

Пархоменко В.Л., к.т.н., Щепак А.С.,  
Пархоменко В.В.

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ

**Parkhomenko V.L., Shchepak A.S., Parkhomenko V.V. Modeling and improvement of digital information exchange tools.** The importance and relevance of studying the topic of the development of wireless technical means of transmission is obvious even with a superficial survey of the prevalence of transponders in modern devices and concepts, such as, for example, the concept of a "smart" house. Despite the fact that the development of transmission technologies reaches a significant level, the loads on information transmission channels are constantly expanding, so the development of existing and research into new ways of transmitting radio waves are relevant and noticeable. The rapid development of information communication technologies and the increasing need for fast and reliable data exchange have led to the urgency of researching modern means of wireless information transmission. Wireless networks are necessary to provide communication between free devices and remote users. Research in this area allows to expand knowledge about modern wireless technologies, their principle of operation, advantages and disadvantages, as well as the possibilities of application in various fields, such as telecommunications, medicine, transport and others. The study will also help identify some security and privacy issues in wireless networks and develop effective measures to protect them. This is especially important in the context of a decrease in the number of cyberattacks and crimes related to information system security breaches. It is necessary to conduct research on such technologies for their further development. Thus, the research of modern means of wireless information transmission is an important and topical topic that plays an important role in the development of information communication technologies and information protection. The mentioned facts and circumstances indicate the importance of conducting research and the possible positive result of the impact on widespread technical devices.

**Keywords:** wireless information transmission system, radio signal pattern.

**Пархоменко В.Л., Щепак А.С., Пархоменко В.В. Моделювання та вдосконалення цифрових засобів обміну інформацією.** Важливість та актуальність опрацювання тематики розвитку бездротових технічних засобів передачі є очевидною навіть при поверхневому огляді розповсюдженості трансподерів в сучасних пристроях та концепціях, такі як, наприклад, концепція "розумного" будинку. Дивлячись на те, що розвиток технологій передачі досяг істотного рівня, навантаження на канали трансляції інформації постійно збільшується, тож розвиток існуючих і дослідження нових способів передачі радіохвиль являється актуальним і важливим, а відкриття в цій галузі можуть сприяти науковому прогресу. Швидкий розвиток технологій інформаційного зв'язку та зростаюча потреба в швидкому та надійному обміні даними зумовили актуальність дослідження сучасних засобів бездротової передачі інформації. Бездротові мережі є необхідними для забезпечення зв'язку між різними пристроями та віддаленими користувачами. Дослідження в цій області дозволить розширити знання про сучасні бездротові технології, їх принцип роботи, переваги та недоліки, а також можливості застосування в різних галузях, таких як телекомунікації, медицина, транспорт та інші. Дослідження також допоможе виявити потенційні проблеми безпеки та конфіденційності в бездротових мережах та розробити ефективні заходи їх захисту. Це особливо важливо в умовах зростаючої кількості кібератак та злочинів, пов'язаних зі злому безпеки інформаційних систем. Таким чином, дослідження сучасних засобів бездротової передачі інформації є важливою та актуальною темою, яка відіграє важливу роль у розвитку технологій інформаційного зв'язку та захисту інформації.

**Ключові слова:** системи бездротової передачі інформації, діаграма направленості радіосигналу.

### Вступ

Всебічне використання для обміну даними радіозв'язку зумовлене майже безальтернативним перевагами властивостей радіохвиль. Результатом є широке застосування приймачів та передавачів значної кількості варіації їх технічних характеристик. Підбір оптимального варіанту встановлення з'єднання та проведення передачі потрібних пакетів інформації є однією з ключових задач при розробці нових та вдосконаленні існуючих

пристроїв у різних сферах - від розумного дому до аграрних дронів.

Проводячи загальний огляд всіх характеристик, які впливають на досягнення всіх поставлених перед проектуємим приладом завдань, можна зробити висновок про істотність впливу певних показників на кінцевий результат, диференціювати їх за часткою, яку їх зміна привносить у фінальній результат. За результатами такого аналізу можна пришвидшити початкові етапи проектування радіотехнічних виробів завдяки наявності відомостей про оптимальний шлях досягнення поставленої технічної задачі передачі інформації.

**Аналіз останніх досліджень.** Публікація [1] одна з найсучасніших та найбільш актуальних на цю тему. Ця публікація присвячена використанню штучного інтелекту для отримання більш точних результатів базових параметрів поширення радіосигналів. Її дослідження важливе для розвитку технологій телекомунікацій, оскільки точні параметри поширення радіосигналів є ключовими для побудови ефективних мереж зв'язку.

