частотно-вибіркових кіл. Розглянуто етапи формування вихідних фазомодульованих сигналів, наведено структурну схему, що реалізує квадратурний спосіб підвищення індексу кутової модуляції.

Ключові слова: метод високочастотного нав'язування; зондувальний сигнал; небезпечний сигнал; заводий захисний сигнал; квадратурний формувач радіосигналів; індекс кутової модуляції.

ВСТУП

Постановка проблеми. Перехоплення інформації, яка обговорюється на об'єктах інформаційної діяльності чи обробляється технічними засобами, може здійснюватися шляхом спеціальних впливів на елементи технічних засобів. Одним з ефективних методів такого впливу є високочастотне нав'язування (ВЧН), при якому канали витоку інформації формуються за рахунок акустоелектричних перетворень, що утворюються при одночасному впливі на елементи технічних засобів конфіденційних сигналів та зонduючого високочастотного сигналу, якщо не було вжито радикальних заходів, що перешкоджають проникненню струмів високої частоти всередину технічних засобів [1].



В даний час застосовуються два способи перехоплення інформації каналами високочастотного нав'язування:

- за допомогою контактного або індукційного введення високочастотного сигналу в електричні кола, які мають функціональні або паразитні зв'язки з основним технічним засобом;

- шляхом опромінення високочастотним електромагнітним сигналом джерела інформації і прийняття відбитого модульованого сигналу.

Враховуючи важливість інформації, застосовуються заходи та засоби, спрямовані на забезпечення захисту акустичної інформації та інформації, оброблюваної у інформаційних системах [1-12].

В [8, 9] запропоновано метод технічного захисту інформації від перехоплення методами ВЧН, сутність якого полягає у застосуванні комбінованої активної завади, що змінює властивості зондувального високочастотного сигналу. В основі методу лежить відоме фізичне явище виникнення биття між коливаннями близьких частот.

Оскільки при перехопленні інформації методами ВЧН можуть виникати як амплітудна, так частотна і фазова модуляція перевипроміненого сигналу, то необхідно вжити заходів до блокування можливості одержання інформації при використанні будь-якої з цих модуляцій [10].

Враховуючи, що перехоплення інформації може здійснюватись як на основній частоті, так і на гармоніках небезпечного сигналу, формування захисних сигналів пропонується здійснювати не тільки відносно основної частоти, а й відносно гармонік небезпечного сигналу [11]. Таким чином, явища «биття» і «качання» небезпечних сигналів буде прослідковуватись і на основній частоті, і на гармоніках, що забезпечить більш надійне блокування каналу витоку інформації і унеможливить перехоплення інформації. Методичні аспекти визначення параметрів захисних впливів на зондувальні сигнали високочастотного нав'язування авторами розглянуто в [12].

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – удосконалення захисних впливів на сформовані високочастотним нав'язуванням небезпечні сигнали для забезпечення максимально можливої руйнації їх інформативних параметрів і, як результат, надійного блокування каналів витоку інформації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Задача формування радіоелектронних завод одночасно на декількох гармоніках несійної частоти та забезпечення на кожній з них заданих значень індексів модуляції є непростю для вирішення технічною задачею [13].

Спосіб формування радіосигналів з кутовою модуляцією без обмеження величин індексів модуляції одночасно на кількох гармоніках коливання несійної частоти викладено в [14]. Нами розглядається перспектива застосування квадратурних формувачів радіосигналів для удосконалення захисних впливів на сформовані високочастотним нав'язуванням небезпечні сигнали.

Перевагою квадратурних формувачів є можливість здійснення в них модуляції у досить широкому діапазоні зміни як модулюючих, так і несійних частот без перебудови схеми завдяки відсутності у ній керованих реактивних елементів та частотно-вибіркових кіл. Разом з тим, необхідна точність формування заводових радіосигналів як з малими, так і з високими значеннями індексів модуляції напряму залежить від точності реалізації періодичних функцій $\cos(M \sin \Omega t)$ і $\sin(M \sin \Omega t)$ в низькочастотній області.

Спосіб підвищення індексу кутової модуляції одночасно на першій, другій та третій гармоніках коливання несійної частоти базується на обчисленні косинусної та синусної функцій модулюючої напруги, подвоєннях аргументів косинусної та синусної функцій, квадратурному множенні та квадратурному перемноженні і підсумовуванні.

На рис. 1 наведено структурну схему, що реалізує квадратурний спосіб підвищення індексу кутової модуляції. Для реалізації функціональних перетворювачів синуса та косинуса модулюючого сигналу в основному використовуються аналітичні, табличні, таблично-алгоритмічні методи, а також їх комбінації [15].

