

В. В. Князев<sup>1</sup>, В. І. Кравченко<sup>1</sup>, Б. О. Лазуренко<sup>2</sup>, О. А. Серков<sup>2</sup>, К. А. Трубочанінова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Молнія», Харків, Україна

<sup>2</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

<sup>3</sup> Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

## МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

**Анотація.** Предметом розгляду статті є процеси забезпечення електромагнітної сумісності в самоорганізованій безпроводній мережі шляхом застосування надширокосмугових сигналів з високою інформаційною ємністю. **Мета** – розробка рекомендацій щодо реалізації безпроводного мобільного рухомого зв'язку при передачі дискретних повідомлень каналом зв'язку з адитивним гаусовим шумом. **Задача** – забезпечення усталеної та надійної роботи надширокосмугової системи зв'язку. Використані **методи**: методи аналітичного моделювання та теорії потенціальної завадостійкості. Отримані наступні **результати**. Розроблено критерій забезпечення вимог електромагнітної сумісності мобільних телекомунікаційних систем. На ґрунті теорії потенціальної завадостійкості показана можливість усталеної та беззавадової роботи телекомунікаційної безпроводної системи в умовах, коли рівень інформаційного сигналу та шуму мають одне значення. Доведена можливість вилучення переданого інформаційного сигналу із суміші шуму та корисного сигналу шляхом кореляції прийнятого та опорного сигналів. **Висновки.** Показано, що використання технології надширокосмугових сигналів дозволяє здійснити безпроводну приховану передачу інформації з малою потужністю випромінювання. Причому велика база сигналу дозволяє забезпечити усталену та беззавадову роботу телекомунікаційної системи зв'язку за умов, коли рівень інформаційного сигналу знаходиться на рівні чи нижче рівня шуму. При цьому доведена можливість вилучення корисного сигналу із суміші інформаційних двійкових сигналів та білого гаусового шуму.

**Ключові слова:** рухомий зв'язок; завадостійкість; база сигналу; критерій емс; кореляція.

### Вступ

Стрімкий розвиток мобільних систем зв'язку, Internet та безпроводних локальних мереж робить все більш пріоритетним вирішення проблеми забезпечення відповідного рівня електромагнітної сумісності (ЕМС) в сучасній безпроводній техніці зв'язку.

У той же час існуючий радіочастотний ресурс перевантажено (рис. 1), що викликає зниження рівня завадозахищеності систем та якості наданих послуг (QoS). Також нагальною стає проблема забезпечення високої щільності каналів зв'язку, їх пропускної здатності та завадостійкості в умовах дії ненавмисних та навмисних завад [1 - 3].

