

УДК 621.396.69

DOI: 10.31673/2412-9070.2022.054751

В. Л. ПАРХОМЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник;

А. С. ЩЕПАК, аспірант;

В. В. ПАРХОМЕНКО, ст. викладач;

А. І. БОНДАРЕНКО, аспірант,

Державний університет телекомунікацій, Київ

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ БЕЗПРОВОДОВОГО ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Важливість та актуальність опрацювання тематики розвитку безпроводових технічних засобів передавання є очевидною навіть у разі поверхневого огляду поширення трансподерів у сучасних пристроях та концепціях, зокрема, наприклад, концепції «розумного будинку». З огляду на те, що розвиток технологій передавання досяг істотного рівня, навантаження на канали трансляції інформації постійно збільшується, а отже, удосконалення наявних і дослідження нових способів передавання радіохвиль є 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 безпроводового передавання інформації. Безпроводові мережі є необхідними для забезпечення зв'язку між різними пристроями та віддаленими користувачами. Дослідження в цій сфері дасть змогу розширити знання про сучасні безпроводові технології, їх принцип роботи, переваги та недоліки, а також можливості застосування в різних галузях, зокрема телекомунікації, медицині, транспорті тощо.

Дослідження також допоможе виявити потенційні проблеми безпеки та конфіденційності в безпроводових мережах та розробити ефективні заходи щодо їх захисту. Це особливо важливо за умов збільшення кількості кібератак та злочинів, пов'язаних зі зломом безпеки інформаційних систем.

Отже, дослідження сучасних засобів безпроводового передавання інформації є важливою та актуальною темою, яка відіграє вагомий роль у розвитку технологій інформаційного зв'язку та захисту інформації.

Ключові слова: системи безпроводового передавання інформації; діаграма напрямленості радіосигналу.

Вступ

Всебічне використання радіохвиль для обміну даними радіозв'язку зумовлене майже безальтернативними перевагами їх властивостей. Результатом є широке застосування приймачів та передавачів зі значною кількістю варіацій їхніх технічних характеристик. Добір оптимального варіанта встановлення з'єднання та здійснення передавання потрібних пакетів інформації є однією з ключових задач у процесі розроблення нових та вдосконалення наявних пристроїв у різних сферах — від «розумного будинку» до аграрних дронів.

З огляду на характеристики, які впливають на досягнення всіх поставлених перед проєктованим приладом завдань, можна дійти висновку щодо значущості впливу певних показників на кінцевий результат, а також диференціювати їх за часткою, яку їх зміна привносить у фінальній підсумок. За результатами такого аналізу можна пришвидшити початкові етапи проєктування радіотехнічних виробів завдяки наявності відомостей стосовно оптимального шляху досягнення поставленої технічної задачі передавання інформації. Відомі методи розрахунку дають можливість здобути результат за такими параметрами, як виміряна потужність радіосигналу з достатнім обсягом якісної вибірки вхідних даних, але зазвичай без урахування неоднорідності середовища передавання сигналу на окремих ділянках шляху в разі неідеальних умов [1].

Отже, використання в процесі розроблення пристроїв наперед обчислених моделей найбільш поширених електронних систем уможливить оптимізацію вкладеного часу, а також фінансових та інших видів затрат. Також важливо зазначити, що в динамічному середовищі сучасних технологічних компаній та ІТ-стартапів швидкість розроблення прототипу продукту може стати вирішальною для його успішного комерційного застосування. Оскільки процес розроблення трудомісткий і потребує значного фінансування, доцільно оптимізувати процеси протягом усього циклу розроблення [2]. Досягти конкурентної переваги в такому середовищі вдасться саме завдяки проведенню складних прорахунків систем наперед. Використання попередньої калькуляції результатів для найбільш поширених і/або громіздких розрахунків істотно пришвидшить здобуття фінального результату.

Основна частина

Основою розрахунку проекту засобу безпроводової комунікації для задоволення початкових вимог є вибір оптимальної антени та добір такої конфігурації додаткового обладнання, яке здатне досягти максимально ефективних результатів для неї. На вибір типу антени прямо впливає форма випромінювання антеною радіохвиль, оскільки при передавачі однакової потужності залежно від напрямленості радіохвиль у певних точках простору сила випромінювання в точці приймання може бути як достатньою для встановлення з'єднання з огляду на технічні вимоги приймача, так і бути майже нульовою, чого для того ж самого виду приймача буде замало.

Сигнал поширюється антеною, утворюючи основні та бічні пелюстки поширення 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 головних напрямів досягнення максимального коефіцієнта корисної дії для антен є зменшення бічної пелюстки, оскільки наявність сигналу в її точках спричинює негативний вплив на кінцевий результат.

Згідно з цією характеристикою антен їх можна поділити на всенапрямлені, широконапрямлені та вузьконапрямлені, а також спеціальні, що розв'язують окремий спектр завдань. Стисло схарактеризувати кожен тип можна з огляду на схематичну діаграму напрямленості сигналу всіх антен, отриману з використанням передавача однакової потужності.