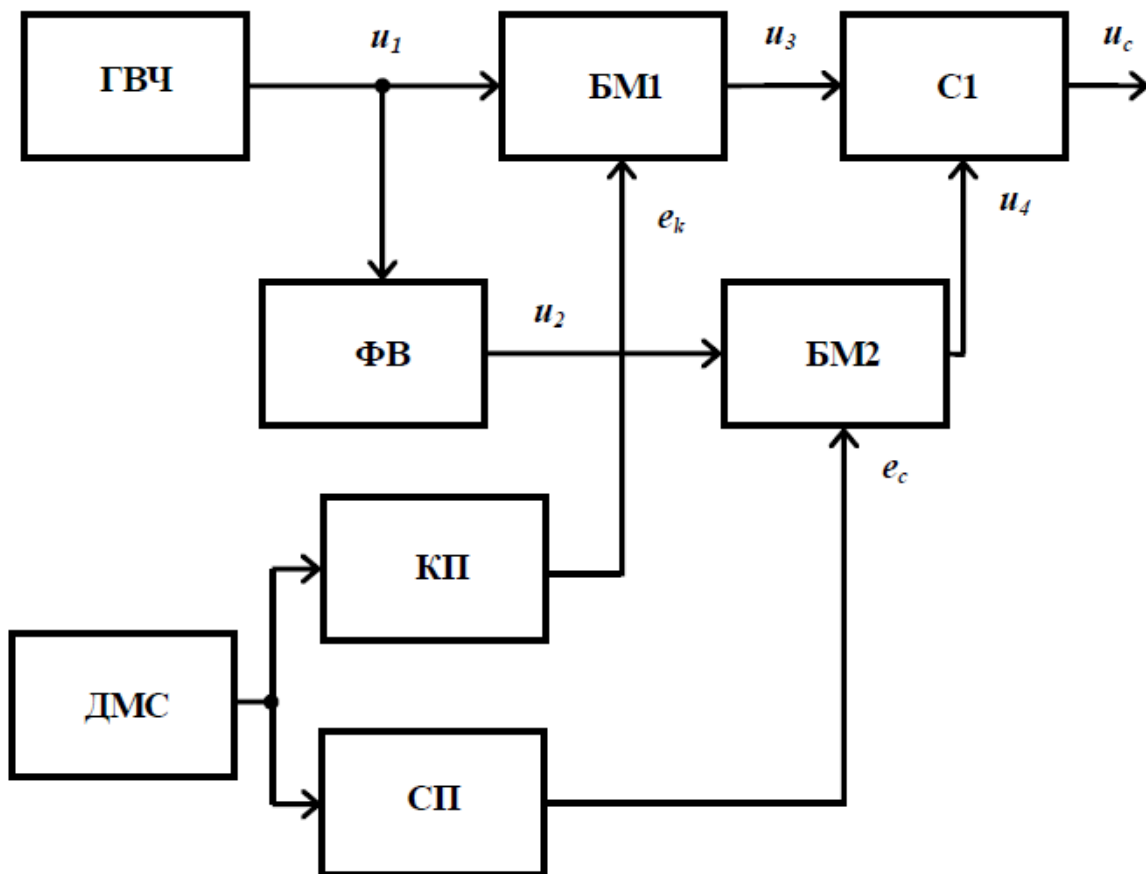


Рис. 1. Структурна схема, що реалізує квадратурний спосіб підвищення індексу кутової модуляції [14]: ГВЧ – генератор високої частоти; БМ1 та БМ2 – балансні модулятори; ФВ – високочастотний фазообертач на $\pi/2$; С1 – високочастотний лінійний суматор; ДМС – джерело модулюючого сигналу; КП – косинусний перетворювач; СП – синусний перетворювач.

Квадратурний спосіб включає:

формування за допомогою високочастотного генератора та фазообертача на $\pi/2$ квадратурних складових, що описуються, відповідно, виразами:

$$u_1 = U_1 \cos \omega t \quad (1)$$

$$u_2 = -U_1 \cos \omega t \quad (2)$$

формування за допомогою косинусного та синусного перетворювачів модулюючої напруги, відповідно, керуючих сигналів:

$$e_k = E_y \cos[m_\varphi \sin \Omega t] \quad (3)$$

$$e_c = E_y \sin[m_\varphi \sin \Omega t] \quad (4)$$

квадратурне перемноження високочастотних та низькочастотних складових (1) з (3) і (2) з (4) у балансних модуляторах з коефіцієнтами $k_{\text{БМ}} = 1$;

складання високочастотних квадратурних складових у лінійному суматорі, у результаті якого формується вихідний фазомодульований сигнал:

$$u_c = U_1 E_y [\cos \omega t \cos(m_\varphi \sin \Omega t) - \sin \omega t \sin(m_\varphi \sin \Omega t)] = U_{c1} \cos(\omega t + m_\varphi \sin \Omega t), \quad (5)$$

де $U_{c1} = U_1 E_y$ – постійна амплітуда

З формул (1) - (5) випливає, що в структурній схемі на рис. 1 можливе отримання фазомодульованих сигналів з будь-якими довільно заданими індексами модуляції m_φ .

