

DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-2\(42\)-85-95](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-2(42)-85-95)

УДК 338.001:654.01

JEL Classification: L96; L98

Павло Вікторович Мекшункандидат економічних наук, докторант кафедри економіки, обліку і оподаткування
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)E-mail: pavel.mekshun@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4130-9939>

ResearcherID: H-3607-2014

ВПЛИВ ЕВОЛЮЦІЇ СФЕРИ БЕЗПРОВОДОВОГО ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті проаналізовано розвиток сфери безпроводового електрозв'язку. Досліджено її вплив на економічну ефективність інформаційно-комунікаційних технологій. Визначено, що основою безпроводового електрозв'язку є використання спектра радіочастот для передачі даних на різні відстані з різною швидкістю та якістю. Зазначено, що однією зі сфер застосування радіозв'язку є мобільний зв'язок. Проаналізовано основні етапи розвитку різних поколінь мобільного зв'язку 1G-6G. Розкрито особливості становлення мобільного зв'язку в Україні. Показано, що український мобільний зв'язок здійснюється переважно за стандартами 3G та 4G. Досліджено перспективи впровадження в нашій країні стандартів 5G, 6G.

Ключові слова: сфера безпроводового електрозв'язку; етапи розвитку; економічна ефективність; інформаційно-комунікаційні технології; покоління мобільного зв'язку; основні характеристики.

Бібл.: 14.

Постановка проблеми. Сфера безпроводового електрозв'язку охоплює всі технології та системи, які забезпечують передавання електричних сигналів без використання фізичних дротів або кабелів. В умовах розвитку цифрової економіки вона є ключовою складовою сфери електронних комунікацій. Завдяки мобільності та зручності користувачі можуть передавати та отримувати інформацію в будь-якому місці. Системи Wi-Fi, 4G-6G покоління мобільного зв'язку дозволяють миттєво передавати великі обсяги даних. Безпроводовий зв'язок є життєво важливим для національної економіки, функціонування державних органів, охорони здоров'я, освіти, енергетики, транспорту та ін. Через мобільні телефони, месенджери, відеозв'язок він забезпечує постійну комунікацію між людьми. Платформи електронної комерції, віддаленої роботи, банківських послуг, навчання функціонують завдяки безпроводовому електрозв'язку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток сфери безпроводового електрозв'язку недостатньо досліджений в науковій літературі. Так, окремі еволюційні етапи становлення телефонного зв'язку в Україні проаналізовані у статті О. В. Шляхова [1]. Оцінка сучасного стану розвитку ринку мобільного зв'язку в Україні з аналізом можливостей стандарту 3G проведена в роботах О. М. Галушак [3], О. П. Карпій [2], Н. О. Маргіта [2], О. С. Новік [3] та ін.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Важливість сфери безпроводового електрозв'язку для суспільства вимагає більш глибокого вивчення її становлення, функціонування та перспектив розвитку як на світовому рівні, так і в Україні. Потребують систематизації етапи розвитку сфери безпроводового електрозв'язку з виділенням і порівнянням основних характеристик шести поколінь мобільного зв'язку, аналіз їх впровадження і перспектив розвитку в Україні, дослідження впливу безпроводового електрозв'язку на економічну ефективність інформаційно-комунікаційних технологій.

Мета статті. Метою статті є з'ясування складових сфери безпроводового електрозв'язку, виділення еволюційних етапів її розвитку з узагальненням основних характеристик кожного покоління мобільного зв'язку, дослідження особливостей становлення і розвитку стандартів 1G-6G в Україні та аналіз їхнього впливу на економічну ефективність інформаційно-комунікаційних технологій.

Виклад основного матеріалу. Сфера безпроводового електрозв'язку є однією з важливих складових сучасної інформаційно-комунікаційної інфраструктури України. Важливість безпроводових технологій зумовлена цифровізацією економіки та суспільства, зростанням мобільності користувачів, необхідністю забезпечення рівного доступу до інформаційних послуг у всіх регіонах країни.