Широке уявлення не тільки про сферу статті, а й про дотичні до неї, дозволяє отримати [2]. Це необхідно для усвідомлення взаємодії з результатами дослідження з іншими актуальними технологічними продуктами. Цей збірник містить матеріали конференції, яка об'єднує студентів та молодих вчених у галузі інформаційних технологій та телекомунікацій. Він є корисним для отримання огляду актуальних досліджень і розробок у даній області, які критично необхідні для майбутніх досліджень. Основні тематичні напрямки конференції включають у себе різноманітні аспекти інформаційних технологій та телекомунікацій, такі як розробка програмного забезпечення, мережеві технології, безпека інформації, штучний інтелект, аналіз даних, інтернет речей (IoT) та багато іншого.

Необхідні базові теоретичні знання та основи добре і детально розписані в [3]. Цей навчальний посібник становить важливий документ в галузі інформаційної безпеки та захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах. Автори, І.Д. Горбенко та Т.О. Грінченко, розглядають широкий спектр питань, пов'язаних з захистом інформації, починаючи від основних принципів та методів захисту, і закінчуючи сучасними технологіями та практиками, які в подальшому використовуються при написанні статті.

В посібнику можна знайти інформацію про різноманітні аспекти захисту інформації, такі як криптографія, аутентифікація, авторизація, контроль доступу, захист від витоку інформації, та багато іншого. Крім того, враховані актуальні тенденції у сфері інформаційної безпеки, такі як застосування штучного інтелекту та аналітики даних для виявлення загроз інформаційній безпеці.

Цей посібник надає фундаментальні знання та розуміння про принципи та методи захисту інформації, що є важливим аспектом у вдосконаленні цифрових засобів обміну інформацією. Викладена в ньому інформація також допомагає виявити потенційні цифрові загрози та ризики для інформаційної безпеки телекомунікаційних систем, які можуть виникнути у процесі моделювання та розробки цифрових засобів обміну інформацією, а значить дозволяє їх уникнути при виконанні дослідження.

Також потужне теоретичне підґрунтя для написання статті закладено в [4]. У посібнику є інформація про різні типи телекомунікаційних систем, зокрема системи телевізійного та радіомовлення, їх технічні характеристики, методи модуляції та демодуляції сигналів, технології стиснення даних та багато іншого.

Відомі методи розрахунку дозволяють отримати результат за такими параметрами, як виміряна потужність радіосигналу при достатньому обсязі якісної вибірки вхідних даних, але

зазвичай без урахування неоднорідності середовища передачі сигналу на окремих ділянках шляху в неідеальних умовах [1].

Таким чином, використання при розробці пристроїв наперед обчислених моделей найбільш розповсюджених електронних систем дозволить оптимізувати вкладений час, а також фінансові та інші види затрат. Також важливо зазначити, що в динамічному середовищі сучасних технологічних компаній та ІТ-стартапів швидкість розробки прототипу продукту може стати вирішальною для його успішного комерційного застосування. Оскільки процес розробки трудомісткий і потребує значного фінансування, доцільно оптимізувати процеси протягом усього циклу розробки [2]. Досягти конкурентної переваги в такому середовищі вдасться саме завдяки проведенню складних прорахунків систем наперед. Використання попередньої калькуляції результатів для найбільш розповсюджених та/або об'ємних розрахунків істотно пришвидшує отримання фінального результату.

Основою розрахунку проекту засобу бездротової комунікації для задоволення початковим вимогам є вибір оптимальної антени та підбір такої конфігурації додаткового обладнання, що дозволяє досягнення максимально ефективних результатів для неї. На підбір типу антени прямо впливає форма випромінювання антеною радіохвиль, оскільки при передавачі однакової потужності залежно від направленості радіохвиль в певних точках простору сила випромінювання в точці прийому може бути як достатньою для встановлення з'єднання виходячи з технічних вимог приймача, так і бути майже нульовою, чого для того ж самого виду приймача буде недостатньо.

Сигнал розповсюджується антеною, утворюючи основні та побічні пелюстки розповсюдження радіохвиль. Важливими особливостями, які впливають на рівень сигналу в кожній точці простору, є кут в обох осях, на який поширюється радіосигнал в основній пелюстці. Одним із основних напрямів досягнення максимального коефіцієнта корисної дії для антен є зменшення побічної пелюстки, оскільки наявність сигналу в її точках спричиняє негативний вплив на кінцевий результат.