На 1-му та 2-му етапах виконують, відповідно, перше множення коливання несійної частоти (1-й вихід) та формування його квадратури:

$$u_{yc1} = (U_1 \cos \omega t)^2 - (U_1 \sin \omega t)^2 = U_1^2 \cos 2\omega t \quad (6)$$

$$u_{\phiв1} = -U_1^2 \cos 2\omega t \quad (7)$$

3-й та 4-й етапи реалізують перші синфазне та квадратурне перемноження 2-х гармонік коливань несійної частоти (6) та (7), відповідно, із складовими (3) та (4):

$$u_{\text{сп1}} = U_1^2 \cos 2\omega t \times E_1 \cos[m_\varphi \sin \Omega t], \quad (8)$$

$$u_{\text{кп1}} = -U_1^2 \sin 2\omega t \times E_1 \sin[m_\varphi \sin \Omega t], \quad (9)$$

На 5-му етапі виробляють перше лінійне алгебраїчне підсумовування результатів (8) та (9) (2-й вихід):

$$\begin{aligned} u_{c1} &= U_1^2 \cos 2\omega t \times E_1 \cos[m_\varphi \sin \Omega t] - U_1^2 \sin 2\omega t \times E_1 \sin[m_\varphi \sin \Omega t] = \\ &= U_{c1} \cos(2\omega t + m_\varphi \sin \Omega t), \end{aligned} \quad (10)$$

де U_{c1} — постійна амплітуда.

На 6-му та 7-му етапах проводять, відповідно, друге множення ФМС (3-й вихід) та формування його квадратури:

$$\begin{aligned} u_{yc2} &= (U_{c1} \cos(\omega t + m_{\varphi} \sin \Omega t))^2 - (U_{c1} \sin(\omega t + m_{\varphi} \sin \Omega t))^2 = \\ &= U_{c1}^2 \cos(2\omega t + 2m_{\varphi} \sin \Omega t), \end{aligned} \quad (11)$$

$$u_{фв2} = -U_{c1}^2 \sin(2\omega t + 2m_{\varphi} \sin \Omega t). \quad (12)$$

8-й та 9-й етапи реалізують перші синфазне та квадратурне перемноження сигналів (11) та (12), відповідно, із складовими (3) та (4):

$$u_{сп2} = U_{c1}^2 \cos(2\omega t + 2m_{\varphi} \sin \Omega t) \times E_1 \cos[m_{\varphi} \sin \Omega t], \quad (13)$$

$$u_{кп2} = -U_{c1}^2 \sin(2\omega t + 2m_{\varphi} \sin \Omega t) \times E_1 \sin[m_{\varphi} \sin \Omega t]. \quad (14)$$

На 10-му етапі проводять друге лінійне алгебраїчне підсумовування результатів творів (13) та (14) (4-й вихід):

$$u_{c2} = U_{c1}^2 \cos(2\omega t + 2m_{\varphi} \sin \Omega t) \times E_1 \cos[m_{\varphi} \sin \Omega t] - U_{c1}^2 \sin(2\omega t + 2m_{\varphi} \sin \Omega t) \times E_1 \sin[m_{\varphi} \sin \Omega t] = U_{c2} \cos(2\omega t + 3m_{\varphi} \sin \Omega t), \quad (15)$$

де U_{c2} — постійна амплітуда.

11-й та 12-й етапи реалізують треті синфазне та квадратурне перемноження 2-х гармонік коливань несійної частоти (6) та (7), відповідно, із складовими $e_{k3} = E_3 \cos[4m_{\varphi} \sin \Omega t]$, $e_{c3} = E_3 \sin[4m_{\varphi} \sin \Omega t]$, алгоритми отримання яких описані в [16]:

$$u_{сп3} = U_1^2 \cos 2\omega t \times E_3 \cos[4m_{\varphi} \sin \Omega t], \quad (16)$$

$$u_{кп3} = -U_1^2 \sin 2\omega t \times E_3 \sin[4m_{\varphi} \sin \Omega t]. \quad (17)$$

На 13-му етапі виробляють третє лінійне алгебраїчне підсумовування результатів творів (16) та (17) (5-й вихід):

$$\begin{aligned} u_{c3} &= U_1^2 \cos 2\omega t \times E_3 \cos[4m_{\varphi} \sin \Omega t] - U_1^2 \sin 2\omega t \times E_3 \sin[4m_{\varphi} \sin \Omega t] = \\ &= U_{c3} \cos(2\omega t + 4m_{\varphi} \sin \Omega t), \end{aligned} \quad (18)$$

де U_{c3} — постійна амплітуда.