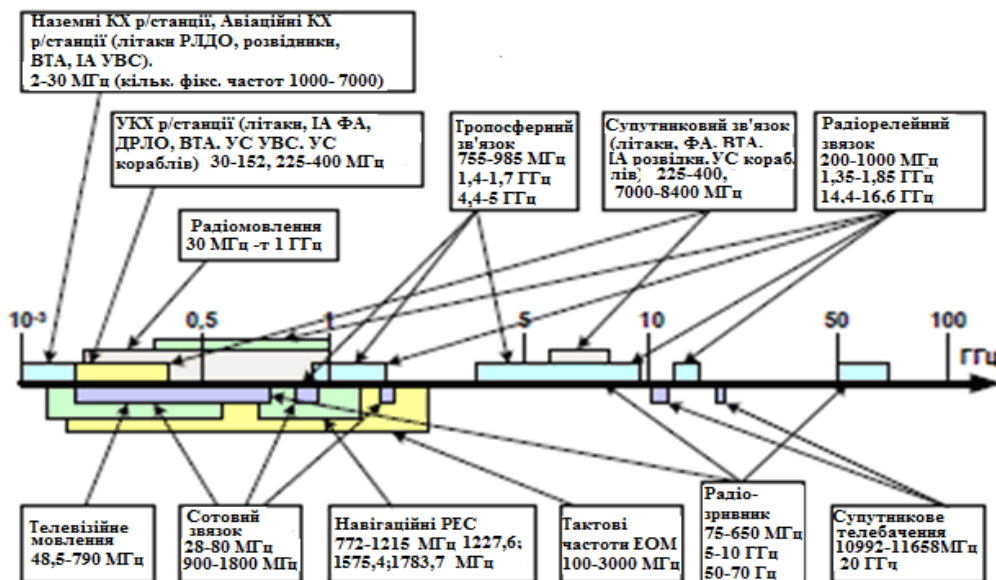


Рис. 1. Розподіл за робочими частотами засобів зв'язку і навігації

Існує низка методів, які базуються на розподілі між окремими засобами мобільного зв'язку таких параметрів, як частота, час, код і простір із мінімумом взаємних завад та максимальним використанням характеристик середовища передачі [4]. Найбільш поширеними є метод багатоканального зв'язку з часовим розподілом (TDMA) та частотним

розподілом (FDMA). Їх загальним позитивним моментом є уникнення взаємних завад між сусідніми щільно розташованими каналами зв'язку шляхом використання у різних каналах ортогональних сигналів.

При цьому умовами ортогональності сигналів в часовій області  $x(t)$ , де  $i = 1, 2, \dots$ , є виконання умов:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x_i(t)x_j(t)dt = \begin{cases} 1, & \text{коли } i = j; \\ 0, & \text{коли } i \neq j. \end{cases}$$

Аналогічно, у випадку виконання цих умов, сигнали ортогональні і в частотній області. Обидва методи TDMA і FDMA є найбільш розповсюдженими, суміщення яких дозволяє реалізувати метод багатоканального зв'язку із кодовим розподіленням каналів (CDMA), суть якого полягає у використанні надширококутових сигналів (НШС), що дає змогу віднести його до п'ятого покоління систем радіозв'язку. Причому надширококутовими вважаємо такі сигнали, для яких виконується співвідношення:

$$B = F_c T_c \gg 1,$$

де  $B, F_c, T_c$  – база, ширина спектру і тривалість сигналу відповідно.

За рахунок створення складних сигнально-кодових конструкцій інформаційного сигналу шляхом одночасного застосування процесів кодування та модуляції отримуємо сигнал, який займає більшу смугу частот, має значно меншу його інтенсивність у порівнянні з сигналом що реалізовано їх послідовними процесами та дозволяє забезпечити більш високу ефективність та енергетичний вигнаш [5 – 7]. Розширення спектру призводить до того, що сигнал більш рівномірно та менш щільно розподіляється у визначеній області спектру. Таким чином, не тільки підвищується завадостійкість інформації, но і знижується імовірність його перехоплення. Це обумовлено тим, що не маючи синхронізованої копії розширюючого сигналу, він буде губитися у шумі. З огляду на те, що вирішення проблеми організації якісного мобільного зв'язку та захисту інформації в безпроводних радіомережах полягає у зниженні рівня завадової електромагнітної обстановки (ЕМО), то технологія НШС сигналів є найбільш придатною для її практичного застосування. Суть її полягає у передачі малопотужних кодованих імпульсів в дуже широкій смузі частот без несучої частоти. Причому ширококутність системи визначає не абсолютна величина ширини використаної смуги частот, а співвідношенням спектру повідомлення, який визначено швидкістю отримання інформації, та шириною спектра сигналу. Припустимо, що  $\Delta F$  є шириною спектру повідомлення,  $W$  – ширина спектру сигналу, а  $T$  – тривалість сигналу. Добуток  $B = WT$  є базою сигналу. Зазвичай для ширококутових систем  $W \gg \Delta F$  та  $B \gg 1$ . Розширюючи смугу частот із  $\Delta F$  до  $W$  виникає можливість збільшення швидкості передачі інформації, укорочуючи передані сигнали з величини  $T \cong 1/\Delta F$  до  $T_1 \cong 1/W$ , причому  $T_1 \ll T$ . Таким чином до переданого сигналу вводять деяку надмірність, величину якої визначає коефіцієнт розширення спектру  $K_f = W/\Delta F$ . Саме наявність цієї надмірності визначає такі властивості надширококутових систем, як можливість переборення явища багатопроменевості, усталеність до завад, та можливість ефективного використання спектру під час використання перевантаженого частотного діапазону та цифрової обробки сигналу.