Згідно з цією характеристикою антен, їх можна поділити на всенаправлені, широконаправлені та вузьконаправлені, а також спеціальні, що вирішують окремий спектр завдань. Стисло охарактеризувати кожен тип можна виходячи із схематичної діаграми направленості сигналу усіх антен, отриманою з використанням передавача однакової потужності. Всенаправлені антени найкраще з усіх підходять для трансляції повідомлень широкому колу споживачів в певному радіусі. Цей тип може використовуватись, наприклад, для теле- та радіомовлення, стільникового зв'язку та інших. Особливо ефективною буде передача радіохвиль такої частоти, що б дозволяла трансляцію сигналу на максимальну відстань передавача відстань. Додатково передача ускладнюється необхідністю кодування та/або шифрування сигналу між кожним окремим абонентом [3]. В такому випадку кількість абонентів буде значною, що, в свою чергу, допомагає досягти максимального ККД при вирішенні такого типу задач.

**Метою роботи** є дослідження та аналіз сучасних цифрових засобів обміну інформацією з метою їх моделювання та подальшого вдосконалення. Основним завданням є розгляд технологій, методів та стратегій, які можуть бути використані для покращення цифрових засобів обміну інформацією з метою підвищення їхньої ефективності, надійності, швидкості та зручності використання. Також важливо дослідити тенденції в розвитку цих засобів, враховуючи потреби користувачів, вимоги до безпеки та приватності даних, а також

можливості впливу на них за допомогою сучасних технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання та блокчейн.

### Виклад основного матеріалу дослідження.

Широконаправлені антени дозволяють вести трансляцію в певному проміжку, ширина якого зростає майже на всьому відрізку від передавача до краю основної пелюстки. Цей тип антен дозволяє досягати більшої потужності сигналу, що може бути доцільно для приладів, приймачі яких потребують вищої мінімальної входної потужності радіохвиль для коректного прийому інформаційних пакетів. Проте така антена може програвати всенаправленій у кількості можливих абонентів або ж площі, на яку поширюється сигнал. Частота радіохвиль, які б найкраще підійшли для такого типу антен може значно різнитися залежно від поставлених цілей і задач.

Один з прикладів широконаправлених антен, з якими ми взаємодіємо щодня, є супутники, в першу чергу для використання GPS. Використання таких передавачів зумовлене необхідністю трансляції у будь-якому напрямку стійкого сигналу без необхідності встановлювати з'єднання з кожним окремим абонентом.

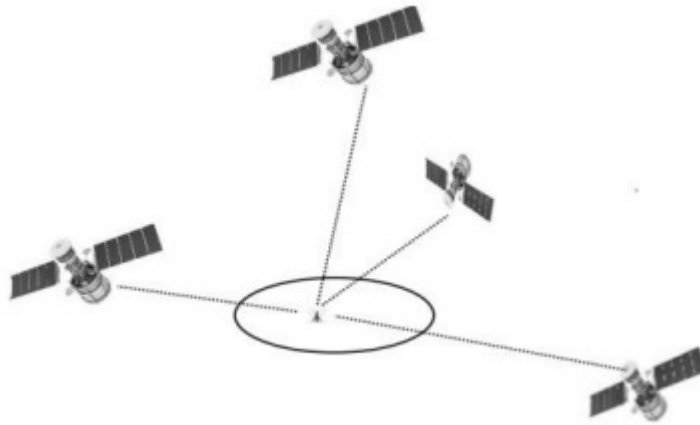


Рис. 1. Передача сигналу супутником в будь-яку точку простору

Вузьконаправлені антени мають меншу ширину основної пелюстки, в порівнянні з іншими типами, але при цьому дозволяють отримати більшу потужність сигналу і вести передачу на відстані, які не доступні антенам із ширшим кутом трансляції. Оскільки використання цього типу доцільніше для випадків, коли необхідний радіообмін з невеликою кількістю споживачів, але основними вимогами є широкий та стабільний канал зв'язку, найкращим є використання радіохвиль такої частоти, що дозволяють передачу максимального об'єму інформації, а також найменше залежать від погодних та інших умов навколишнього середовища, в яких передбачається використання майбутнього прилада, що особливо актуально для військової техніки.

Однією зі сфер, де широко застосовується цей тип антен, є побудова високоточних радарів та випромінювачів, де конструкторські особливості передавача такого виду дозволяють досягати максимальної, у порівнянні із більшістю інших типів, точності та ефективної відстані, а також потужності сигналу у точках, що знаходяться в робочій області випромінювача. Звичайно, порівняно з попередніми видами антен, ця зазвичай забезпечує взаємодію із меншою кількістю абонентів, а отже її використання є більш доцільним у сферах,

де з'єднання має встановлюватись із незначною групою пристроїв, або взагалі з єдиним приймачем. В такому випадку досягається максимальна ефективність виконання поставленої задачі серед усіх інших типів антен.