На 14-му та 15-му етапах проводять, відповідно, третє множення коливання несійної частоти (6-й вихід) та формування його квадратури:

$$u_{yc3} = U_1 \cos \omega t \times U_1^2 \cos 2\omega t - U_1 \sin \omega t \times U_1^2 \cos 2\omega t = U_{c4}^2 \cos 3\omega t, \quad (19)$$

$$u_{фв3} = -U_{c4}^2 \sin 3\omega t. \quad (20)$$

16-й та 17-й етапи реалізують четверті синфазне та квадратурне перемноження 2-х гармонік коливань несійної частоти (19) та (20), відповідно, із складовими (3) та (4):

$$u_{\text{сп4}} = U_{c4}^2 \cos 3\omega t \times E_1 \cos[m_\varphi \sin \Omega t], \quad (21)$$

$$u_{\text{кп4}} = -U_{c4}^2 \sin 3\omega t \times E_1 \sin[m_\varphi \sin \Omega t]. \quad (22)$$

На 18-му етапі проводять четверте лінійне алгебраїчне підсумовування результатів добутків (21) та (22) (7-й вихід):

$$\begin{aligned} u_{c4} &= U_{c4}^2 \cos 3\omega t \times E_1 \cos[m_\varphi \sin \Omega t] - U_{c4}^2 \sin 3\omega t \times E_1 \sin[m_\varphi \sin \Omega t] = \\ &= U_{c4} \cos(3\omega t + m_\varphi \sin \Omega t), \end{aligned} \quad (23)$$

де U_{c4} — постійна амплітуда.

19-й та 20-й етапи реалізують п'яті синфазне та квадратурне перемноження 2-х гармонік коливань несійної частоти (19) та (20), відповідно, із складовими $e_{k2} = E_2 \cos[2m_\varphi \sin \Omega t]$, $e_{c2} = E_2 \sin[2m_\varphi \sin \Omega t]$, алгоритми отримання яких описані в [16]:

$$u_{\text{сп5}} = U_{c4}^2 \cos 3\omega t \times E_2 \cos[2m_\varphi \sin \Omega t], \quad (24)$$

$$u_{\text{кп5}} = -U_{c4}^2 \sin 3\omega t \times E_2 \sin[2m_\varphi \sin \Omega t]. \quad (25)$$

На 21-му та 22-му етапах проводять п'яте лінійне алгебраїчне підсумовування результатів добутків (24) і (25) (8-й вихід) та формування квадратури отриманого ФМС:

$$\begin{aligned} u_{c5} &= U_{c4}^2 \cos 3\omega t \times E_2 \cos[2m_\varphi \sin \Omega t] - U_{c4}^2 \sin 3\omega t \times E_2 \sin[2m_\varphi \sin \Omega t] = \\ &= U_{c5} \cos(3\omega t + 2m_\varphi \sin \Omega t), \end{aligned} \quad (26)$$

де U_{c5} — постійна амплітуда,

$$u_{\text{фв4}} = -U_{c5} \sin(3\omega t + 2m_\varphi \sin \Omega t). \quad (27)$$

23-й та 24-й етапи реалізують шості синфазне та квадратурне перемноження сигналів (26) та (27), відповідно, із складовими (3) та (4):

$$u_{\text{сп6}} = U_{c5} \cos(3\omega t + 2m_\varphi \sin \Omega t) \times E_1 \cos[m_\varphi \sin \Omega t], \quad (28)$$

$$u_{\text{кп6}} = -U_{c5} \sin(3\omega t + 2m_\varphi \sin \Omega t) \times E_1 \sin[m_\varphi \sin \Omega t]. \quad (29)$$

На 25-му етапі проводять шосте лінійне алгебраїчне підсумовування результатів творів (28) та (29) (9-й вихід):

$$\begin{aligned} u_{c6} &= U_{c5} \cos(3\omega t + 2m_\varphi \sin \Omega t) \times E_1 \cos[m_\varphi \sin \Omega t] - \\ &- U_{c5} \sin(3\omega t + 2m_\varphi \sin \Omega t) \times E_1 \sin[m_\varphi \sin \Omega t] = U_{c6} \cos(3\omega t + 3m_\varphi \sin \Omega t), \end{aligned} \quad (30)$$

де U_{c6} — постійна амплітуда.