Зниження рівня електромагнітного випромінювання є основним методом забезпечення ЕМС в системах безпроводного мобільного зв'язку [8-10]. Тому сприйнятливим щодо забезпечення усталеної беззавадової роботи є зниження рівня інформаційного сигналу на вході приймача до рівня шуму. Це обумовлює критерій щодо забезпечення вимог ЕМС телекомунікаційних систем безпроводного мобільного зв'язку.

### Критерій забезпечення вимог ЕМС мобільних телекомунікаційних систем зв'язку

Згідно теорії потенціальної завадостійкості Котельнікова В.А. [11] гранично досяжною межею зниження рівня інформаційного сигналу для усіх без винятку класів приймальних систем є відношення подвійної енергії сигналу  $E$  до спектральної щільності потужності шуму  $N_0$  що складає величину:

$$Q = 2E/N_0 = 2q_0B,$$

де:  $q_0 = \frac{E/T}{N_0W}$  – відношення середньої потужності сигналу  $P_{s0} = E/T$  до потужності шуму  $P_{N0} = N_0W$  на вході приймача, а  $B = WT$  є базою сигналу.

Зазвичай, нижня межа співвідношення спектральних щільностей сигналу  $N_s$  та завади  $N_0$  складає 7 дБ на вході приймача, що гарантує його нормальну роботу. Таким чином цей рівень відповідає наступному співвідношенню:

$$\frac{N_s}{N_0} \leq 0,2. \quad (1)$$

У той же час спектральну щільність  $N_s$  визначають наступним співвідношенням:

$$N_s = P/W = E/W T, \quad (2)$$

де  $P$  – потужність сигналу;  $W$  – ширина спектру сигналу;  $E$  – енергія сигналу;  $T$  – тривалість сигналу.

З урахуванням співвідношень (1), (2) критерієм виконання вимог ЕМС стає вирішення наступної нерівності:

$$E/W T N_0 \leq 0,2. \quad (3)$$

При цьому співвідношення (3) прийме наступного вигляду:

$$q^2/W T \leq 0,4, \quad (4)$$

де сам критерій визначено у термінах відношення сигнал / шум на вході приймача  $q$  та виграшу від обробки  $WT$ .

Таким чином задача полягає в обранні такого виграшу від обробки сигналу, який би гарантував достатньо низький рівень його спектральної щільності  $N_s$  відносно спектральної інтенсивності природного шуму  $N_0$  на вході приймача. При цьому критерієм якості каналу мобільного цифрового зв'язку та забезпечення вимог ЕМС є відношення сигнал/шум (SNR, Signal-to-noise ratio).

Можливість подальшого підвищення потенційної завадостійкості приймальних пристроїв обгрун-

тував Слепян Д. [12] у своїй теоремі, застосування якої справедливе тільки у тих випадках, коли ширина спектру сигналу більша, ніж ширина спектру шуму. Таким чином, єдино можливим шляхом підвищення рівня завадостійкості із підтримкою якості обслуговування в безпроводних телекомунікаційних радіомережах є застосування надширокопосмугових (НШС) сигналів із нелінійною обробкою їх спектрів.

### Методи забезпечення EMC мобільних систем рухомого зв'язку

В цифрових телекомунікаційних системах якість мобільного зв'язку та відповідний рівень EMC забезпечують двома методами: стрибкоподібної переналаштування частоти (Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS) та прямої послідовності (Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS). Обидві ці методи передбачають розподіл всієї широкої смуги частот на  $n$  підканалов. Кожний із цих методів має свої вади. Однак, устаткування FHSS значно простіше й дешевше, а також має більшу стійкість до широкопосмугових завад.