У сучасному світі безпроводові технології відіграють ключову роль у розвитку електронного документообігу, дистанційної освіти, медицини, фінансових послуг та інших секторів економіки. Зважаючи на стрімкий розвиток технологій та зростаючу потребу у високошвидкісному доступі до інтернету, розвиток сфери безпроводового електрозв'язку є критично важливим для забезпечення конкурентоспроможності держави в глобальному середовищі.

Безпроводовий електрозв'язок базується на передачі інформації за допомогою електромагнітних хвиль без використання кабелів чи оптоволоконних ліній. Його основою є використання спектра радіочастот, що дозволяє передавати дані на різні відстані з різною якістю і швидкістю [4].

У Класифікаторі видів економічної діяльності (КВЕД) розділ 61 присвячений телекомунікації (електрозв'язку), а група 61.2 визначена як діяльність у сфері безпроводового електрозв'язку [5].

Сфера безпроводового електрозв'язку охоплює широкий спектр технологій, зокрема радіозв'язок, мобільний зв'язок (1G, 2G, 3G, 4G, 5G, 6G) та інтернет, технології Wi-Fi. Літера G в термінології мобільних мереж означає generation, тобто покоління. Кожне наступне покоління зв'язку забезпечує більшу швидкість у порівнянні з попереднім.

Безпроводовий зв'язок з'явився завдяки теоретичним та експериментальним дослідженням Е. Бранлі, Г. Герца, Т. Едісона, Е. Колпітса, Дж. Максвелла, Г. Марконі, О. Попова, М. Фарадея, Г. Ферріє, Р. Фессендена та ін.

Уперше винайшов електромагнітну індукційну систему бездротового телеграфного зв'язку американський винахідник Томас А. Едісон у середині 1880 років. Вона працювала на відстані до 600 м між рухомим потягом і дротами телеграфних ліній, розміщених вздовж залізничних колій. У 1891 році він запатентував свій винахід.

Термін «радіо» в розумінні передавання і приймання електромагнітних хвиль був введений у 1890 році Едуардом Бранлі, а у 1903 році Міжнародна конференція з бездротового зв'язку ввела термін «радіотелеграф». Радіотехнічна система виникла на основі подальшого розвитку радіотелеграфу. Однією з перших радіосистем безпроводового, дистанційного керування об'єктами стала система радіокерування, яка за допомогою передавання та приймання інформації про команди приводила в дію виконавчі механізми на об'єкті керування.

Ключовими науковцями у винайденні й розвитку технологій безпроводового електрозв'язку стали: Гульємо Марконі (Італія), який у 1901 році здійснив першу трансокеанську радіотелеграфну передачу; Гюстав-Огюст Ферріє (Франція), який у 1903 році запропонував використовувати Ейфелеву вежу як антену для далекого радіозв'язку; Реджинальд Фессенден (Канада), який у 1900 році здійснив першу передачу голосу по радіо, а в 1906 році – першу трансляцію музики та мови; Едвін Колпітс (США), який винайшов осцилятор Колпітса, що став основою для генерації радіочастот та ін.

В Україні перший цивільний радіозв'язок був встановлений 30 грудня 1902 року на лінії Херсон – Гола Пристань. Проєкт пристрою бездротового телеграфу розробив одеський інженер-електрик Е. О. Бухгейм, який керував роботами з його встановлення і запуску. З того часу радіозв'язок став інформативним, пізнавальним, просвітницьким засобом комунікації між людьми.

На сьогодні сфери застосування радіозв'язку різноманітні – мобільний, супутниковий, стільниковий, радіорелейний зв'язок, радіонавігація, радіолокація, теле- та радіомовлення [6].

З появою мобільного зв'язку постало питання про конфіденційність переданих даних. Ідея захисту телефонних розмов від прослуховування належить Хеді Ламмар, яка запропонувала перестрибування радіосигналу кожну секунду з однієї частоти на іншу, щоб його неможливо було заглушити. Практичне втілення цієї ідеї відбулося тільки у 1950-х роках з появою інтегральних схем, що стали застосовувати зміну частот.