26-й та 27-й етапи реалізують сьомі синфазне та квадратурне перемноження сигналів (19) та (20), відповідно, із складовими $e_{k3} = E_3 \cos[4m_\varphi \sin\Omega t]$, $e_{c3} = E_3 \sin[4m_\varphi \sin\Omega t]$, алгоритми отримання яких описані в [17]:

$$u_{сп7} = U_{c4}^2 \cos 3\omega t \times E_3 \cos[4m_\varphi \sin\Omega t], \quad (31)$$

$$u_{кп7} = -U_{c4}^2 \sin 3\omega t \times E_3 \sin[4m_\varphi \sin\Omega t]. \quad (32)$$

На 28-му етапі проводять сьоме лінійне алгебраїчне підсумовування результатів (31) та (32) (10-й вихід):

$$\begin{aligned} u_{c7} &= U_{c4}^2 \cos 3\omega t \times E_3 \cos[4m_\varphi \sin\Omega t] - U_{c4}^2 \sin 3\omega t \times E_3 \sin[4m_\varphi \sin\Omega t] = \\ &= U_{c7} \cos(3\omega t + 4m_\varphi \sin\Omega t), \end{aligned} \quad (33)$$

де U_{c7} – постійна амплітуда.

Для N -кратного збільшення кількості етапів множень коливання несучої частоти у поєднанні з операціями квадратурних перемножень та алгебраїчних лінійних підсумовувань для вихідних ФМС можна записати:

$$u_{cN} = U_{cN} \cos(N\omega t + Nm_\varphi \sin\Omega t), \quad (34)$$

де U_{cN} – постійна амплітуда.

З формул (6), (10), (11), (15), (18), (19), (23), (26), (30), (33) і (34) випливає, що пропорційно збільшенню кількості етапів множень коливання несучої частоти у поєднанні із збільшенням кількості етапів квадратурних перемножень та лінійних підсумовувань відбувається збільшення кількості гармонік коливання несійної частоти з одночасним збільшенням на них (гармоніках) значень індексів модуляції вихідних ФМС за відсутності прояву паразитних амплітудної і фазової модуляцій.

На рис. 2 *a – д* наведені спектри на виходах етапів моделювання способу (етапи формування ФМС на 2-й і 3-й гармоніках коливання несійної частоти, в порівнянні з 1-й гармонікою, відзначені цифрами): рис. 3, *a* – відповідає 1-му та 14-му етапам; рис. 3, *б* – 5-му і 18-му етапам; рис. 3, *в* – 6-му та 21-му етапам; рис. 3, *г* – 10-му та 25-му етапам; рис. 3, *д* – 13-му і 28-му етапам.