Всенапрямлені антени найкраще з усіх відповідають для трансляції повідомлень широкому колу споживачів у певному радіусі. Цей тип може використовуватись, наприклад, для теле- та радіомовлення, стільникового зв'язку тощо. Особливо ефективним буде передавання радіохвиль такої частоти, яка б уможливила трансляцію сигналу на максимальну від передавача відстань. Додатково передавання ускладнюється потребою в кодуванні і/або шифруванні сигналу між кожним окремим абонентом [3]. У такому разі кількість абонентів буде значною, що, зі свого боку, допоможе досягти максимального ККД під час розв'язання такого типу завдань.

Широконапрямлені антени дають змогу здійснювати трансляцію в певному проміжку, ширина якого зростає майже на всьому відрізку від передавача до краю основної пелюстки. Цей тип антен дає можливість досягати більшої потужності сигналу, що може бути доцільно для приладів, приймачі яких потребують вищої мінімальної вхідної потужності радіохвиль для коректного приймання інформаційних пакетів. Проте така антена може поступатися всенапрямленій у кількості можливих абонентів або ж у площі, на яку поширюється сигнал. Частота радіохвиль, які б найкраще відповідали такому типу антен, може значно різнитися залежно від окреслених цілей і задач.

Один із прикладів широконапрямлених антен, з якими ми взаємодіємо щодня, є супутники, передусім для використання GPS. Застосування таких передавачів зумовлене необхідністю трансляції у будь-якому напрямі стійкого сигналу без потреби встановлювати з'єднання з кожним окремим абонентом (рис. 1).

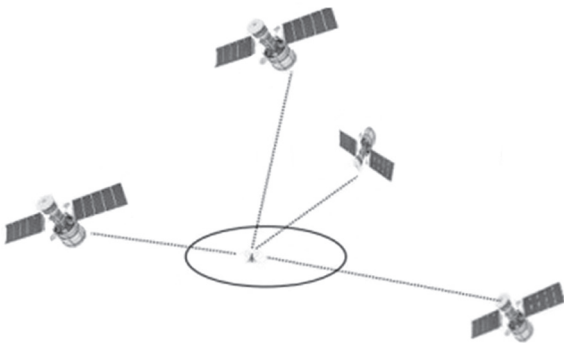


Рис. 1 Передавання сигналу супутником у будь-яку точку простору

вколишнього середовища, в яких передбачається використання майбутнього приладу, що особливо актуально для військової техніки.

Однією зі сфер, в якій широко застосовується цей тип антен, є побудова високоточних радарів та випромінювачів, де конструкторські особливості передавача такого виду здатні досягти максимальної проти більшості інших типів точності та ефективної відстані, а також потужності сигналу в точках, розміщених у робочій ділянці випромінювача. Звичайно, порівняно з попередніми видами антен ця зазвичай забезпечує взаємодію з 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. У такому разі досягається максимальна ефективність виконання поставленої задачі серед усіх інших типів антен.

Вузьконапрямлені антени мають меншу ширину основної пелюстки, порівняно з іншими типами, але водночас дають змогу отримати більшу потужність сигналу і вести передавання на відстанях, які не доступні антенам із ширшим кутом трансляції. Оскільки використання цього типу доцільніше для випадків, коли потрібен радіообмін із невеликою кількістю споживачів, але основними вимогами є широкий та стабільний канал зв'язку, найкращим є застосування радіохвиль такої частоти, що уможливають передавання максимального обсягу інформації, а також найменше залежать від погодних та інших умов на-

Оскільки жоден із наявних видів антен не може забезпечити для реалізації схожих проектів кращої ефективності, ніж вузьконаправлені антени, доцільним буде ще на етапі проектування інформаційних систем вибирати цей тип передавача та здійснювати попередні розрахунки, а здобуту інформацію використовувати для отримання максимальної ефективності в кінцевому продукті. Такий підхід дає можливість як пришвидшити розроблення, так і запобігти інформаційній надмірності в пристрої, що могла б бути побічним продуктом, наприклад використання всенаправлених антен у процесі розв’язання 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:

$$R_{\max} = 3,56 \cdot (\sqrt{h_{\text{пер}}} + \sqrt{h_{\text{прийм}}}),$$

де $h_{\text{пер}}$ — висота, на якій стаціонарно розміщено передавач радіосигналу; $h_{\text{прийм}}$ — висота, на якій розташовано приймач радіохвиль.

Застосування під час проектування пристрою передових технологічних вирішень у сфері побудови вузьконаправлених антен разом із добором оптимальних засобів для безпроводового приймання та передавання сигналу дає можливість поліпшити якість комунікації з іншими пристроями, 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 зумовлюють вибір саме цих засобів зв’язку. Проте спектр проблем, що вдасться результативно подолати завдяки описаній методиці, досить значний.