З моменту відкриття і впровадження безпроводової передачі інформації наприкінці XIX століття, сфера мобільного зв'язку пройшла декілька еволюційних етапів:

1. 1G (перше покоління мобільного зв'язку) – це найперша технологія стільникового зв'язку, яка з'явилася на початку 80-х років XX століття.

Основними характеристиками мобільного зв'язку першого покоління стали:

- аналоговий зв'язок: передача голосу відбувалася в аналоговому форматі;
- технологія забезпечувала лише голосовий зв'язок, не було можливості передачі даних;
- часто траплялися шуми, обриви зв'язку, була низька якість звуку;
- сигнали не шифрувались, що створювало можливість прослуховування і низький рівень безпеки.

У 1979 році компанія NTT запустила в Токіо перший комерційний 1G зв'язок. Цей стандарт бездротового радіозв'язку був аналоговим і дуже дорогим, радіотелефони для нього коштували тисячі доларів. Перший масовий мобільний телефон був винайдений у компанії Motorola у вигляді мобільного пристрою DynaTAC 8000X. Технології, що застосовувалися в зв'язку 1G, у США – AMPS (Advanced Mobile Phone System), у скандинавських країнах – NMT (Nordic Mobile Telephony) [7].

В Україні становлення мобільного зв'язку першого покоління почалося 1 липня 1993 року, коли президент країни Леонід Кравчук вперше використав мобільний телефон для розмови. Першим українським мобільним оператором стала компанія МТС (UMC). У 1994 році сім міст України мали доступ до мобільного зв'язку: Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Львів, Сімферополь і Севастополь. У 1995 році територія покриття охоплювала вже 12 міст, а у 1996 році – всі обласні центри і 4000 км автомагістралей. У 1999 році компанія МТС забезпечила доступ до мобільного зв'язку у метрополітені і можливість роумінгу – дзвінків за кордон [8].

2. 2G (друге покоління мобільного зв'язку) вперше з'явилося у 1991 році у Фінляндії на основі технології GSM (Global System for Mobile Communications).

Основні характеристики мобільного зв'язку другого покоління:

- головна відмінність від 1G – спосіб передачі за допомогою цифровому зв'язку замість аналогового, що значно підвищило його якість;
- передача даних відбувалася через GPRS зі швидкістю 53,6 Кбіт/с, або через Edge зі швидкістю до 220 Кбіт/с;
- усі розмови кодувалися за допомогою цифрового коду, що забезпечувало інформаційну безпеку;
- уперше з'явилася послуга передачі SMS;
- у новіших версіях 2G також стала доступною послуга передачі MMS – повідомлень із фото і звуком;
- з'явився обмежений мобільний інтернет: технологія GPRS, а потім EDGE дала змогу користуватись простим інтернетом (WAP, email).

Технологія GPRS (General Packet Radio Service) – це стандарт, який використовує не зайняту голосовим зв'язком смугу частот для передачі інформації. На відміну від мереж першого покоління, які базувалися на аналоговому радіосигналі, ця технологія передавала інформацію між вузлами мережі

цифровим каналом, працюючи в діапазоні 900 або 1800 МГц. Базові принципи пакетної передачі даних заклали основу для модернізації технологій мобільного інтернету і стали поштовхом для розробки EDGE та UMTS.

Технологія EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) підтримує в середньому втричі вищу швидкість передачі даних, ніж GPRS.

В Україні GSM-мережі стали масово розвиватися наприкінці 1990-х – на початку 2000-х років. Оператори Київстар, Vodafone (раніше UMC), lifecell (раніше life:) базувалися саме на 2G для голосових дзвінків і SMS.

3. 3G (третє покоління мобільного зв'язку) – це цифровий мобільний зв'язок під назвою UMTS, зі швидкістю передачі даних до 384 Кбіт/с.