**Метод стрибкоподібного переналаштування частоти FHSS.** При застосуванні методу FHSS станція у кожний момент часу передає інформацію тільки по одному з  $n$  підканалов, регулярно перемикаючись на інший підканал. Ці перемикання відбуваються синхронно на передавачі і приймачі, причому їх послідовність носить псевдовипадковий характер і заздалегідь відомий тільки даній парі «передавач-приймач». Для реалізації такого перемикання використовують властивості перетворення Фур'є, за яким здійснюючи згортку інформаційного сигналу із допоміжною функцією, наприклад, експоненціальною, отримуємо у часовій області перенесення спектру інформаційного сигналу до іншого діапазону у частотній області. Таким чином, маючи низку допоміжних імпульсних функцій з'являється можливість для реалізації стрибкоподібного переналаштування спектру частот інформаційного сигналу до іншого частотного діапазону. При цьому приймальне обладнання вимірює потужність радіосигналу і рівень завад, та на основі отриманих результатів формується список вільних та зайнятих каналів для подальшого обрання каналу. До списку включено інформацію про стан каналу зв'язку, де низьке значення потужності сигналу та відсутність завад в них свідчить про наявність вільних каналів. Та навпаки, присутність великого рівня сигналу в каналі та/або сильних завад свідчать про його зайнятість. Ця інформація дозволяє при встановленні з'єднання обирати найбільш оптимальний канал зв'язку за найменшим рівнем завад. Сканування доступних каналів відбувається як мінімум один раз за 30 сек. Запис даних про якість зв'язку кожним приймально-передавальним пристроєм здійснюють у вигляді таблиці якості зв'язку (The Link Quality Table), що являє собою двовимірний масив. На основі записаних поточних значень даних про якість зв'язку передають інформацію за маршрутом, що забезпечує якість зв'язку, яка перевищує або дорівнює заданому пороговому значенню. Фрагмент самоорганізованої безпроводної мережі наведено на рис. 2.

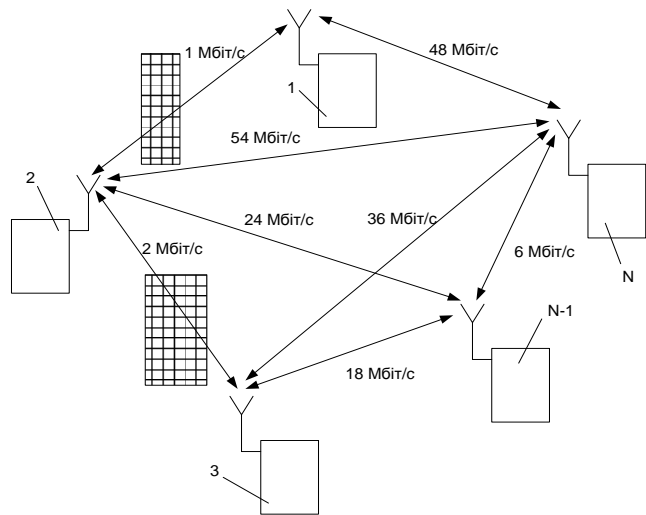


Рис. 2. Організація зв'язку в самоорганізованій безпроводній мережі

Завдяки такому безперервному динамічному вибору та наданню каналів зв'язку здійснюється ефективне використання радіочастотного ресурсу та забезпечуються вимоги EMC в системах безпроводного мобільного зв'язку.

**Метод прямої послідовності DSSS.** При реалізації методу DSSS кожен біт інформації кодується у вигляді послідовності з  $n$  біт, а всі ці  $n$  біт передаються паралельно по всім  $n$  підканалам, причому алгоритм кодування індивідуальний для кожної пари «передавач-приймач», забезпечуючи, таким чином, конфіденційність передачі. Цей метод дозволяє досягати більшої пропускної здатності і, завдяки  $n$ -кратній надмірності, забезпечує більшу стійкість до вузькосмугових завад та дозволяє використовувати інформаційні сигнали дуже низької потужності, не створюючи завад звичайним радіопристроєм.

Подальше удосконалення методу DSSS з метою підвищення рівня завадостійкості телекомунікаційних систем зв'язку здійснюють шляхом застосування НШС сигналів з нелінійною обробкою їх спектрів [12]. Реалізацію такого підходу здійснюють наступним чином.

Інформаційний двійковий сигнал спочатку розширюють шляхом множення його на розширюючу кодову послідовність сигналів у вигляді потоку елементарних сигналів – чипів та випромінюють його до вільного простору.