До сучасних засобів зв’язку можна віднести передавачі Wi-Fi, які є одними з найпопулярніших швидкісних пристроїв передавання інформації з 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 передавання антен можна досягти завдяки використанню 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 значна кількість антен повсякденного вжитку. Підсилювачем потужності в техніці радіопередавальних пристроїв зазвичай називають генератори із зовнішнім збудженням [4]. Схематично різниця між віддалю роботи антени з використанням підсилювача та без його застосування зображено на рис. 2.

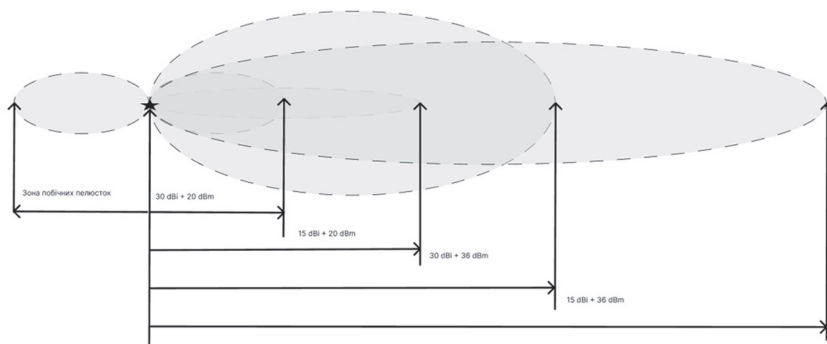


Рис. 2. Вплив підсилювача на віддаль передавання радіосигналу

Під час добирання антени для сучасних пристроїв зв’язку варто зважати на діаграму її вертикальної та горизонтальної поляризації. Одним із найкращих вирішень для антен Wi-Fi є використання антен із вузьконаправленим сигналом та низьким побічним випромінюванням. Визначити діаграму напрямленості такої антени можна за формулою

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

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

Візьмемо до уваги, що: $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{2,8 \cdot 10^9}$; $d = 0,25\lambda$ м; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$. Тоді для лінійної антенної решітки з розташуванням елементів вертикально діаграму напрямленості можна обчислити в такий спосіб:

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

З наведеної інформації можна дійти висновку стосовно потреби в проведенні більш ґрунтовних досліджень цієї тематики. За основу для визначення напрямків майбутніх досліджень доцільно брати сучасні публікації щодо найактуальніших відкриттів у сфері радіопередавачів, а також особливу увагу приділяти оглядам актуальних проблем, вивчивши найперспективніші напрямки, завдяки яким можливо отримати як результат дослідження технічне вирішення, що пропонує розв'язання нагальної проблеми і покращення результатів роботи наявних комплексних технічних систем.

Висновки

Актуальність дослідження сучасних засобів безпроводового передавання інформації зумовлена швидким розвитком технологій інформаційного зв'язку та зростаючою потребою в швидкому та надійному обміні даними. Зараз безпроводові мережі є необхідними для забезпечення зв'язку між різними пристроями та віддаленими користувачами. Дослідження в цій сфері дасть змогу розширити знання про сучасні безпроводові технології, їх принципи роботи, переваги та недоліки, а також можливості застосування в різних галузях, зокрема телекомунікації, медицині, транспорті тощо.

Дослідження також допоможе виявити потенційні проблеми безпеки та конфіденційності в безпроводових мережах та розробити ефективні заходи щодо їх захисту. Це особливо важливо за умов збільшення кількості кібератак та злочинів, пов'язаних зі зломом безпеки інформаційних систем. Отже, дослідження сучасних засобів безпроводового передавання інформації є важливою та актуальною темою, яка відіграє вагомий роль у розвитку технологій інформаційного зв'язку та захисту інформації.

Список використаної літератури

1. **Shchepak A., Parkhomenko V., Parkhomenko V.** Developing solution for using artificial intelligence to obtain more accurate results of the basic parameters of radiosignal propagation // *Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce I Ochronie Środowiska*. 2021 11(1). P. 36–39. URL: <https://doi.org/10.35784/iapgos.2577>
2. **XI Наук.-техн. конф.** студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій»: зб. матеріалів. Київ: ДУТ, 2021. С. 15–16.
3. **Горбенко І. Д., Гріненко Т. О.** Захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах: навч. посіб. Харків: ХНУРЕ. 2003. 368 с.
4. **Кравченко В. І., Пархоменко В. Л., Пархоменко В. В.** Основи телебачення та радіомовлення: навч. посіб. Київ: Дистанційне навчання. 2019. 69 с.

V. L. Parkhomenko, A. S. Shchepak, V. V. Parkhomenko, A. I. Bondarenko

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF MODERN METHODS OF WIRELESS INFORMATION TRANSMISSION

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 cyber attacks 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.