Технологія UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) розроблена Європейським Інститутом Стандартів Телекомунікацій. Перші мережі 3G запустили у Європі і Японії у 2001 році. В Україні вони почали діяти з 2015 року.

Основні характеристики мобільного зв'язку третього покоління:

- висока швидкість мобільного інтернету, яка дозволила дивитися відео, переглядати сайти, користуватися соціальними мережами;
- з'явилася можливість відеозв'язків;
- більш висока порівняно з 2G якість голосу і зображення;
- поява можливості одночасно говорити телефоном і користуватись інтернетом.

Україна запровадила мобільний зв'язок 3G тільки у 2015 році, однією з останніх в Європі. На сьогодні в розвинених країнах оператори вимикають зв'язок 3G, щоб використовувати зв'язок стандарту 4G або 5G, але в Україні він ще працює, переважно у сільській місцевості.

4. 4G (четверте покоління мобільного зв'язку або LTE покоління) – це стандарт мобільної передачі даних, який забезпечує високу швидкість інтернету, стабільне з'єднання та якісні голосові послуги через технології VoLTE.

Основні характеристики мобільного зв'язку четвертого покоління:

- висока швидкість інтернету до 100 Мбіт/с;
- низька затримка (ping), що особливо важливо для відеозв'язку та відеоігор;
- Voice over LTE – дзвінки через 4G без переходу на 3G/2G;
- краща якість звуку порівняно з попередніми поколіннями мобільного зв'язку;
- наявність смартфона, який підтримує 4G і SIM-картки відповідного формату (USIM), яка використовує захищений алгоритм аутентифікації абонента в мережі;
- ємність мережі дозволяє користуватися зв'язком у місцях значного скупчення людей.

В Україні 4G офіційно запрацював у 2018 році й нині покриття охоплює більшість території країни, особливо в містах та вздовж основних транспортних шляхів. З другої половини 2020 року LTE в Україні працює на частотах 900, 1800 і 2600 МГц у дуплексному режимі FDD [9]. У період пандемії коронавірусу 2020 року мобільний зв'язок і інтернет став основним засобом для спілкування, роботи і розваг.

5. 5G (п'яте покоління мобільного зв'язку) – це новітній стандарт безпроводової передачі даних, що забезпечує значно вищу швидкість, меншу затримку та більшу ємність мережі порівняно з попередніми технологіями. Він відкриває можливості для розвитку інноваційних рішень, таких як автономний транспорт, розумні міста та віддалена хірургія.

Основні характеристики мобільного зв'язку п'ятого покоління:

- швидкість передачі даних до 10 Гбіт/с.;
- практично миттєвий відгук, затримка зменшена до 5 мілісекунд (у технологіях 4G вона становила 50-200 мілісекунд);
- підтримка значно більшої кількості підключених пристроїв на одиницю площі, що сприяє розвитку Інтернету речей (Internet of Things).

Зв'язок 5G на сьогодні працює у понад 90 країнах світу і в ЄС до 2025 року ним планується покрити всі міста й основні автошляхи. 5G завдяки технологіям Massive MIMO та beamforming може забезпечити високоякісний зв'язок навіть у завантажених мережах. Він сприяє розвитку віртуальної і доповненої реальності.

В Україні нині тривають технологічні тестування та підготовчі роботи для його впровадження [10].

Через необхідність оновлення базової інфраструктури існує складність у розгортанні мережі 5G, бо для забезпечення його швидкості мобільні вежі у містах мають стояти на відстані 300-400 метрів. З 2019 року їх вже почали встановлювати. Для впровадження 5G в Україні у 2023 році розблокували частоти у діапазоні 3400-3600 мегагерц [11].

У травні 2019 року під час проведення Шведсько-українського бізнес-форуму у Києві оператор мобільного зв'язку «lifecell» та компанія Ericsson розгорнули обладнання і провели тестування швидкості мобільного інтернету 5G покоління [12].