Таким чином здійснюють одночасне завадостійке кодування та модуляцію інформаційного біту, створюючи складну сигнально-кодову конструкцію [13, 14].

Для створення в одній смузі частот низки незалежних, захищених від завад каналів зв'язку додатково застосовано систему ортогональних кодів. При цьому основне положення кожного чипу зрушують на час, пропорційне поточному значенню деякої псевдовипадкової послідовності, додатково здійснюючи зсув його у часі на один-два порядки вище, ніж при попередньому часовому позиційно – імпульсному кодуванні. В результаті спектр двійкового сигналу істотно згладжується, стає шумоподібним та вже не заважає іншим пристроям, які працюють у

тій же смузі. Завдяки широкосмужності сигналу знижується його потужність, причому на дуже довгій базі – нижче рівня білого шуму. Застосовуючи систему ортогональних кодів для управління часовими затримками чипів, здійснюють багатоканальний зв'язок захищеної інформації в рухомих телекомунікаційних системах. Таким чином до безпроводної радіомережі надходять НШС сигнали з періодичною кодовою модуляцією спектра у відповідності з потоком двійкових інформаційних символів.

У той же час широка смуга частот та надкоротка тривалість чипів висувають підвищені вимоги до точності синхронізації. Інформаційні сигнали та сигнали синхронізації знаходяться на одному енергетичному рівні, а спектральна щільність усіх каналів знаходиться на рівні шумів, тому система значною мірою зазнає погіршення значень імовірності бітової похибки. Зменшити рівень внутрішньосистемних завад та бітової похибки дозволяє метод формування ансамблю складного НШС інформаційного сигналу шляхом часового розділення опорного та інформаційного сигналів, схема реалізації якого наведено на рис. 3.

В схемі передавача застосовано трипозиційний комутатор, який протягом першої половини бітового інтервалу замикає вихід передавача безпосередньо на генератор НШС сигналу (G).

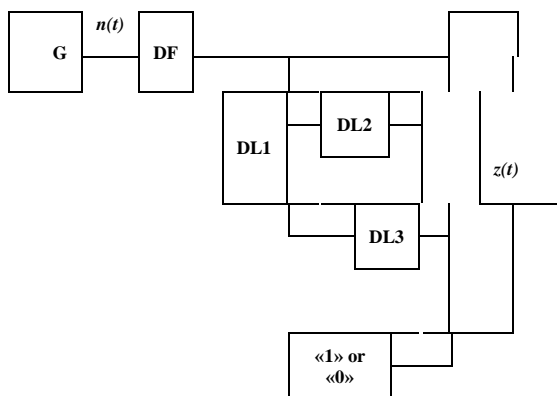


Рис. 3. Схема формування ансамблю складного НШС інформаційного сигналу

Таким чином протягом періоду часу  $T_s/2$  формують опорний НШС сигнал. В середині бітового інтервалу здійснюють переключення комутатора до однієї з двох можливих позицій в залежності від потоку двійкових бітів «одиниця» чи «нуль» від джерела інформації. При цьому лінія затримки DL1 забезпечує затримку сигналу  $x(t)$  на половину бітового інтервалу  $T_s/2$ , а лінії затримки DL2 та DL3 задіяні безпосередньо для формування потоку двійкових бітів. В результаті формується ансамбль складного сигналу, де інформаційний сигнал, відокремлено у часі від опорного, та на одному інтервалі  $T_s$  має такий вигляд.

$$y(t) = \begin{cases} x(t), & 0 \leq t \leq \frac{T}{2}; \\ x\left(t - \frac{T}{2} - T_0\right), & \frac{T}{2} \leq t \leq T; \\ x\left(t - \frac{T}{2} - T_1\right), & \frac{T}{2} \leq t \leq T; \end{cases}$$

У вільному просторі на розширений сигнал, смуга частот якого дорівнює смузі частот кодового сигналу – чипу, впливає зовнішня завада. Прийняту суміш ансамблю складного НШС інформаційного сигналу та завади в приймачі повторно множать на синхронізовану копію розширюючого сигналу. В результаті отримуємо звужений інформаційний сигнал та сигнал завади, спектр якого буде розширено по всьому частотному діапазону цього сигналу. Будь-який небажаний сигнал, отриманий у приймачі, буде розширено шляхом множення таким же чином, як передавач розширює інформаційний сигнал. Це обумовлено тим, що інформаційний сигнал множать двічі, тоді як сигнал завади множать на розширюючий опорний сигнал тільки один раз. Подальше фільтрування та кореляційний прийом ансамблю складного НШС інформаційного сигналу дозволяє однозначно відтворити переданий інформаційний сигнал.