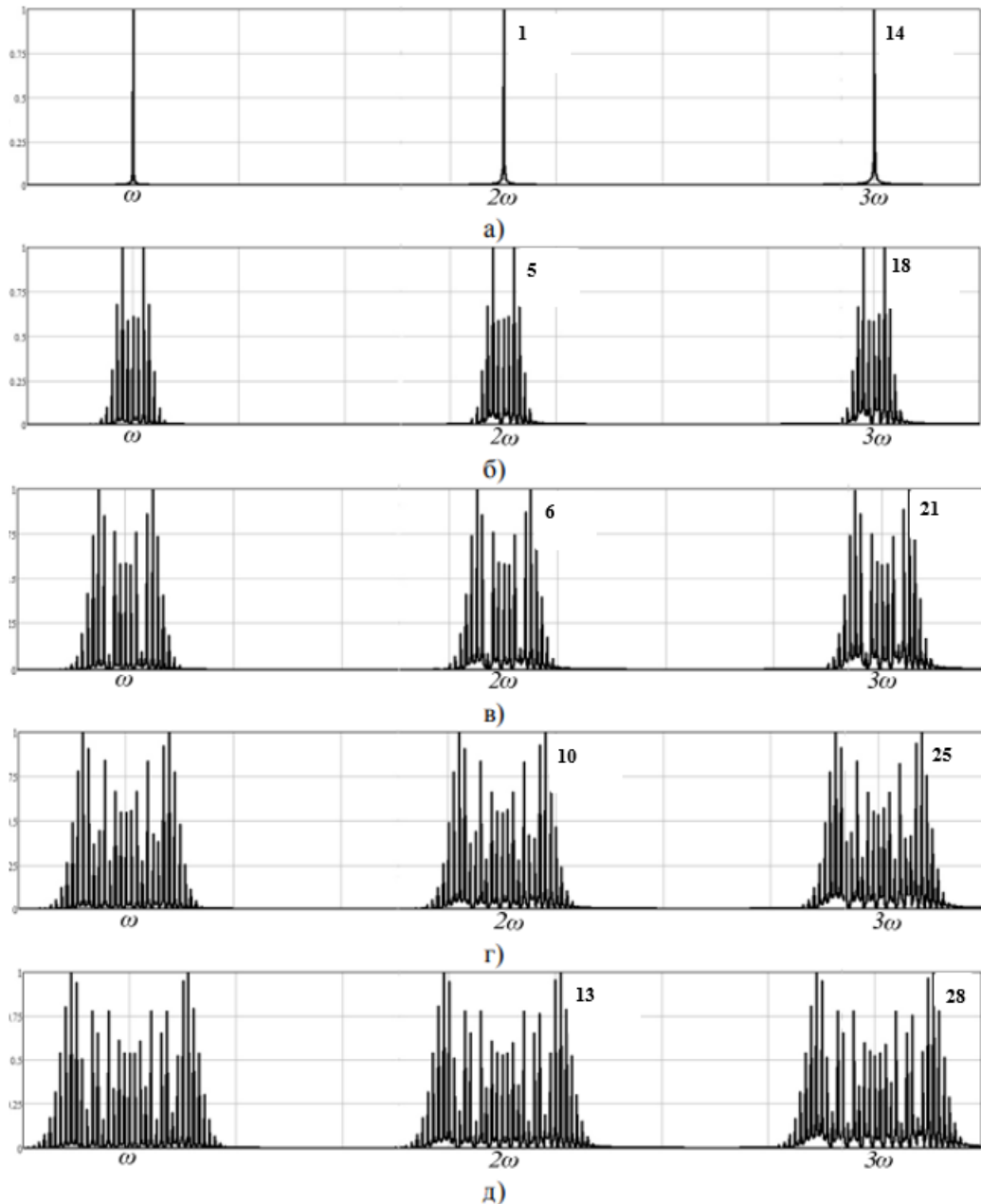


Рис. 2. Етапи моделювання способу підвищення індексу кутової модуляції (цифри від 1 до 28 позначені етапи формування вихідних фазомодульованих сигналів)

ВИСНОВКИ

Для підвищення ефективності захисту інформації від перехоплення методами високочастотного нав'язування, формування захисних сигналів слід здійснювати не тільки відносно основної частоти, а й відносно гармонік небезпечного сигналу. Таким чином, явища «биття» і «качання» небезпечних сигналів буде прослідковуватись і на основній частоті, і на гармоніках, що унеможливить перехоплення інформації.

Розглянутий спосіб формування радіоелектронних завад одночасно на декількох гармоніках несійної частоти та забезпечення на кожній з них заданих значень індексів модуляції дають основу для використання його при формуванні захисних впливів на сформовані високочастотним нав'язуванням небезпечні сигнали, де потрібно як