Оскільки жоден з існуючих видів антен не може забезпечити для реалізації подібних проектів кращої ефективності, ніж вузьконаправлені антени, доцільним для їх вирішення ще на етапі проектування інформаційних систем є вибір такого типу передавача та проведення попередніх розрахунків із урахуванням отриманої інформації для отримання максимальної ефективності в кінцевому продукті. Такий підхід дозволяє як пришвидшити розробку, так і запобігти інформаційній надмірності в пристрої, що могла би бути побічним продуктом, наприклад, використання всенаправлених антен в процесі вирішення задачі досягнення максимальної відстані пропагінації радіосигналу.

Слабким місцем вузьконаправлених антен стає розміщення передавачів. Оскільки сигнал не може оминати стаціонарні об'єкти, не втрачаючи потужності частково чи повністю, принциповим для досягнення максимальної відстані встановлення радіозв'язку є висота над рівнем землі, на якій розміщується приймач і передавач.

$$R_{max} = 3.56 * (\sqrt{h_{пер}} + \sqrt{h_{прийм}}),$$

де  $h_{пер}$  - висота, на якій стаціонарно розміщено передавач радіосигналу,  $h_{прийм}$  - висота, на якій розташовано приймач радіохвиль.

Примінивши при проектуванні пристрою передові технологічні рішення у сфері побудови вузьконаправлених антен разом із підбором оптимальних засобів для бездротового прийому та передачі сигналу покращує якість комунікації з іншими пристроями, дозволяє досягти максимальних тактико-технічних характеристик, мінімізувати негативний вплив зовнішніх факторів на встановлене з'єднання. Звичайно, такий підхід може використовуватись у вузькій сфері для вирішення завдань, деталі яких обумовлюють вибір саме цих засобів зв'язку. Проте спектр проблем, що вдасться результативно подолати завдяки описаній методиці, досить значний.

До сучасних засобів можна віднести WiFi-передавачі, які являються одними з найпопулярніших швидкісних пристроїв передачі інформації в великою кількістю з'єднань. Але їх слабкою стороною зазвичай є низька відстань, на якій встановлення стабільного безперебійного з'єднання між абонентами в середині мережі є можливим. Істотного збільшення потужності передачі антен можна досягти шляхом використання підсилювачів для передавача. Вони можуть бути пасивні та активні, залежно від конструктивних особливостей. Також на збільшення потужності впливає тип та довжина кабелю, якщо підсилювач виносний, як велика кількість антен повсякденного вжитку. Підсилювачем потужності в техніці радіопередавальних пристроїв прийнято називати генераторами із зовнішнім збудженням [4]. Схематично різниця між дальністю роботи антени із використанням підсилювача та без його використання зображено на рисунку 2.

При підборі антени для сучасних пристроїв зв'язку варто враховувати діаграму її вертикальної та горизонтальної поляризації. Одним з найкращих рішень для WiFi антен є використання антен з вузьконаправленою сигналом та низьким побічним випромінюванням. Визначити діаграма направленості такої антени можна за формулою:

$$F(\theta, \varphi)_H = 60 \left| \frac{\sin\left[\frac{N+2}{2}kd_{cp}(1-\cos\theta)\right]}{\sin\left[\frac{1}{2}kd_{cp}(1-\cos\theta)\right]} \right|,$$

$$F(\theta, \varphi)_E = 60 \left| \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\sin\theta\right)\sin\left[\frac{N+2}{2}kd_{cp}(1-\cos\theta)\right]}{\cos\theta\sin\left[\frac{1}{2}kd_{cp}(1-\cos\theta)\right]} \right|,$$