Корелятор виконує згортку прийнятого сигналу з опорним, здійснюючи когерентний стиск прийнятого ансамблю сигналів до смуги частот переданих повідомлень шляхом подвійного спектрального перетворення [15].

Так при прийомі двійкової одиниці кореляційна функція дорівнює +1, а при прийомі двійкового нуля – приймає значення -1.

У будь-яких інших випадках кореляційна функція дорівнює нулю. Накопичення в кореляторі приймача за час прийому інформаційного біту певної кількості чипів, що кодують кожен з інформаційних бітів, дає можливість суттєво підвищити співвідношення сигнал/шум, забезпечуючи можливість передачі інформації в широкому частотному діапазоні значно нижче рівня білого шуму [16], забезпечуючи таким чином вимоги ЕМС для рухомих мобільних пристроїв.

### Аналіз

Аналіз проблеми забезпечення вимог електромагнітної сумісності рухомих мобільних безпроводних пристроїв показав, що основним методом її вирішення є зниження рівня випромінювання електромагнітних полів.

На ґрунті теорії потенціальної завадостійкості Котельнікова В.А. показана можливість усталеної та беззавадової роботи телекомунікаційної безпроводної системи в умовах, коли рівень інформаційного сигналу та шуму мають одне значення. Показана можливість вилучення переданого інформаційного сигналу із шуму шляхом кореляції прийнятого та опорного сигналів.

### Висновки

Використання технології НШС зв'язку з розподілом у часі синхроімпульсу та інформаційного сигналу дозволяє гарантовано забезпечити вимоги щодо завадостійкості, прихованості і безпеки каналів безпроводного мобільного зв'язку на усіх етапах їх розробки, виготовлення та експлуатації. Це дозволяє здійснити безпроводну приховану передачу інформації з малою потужністю випромінювання.