підвищення коефіцієнта якості шумових завад з кутовою модуляцією, так і збільшення дистанції впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kriuchkova Larisa, Tsmokanych Ivan. (2021) Overview of Methods of Protection of Acoustic Information Against Leaks by Channels Formed by High-Frequency Impositions. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*. 3(31). doi: 10.31435/rsglobal_ijitss/30092021/7685
2. Ленков С.В., Перегудов Д.А., Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации. Том 1. Несанкционированное получение информации. – К.: Арий, 2008. – 464 с.
3. Ленков С.В., Перегудов Д.А., Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации. Том 2. Информационная безопасность. – К.: Арий, 2008. – 344 с.
4. Особливості захисту інформації від витоку по каналу, створеному за рахунок застосування методу високочастотного «нав'язування» / О.П. Провозін, В.К. Железняк, В.А. Хорошко // Сучасні інформаційно-телекомунікаційні технології: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Том IV. Сучасні технології інформаційної безпеки. – Київ: ДУТ, 17–20 листопада 2015. С.28 – 30.
5. Іванченко С. О., Гавриленко О. В., Липський О. А. [та ін.]. Технічні канали витоку інформації. Порядок створення комплексів технічного захисту інформації: навчальний посібник НТУУ «КПІ». Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 104 с.
6. Яругіч А. О. Захист інформації від витоку технічними каналами. *Наука онлайн: Міжнародний електронний науковий журнал*. 2019. №1.
7. Ворона В. А., Костенко В. О. Способы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам. *Computational nanotechnology*. 2016. № 3. С. 208-223.
8. Ленков С.В., Рибальський О.В., Хорошко В.А., Крючкова Л.П. Принципы блокирования съема информации способами ВЧ-навязывания // *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*. К., Вип.22, 2009. – С.36 – 39
9. Патент 95365 Україна, МПК (2011.01) H04K 3/00. Спосіб захисту інформації / Рибальський О.В., Хорошко В.О., Крючкова Л.П., Джужа О.М., Орлов Ю.Ю.; заявник і патентовласник Національна академія внутрішніх справ. - № а200913327; заявл. 22.12.2009; 55 опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.
10. Larisa Kriuchkova, Maksym Vovk, Ivan Tsmokanych, and Denys Tarasenko (2022) Parameters of Aiming Interfering Signals for Information Protection from Leaks by High-Frequency Channel Imposition //CPITS-II-2021: Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems, October 26, 2021, Kyiv, Ukraine // 2022-08-16: published on CEUR Workshop Proceedings pp. 265-272 (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073) (Scopus).
11. Kriuchkova, L. ., Tsmokanych, I. ., & Vovk, M. . (2022). Advanced Method of Protection of Confidential Information from Interception by High-Frequency Imposition Methods. *Computer Systems and Information Technologies*, (3), 14–20. <https://doi.org/10.31891/CSIT-2021-5-2>.
12. Крючкова, Л., & Цмоканич, І. (2022). Методичні аспекти визначення параметрів захисних впливів на зондувальні сигнали високочастотного нав'язування. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2(18), 197–204. <https://doi.org/10.289252663-4023.2022.18.197204>
13. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Под ред. Ю.М. Перунова. – : Радиотехника, 2003. – 416 с.
14. Шерстюков С.А. Способ формирования радиосигналов с угловой модуляцией одновременно на нескольких гармониках колебания несущей частоты // *Вестник Воронежского института МВД России* № 2 / 2012. С. 35 – 46.
15. Смоллов В.Б. Функциональные преобразователи информации. – Л.: Энергоиздат. 1981. – 248 с
16. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба: (Средства и способы подавления и защиты радиоэлектронных систем). — М.: Воениздат, 1981. – 320 с.
17. Шерстюков С.А. Метод повышения девиации фазы (частоты) в квадратурных формирователях радиосигналов с угловой модуляцией // *Синхроинфо-2011: материалы международного научно-технического семинара «Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов в инфокоммуникациях»*, 27—30 июня 2011 г., Одесса / под ред. чл.-корр. РАН В.В. Шахгильдяна. – М.: ООО «Брис-М» оперативная полиграфия и дизайн-студия, 2011. – С. 37–40.

**Larysa Kriuchkova**

doctor of technical sciences docent,
professor of the Department of Information Systems and Cybernetic Protection
State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-8509-6659

alara54@ukr.net

Ivan Tsmokanych

Postgraduate of the Department of Information Systems and Cybernetic Protection
State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine
employee State Research Institute of Cyber Security and Information
Protection Technologies, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0000-0002-5085-8457

ivakobor@ukr.net

IMPROVEMENT OF PROTECTIVE EFFECTS ON DANGEROUS HIGH-FREQUENCY IMPRESSION SIGNALS

Abstract. The interception of information that is discussed at the objects of information activity or processed by technical means can be carried out by means of special effects on the elements of technical means. One of the effective methods of such influence is high-frequency imposition, in which channels of information leakage are formed due to acoustoelectric transformations, which are formed during the simultaneous impact on the elements of technical means of confidential signals and a probing high-frequency signal, if radical measures were not taken to prevent the penetration of currents of high frequency into technical means. Processes of formation of technical channels of information leakage by methods of high-frequency imposition, method of technical protection of information from interception by these methods, the essence of which consists in the application of combined active interference, which changes the properties of dangerous signals of high-frequency imposition, are considered. The purpose of the work is to improve the protective effects on dangerous signals formed by high-frequency imposition to ensure the maximum possible destruction of their informative parameters and, as a result, reliable blocking of information leakage channels. The perspective of using quadrature generators of radio signals for the formation of protective signals not only relative to the fundamental frequency, but also relative to the harmonics of the dangerous signal is considered. The advantage of quadrature shapers is the possibility of performing modulation in them in a fairly wide range of changes in both modulating and carrier frequencies without rebuilding the circuit due to the absence of controlled reactive elements and frequency-sampling circuits. The stages of formation of output phase-modulated signals are considered, a structural diagram is given that implements the quadrature method of increasing the angular modulation index. As a result, it is believed that the considered method of forming radio-electronic interference simultaneously on several harmonics of the carrier frequency and ensuring the specified values of the modulation indices on each of them provide a basis for its use in the formation of protective effects on dangerous signals formed by high-frequency imposition, where an increase in the coefficient is required the quality of noise disturbances with angular modulation, as well as increasing the distance of influence.