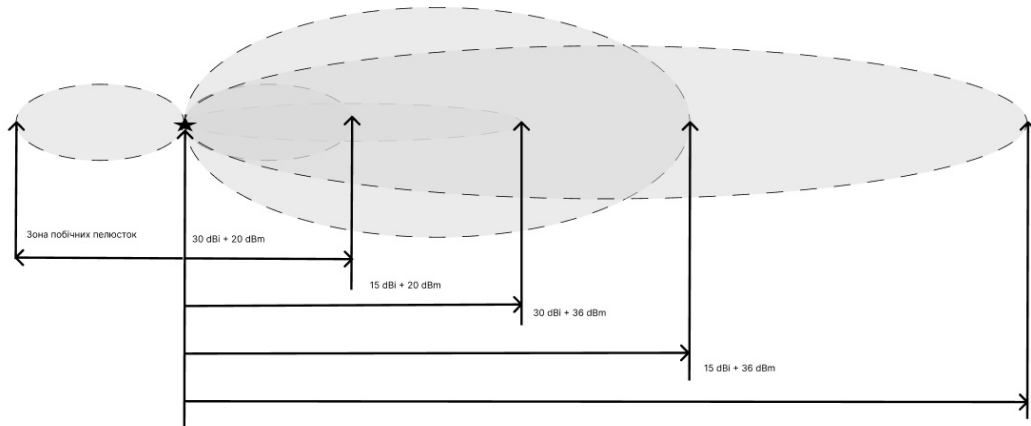


Рис. 2. Вплив підсилювача на дальність передачі радіосигналу

Врахуємо, що:  $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{2.6 \cdot 10^9}$  м,  $d = 0.25\lambda$  м,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ . Тоді для лінійної антенної решітки з розташуванням елементів вертикально діаграма направленості будується таким чином:

$$F_N(\theta, \varphi) = \left| \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\sin\theta\right)\sin\left[\frac{N+2}{2}kd_{cp}(1-\cos\theta)\right]}{\cos\theta\sin\left[\frac{1}{2}kd_{cp}(1-\cos\theta)\right]} \right| \cdot \left| \frac{\sin[N_x\Phi_x]}{N_x\sin\left[\frac{\Phi_x}{2}\right]} \right|$$

З наведеної вище інформації можна зробити висновок стосовно необхідності проведення більш ґрунтовних досліджень цієї тематики. Як основу для визначення напрямків майбутніх досліджень доцільно використовувати існуючі публікації про найактуальніші відкриття у сфері радіопередавачів, а також особливий акцент приділити оглядам існуючих проблем, вивчивши найперспективніші напрями, в яких можливо отримати у якості результатів дослідження технічне рішення, що пропонує вирішення існуючої проблеми і покращення результатів роботи існуючих комплексних технічних систем.

## Висновки

Актуальність дослідження сучасних засобів бездротової передачі інформації зумовлена швидким розвитком технологій інформаційного зв'язку та зростаючою потребою в швидкому та надійному обміні даними. Зараз бездротові мережі є необхідними для забезпечення зв'язку між різними пристроями та віддаленими користувачами. Дослідження в цій області дозволить розширити знання про сучасні бездротові технології, їх принцип роботи, переваги та недоліки, а також можливості застосування в різних галузях, таких як телекомунікації, медицина, транспорт та інші.

Дослідження також допоможе виявити потенційні проблеми безпеки та конфіденційності в бездротових мережах та розробити ефективні заходи їх захисту. Це особливо важливо в умовах зростаючої кількості кібератак та злочинів, пов'язаних зі зломом безпеки інформаційних систем. Таким чином, дослідження сучасних засобів бездротової передачі інформації є

важливою та актуальною темою, яка відіграє важливу роль у розвитку технологій інформаційного зв'язку та захисту інформації.

**Список використаної літератури:**

1. Shchepak, A., Parkhomenko, V., & Parkhomenko, V. (2021). DEVELOPING SOLUTION FOR USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO OBTAIN MORE ACCURATE RESULTS OF THE BASIC PARAMETERS OF RADIO SIGNAL PROPAGATION. *Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce I Ochronie Środowiska*, 11(1), 36-39. <https://doi.org/10.35784/iapgos.2577>
2. Збірник матеріалів XI Науково-технічної конференції студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій» : наук.-практ. журн. / засн. М-во освіти і науки України ; Державний Університет Телекомунікацій. – 2021 – . – К. Київ, 2021– . – Періодич. видання. – 15-16 с.
3. Горбенко І.Д. Навчальний посібник «Захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах» / І.Д. Горбенко, Т.О. Гріненко. – Х.: ХНУРЕ. – 2003. – 368 с.
4. Пархоменко В.Л. Основи телебачення та радіомовлення / В.І. Кравченко, В.Л. Пархоменко, В.В. Пархоменко // Навчальний посібник. - Київ.: Дистанційне навчання. – 2019 – 69 с.

*Автори статті*

**Пархоменко Володимир** - кандидат технічних наук, доцент, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

**Щепак Андрій** - студент, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

**Пархоменко Вячеслав** - старший викладач, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

*Authors of the article*

**Volodimir Parkhomenko** - Candidate of Science (technic), Associate Professor, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

**Andrii Shchepak** - student, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

**Vyacheslav Parkhomenko** - senior lecturer, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.