Застосування великої бази сигналу дає змогу забезпечити усталену та беззаводову роботу телекомунікаційної системи зв'язку за умов, коли рівень інформаційного сигналу знаходиться на рівні чи нижче рівня шуму. При цьому, доведена можливість шляхом кореляції прийнятого та опорного сигналів вилучення корисного сигналу із суміші інформаційних двійкових сигналів та білого гаусівського шуму.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аджемов С.С., Соколова М.В., Урядников Ю.Ф., Штыркин В.В. Сверхширокополосная связь — результат развития технологий широкополосного доступа. — Электросвязь, 2006. — №2. — с. 18-23.
2. Вишневский В.М. Беспроводные сети широкополосного доступа к ресурсам Интернета // Электросвязь. — 2000. №10.
3. Соколова М.В. *Сверхширокополосная беспроводная связь: история и перспективы развития*. - Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. -2008. -С-50-55.
4. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд.: Пер. с англ.-М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. — 1104 с.
5. Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. М.: Техносфера, 2005. - 320 с.
6. Massey J.L. Coding and Modulation in Digital Communications. // Proc. Int. Zurich Seminar on Dig. Comm., pp. E2(1)-E2(4), Zurich, Switzerland, 1974.
7. Lazurenko V.A. (2020). Security Improvement Techniques for mobile applications of Industrial Internet of Things [Text] / V.A. Lazurenko, A.A. Serkov, K.A. Trubchaninova, A.E. Horiushkina // *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 20, No. 5, P. 145-149. URL: [http://paper.ijcsns.org/07\\_book/202005/20200519.pdf](http://paper.ijcsns.org/07_book/202005/20200519.pdf).
8. Serkov O.A. (2019). On the issue of solving the problem of electromagnetic compatibility of the wireless telecommunication Systems / O. A. Serkov, G. I. Churyumov // *Applied Radio Electronics*. — Kharkiv: KHNURE, 2017. — Vol. 16 № 3, 4. — P. 117-121.
9. Serkov A. (2017). Noise-like signals in wireless information transmission systems / A. Serkov, V. Breslavets, M. Tolkachov, G. Churyumov, Issam Saad // *Advanced Information Systems*. — 2017. — Vol. 1, №2 — P. 33 – 39, available at: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2017.2.06>.
10. Serkov A. (2019). Method of wireless transmission of digital information on the basis of ultra-wide signals [Text] / A. Serkov, K. Trubchaninova, M. Mezitis // *Advanced Information Systems*. - 2019. — Vol.3, No.4. pp. 33-38, available at: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.4.04>.
11. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости. — М.: Госэнергоиздат, 1956. — 151 с.
12. Slepian D. Some comment on the Detection of Gaussian Signals in Gaussian Noise // *JRE Transactions on Information Theory*, 1958. - № 2 — p. 65-68.
13. Спосіб передачі інформації надширококутними імпульсними сигналами: патент на винахід UA 123519 Україна: МПК H04B 1/02 (2006.01), МПК H04B 1/69 (2011.01) МПК H04B 7/00 / Б.О. Лазуренко, В.Я. Певнев, О.А. Серков, В.А. Ткаченко, В.С. Харченко; заявка № а 2019 05980; подана 30.05.2019; опубл. 14.04.2021, Бюл. № 15.
14. Спосіб передачі інформації надширококутними імпульсними сигналами в транспортних засобах: патент на корисну модель UA 140210 U Україна: МПК H04B 1/12 (2006.01) / С.В. Панченко, О.А. Серков, К.А. Трубочанінова, М.С. Курцев, Б.О. Лазуренко; заявка № u 2019 07640; подана 08.07.2019; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3.
15. Спосіб прийому цифрових двійкових сигналів в умовах шуму: патент України на корисну модель № 145319 U МПК H04B 1/06 / С. В. Панченко, О.А. Серков, К.А. Трубочанінова, А.С. Горюшкіна, Б.О. Лазуренко; заявка № u 2020 04847 подана 29.07.2020; опубл. 25.11.20, Бюл. № 22,
16. Рішення Федеральної комісії по зв'язку (FCC) США № FCC 02-48 від 14/02/2002 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [https://apps.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf](https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf). — Дата доступу :31.12.2019.

Received (Надійшла) 31.05.2021

Accepted for publication (Прийнята до друку) 11.08.2021

### Methods for ensuring electromagnetic compatibility of mobile telecommunication systems.

V. Knyazev, V. Kravchenko, B. Lazurenko, A. Serkov, K. Trubchaninova

**Abstract.** The **subject** is the process of ensuring electromagnetic compatibility in a self-organized mobile wireless network by using ultra-wideband signals with a high information capacity. The **goal** is to develop recommendations for the implementation of wireless mobile communication when transmitting discrete messages over a communication channel with additive Gaussian noise. The **objective** is to ensure stable and reliable operation of the ultra-wideband communication system. **Methods** used: analytical modeling methods and the theory of potential stability. The following results were obtained. A criterion for ensuring the requirements of electromagnetic compatibility of mobile telecommunication systems has been developed. On the basis of the theory of potential noise immunity, the possibility of stable and interference-free operation of a telecommunication wireless system in conditions when the level of the information signal and noise have the same value is shown. The possibility of extracting a transmitted information signal from a mixture of noise and a useful signal by correlating the received and reference signals has been proven. **Conclusions.** It is shown that the use of ultra-wideband signal technology allows for wireless cover information transmission with low radiation power. Moreover, the large base of the signal allows to ensure stable interference-free operation of the telecommunication communication system in conditions when the level of the information signal is at or below the noise level. At the same time, the possibility of extracting a useful signal from a mixture of information binary signals with white Gaussian noise has been proved.

**Keywords:** mobile communications; noise immunity; signal base; emc criterion; correlation.