Keywords: method of high-frequency imposition; probing signal; dangerous signal; protective alarm; quadrature shaper of radio signals; angular modulation index

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Kriuchkova Larysa, Tsmokanych Ivan. (2021) Overview of Methods of Protection of Acoustic Information Against Leaks by Channels Formed by High-Frequency Impositions. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*. 3(31). doi: 10.31435/rsglobal_ijitss/30092021/7685.



2. Lenkov S., Peregodov D., Horoshko V. (2008). *Methods and means of information security, Volume 1. Unauthorized acquisition of information*. Arius. P. 464.
3. Lenkov S., Peregodov D., Horoshko V. (2008). *Methods and means of information security, Volume 2. Information security*. Arius. P. 344.
4. Porovozin O., Zheleznyak V., Horoshko V. (2015). Peculiarities of information protection against leakage through a channel created by using the high-frequency “imposition” method. *Modern information and telecommunication technologies: Materials of the international scientific and technical conference, Volume IV. Modern information security technologies*, P. 28–30.
5. Ivanchenko S. O., Gavrylenko O.V., Lypskiy O.A. [and others]. Technical channels of information leakage. Procedure for creating complexes of technical information protection: *tutorial NTUU “KPI”: NTUU “KPI”, 2016*. P. 104.
6. Yarutych A. O. Protection of information from leakage through technical channels. *Science online: International electronic scientific journal*. 2019. №1.
7. Vorona V. A., Kostenko V. O. Methods and means of protecting information from leakage through technical channels. *Computational nanotechnology*. 2016. № 3. P. 208-223
8. Lenkov S., Rybalskyj O., Horoshko V., Kriuchkova L. (2009). Principles of blocking information collection using HF-jamming methods. *Bulletin of Kyiv National University named after Taras Shevchenko. Military special sciences*, 22, p. 36–39.
9. Rybalskyj O., Horoshko V., Kriuchkova L., Dzhuzha O., Orlov J. (2011) *Method of information protection* (Patent of Ukraine № 95365).
10. Larysa Kriuchkova, Maksym Vovk, Ivan Tsmokanych, and Denys Tarasenko (2022) Parameters of Aiming Interfering Signals for Information Protection from Leaks by High-Frequency Channel Imposition // *CPITS-II-2021: Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems, October 26, 2021, Kyiv, Ukraine // 2022-08-16: published on CEUR Workshop Proceedings* pp. 265-272 (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073) (Scopus).
11. KRIUCHKOVA, L. ., TSMOKANYCH, I. ., & VOVK, M. . (2022). ADVANCED METHOD OF PROTECTION OF CONFIDENTIAL INFORMATION FROM INTERCEPTION BY HIGH-FREQUENCY IMPOSITION METHODS. *Computer Systems and Information Technologies*, (3), 14–20. <https://doi.org/10.31891/CSIT-2021-5-2>.
12. Kriuchkova, L., & Tsmokanych, I. (2022). METHODOLOGICAL ASPECTS OF DETERMINING THE PARAMETERS OF PROTECTIVE EFFECTS ON PROBING SIGNALS OF HIGH-FREQUENCY IMPOSITION. *Electronic Professional Scientific Edition «Cybersecurity: Education, Science, Technique»*, 2(18), 197–204. <https://doi.org/10.289252663-4023.2022.18.197204>
13. Perunov M.Yu. [Ed.], Fomichev K.I., Yudin L.M. Radio-electronic suppression of information channels of weapon control systems. *Moscow: Radiotekhnika, 2003*, 416 p.
14. Sherstiukov S. A. A method for generating radio signals with angle modulation simultaneously on several harmonics of a carrier frequency oscillation // *The bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia № 2 / 2012*. P. 35 – 46.
15. Smolov V. B. Functional information converters. – Leningrad.: *Energoizdatelstvo. Leningradskoe otdelenie, 1981*. – p. 248.
16. Paliy A. I. Radioelectronic warfare: (Means and methods for suppressing and protecting radio-electronic systems). — *Moscow: Voenizdatelstvo, 1981*. – p. 320.
17. Sherstiukov S. A. Method for increasing phase (frequency) deviation in quadrature radio signal shapers with angle modulation // *Collection of reports of the international scientific and technical seminar “Synchronization, signal generation and processing systems in information communications SINHROINFO 2011”, June 27-30, 2011, Odesa / Ed. corr. member RAS V.V. Shahgildyan. Moscow: Bris-M LLC operational printing and design studio*, pp. 37-40.