На думку дослідників, питання впровадження зв'язку покоління 5G в Україні стане можливим тільки тоді, коли [12]:

- буде сформована державна стратегія розвитку наступного покоління мобільного зв'язку з врахуванням побажань і потреб операторів, бізнесу й населення;
- будуть повністю використані можливості зв'язку четвертого покоління;
- стануть доступними в ціні термінали та обладнання, які підтримують нові технології;

- застосування п'ятого покоління мобільного зв'язку стане економічно обґрунтованим.

Сьогодні в нашій країні переважає зв'язок формату 4G, який у десять разів повільніший за 5G. Під час повномасштабної війни запуск зв'язку формату 5G потребує дозволу військових.

6. 6G (шосте покоління мобільного зв'язку) – це майбутній стандарт бездротової комунікації, який обіцяє значно перевершити можливості 5G. Очікується, що 6G забезпечить надзвичайно високу швидкість передачі даних, мінімальну затримку та глобальне покриття, інтегруючи наземні та супутникові мережі.

Основні характеристики мобільного зв'язку шостого покоління:

- швидкість передачі даних становитиме до 1 Тбіт/с;
- можливість безперебійно спілкуватися в режимі реального часу, тому що затримка буде зменшена до 0,1 мс;
- буде використано терагерцові частоти, що покращить енергоефективність та глобальне підключення;
- сприятиме масовому підключенню пристроїв, підтримуючи концепцію «розумних» міст та вдосконалених систем управління.

Очікується, що перші комерційні мережі 6G з'являться не раніше 2030 року. Його впровадження потребуватиме значних інвестицій у нову інфраструктуру та адаптації регуляторних норм. Проте, з огляду на потенційні переваги, такі як швидкісний інтернет, мінімальна затримка та можливості для нових технологічних рішень, 6G має потенціал стати революційним кроком у сфері мобільного зв'язку.

Наразі технологія мобільного зв'язку шостого покоління перебуває ще на ранній стадії досліджень і випробовувань як на рівні мережевої архітектури, так і на рівні суміжних технологій. Експерти зазначають, що для впровадження стандарту 6G будуть об'єднані наземні, повітряні й космічні мережі в єдину екосистему, що дасть можливість забезпечити покриття в будь-якій точці планети. Крім того, завдяки використанню штучного інтелекту для керування мережею шосте покоління поєднає в собі традиційний мобільний зв'язок, неймовірну обчислювану потужність, датчики і виконавчі механізми [13].

В Україні оператори мобільного зв'язку також готуються до майбутніх технологій. Наприклад, «Vodafone Ukraine» розпочав підключення базових станцій через пасивні оптичні мережі xPON, що дозволить у майбутньому швидко перейти на технології 5G, а згодом і на 6G. Мережа xPON вже зараз підтримує швидкість 1 Гбіт/с, а в майбутньому дозволить її збільшити шляхом масштабування [14].

Завдяки розвитку сфери безпроводового електрозв'язку зростає економічна ефективність інформаційно-комунікаційних технологій. По-перше, відбувається підвищення продуктивності бізнесу, адже компанії зменшують

часові витрати на ухвалення рішень, мають можливість впроваджувати віддалену роботу й мобільні офіси, активно використовують мобільні додатки для управління, логістики, комунікацій. Усе це сприяє оптимізації бізнес-процесів, зниженню витрат і підвищенню продуктивності.

По-друге, на різних етапах розвитку сфери безпроводового електрозв'язку відбувається стимулювання інновацій в інформаційно-комунікаційних технологіях. З'явилися хмарні сервіси, big-data, штучний інтелект, мобільні послуги (мобільні платежі, онлайн-сервіси, електронна комерція). Це сприяло появі нових ринків, створенню нових робочих місць, зростанню інноваційної активності.

По-третє, еволюційний розвиток сфери безпроводового електрозв'язку призводить до покращення доступності інформаційно-комунікаційних технологій. На сьогодні споживачі мають ширший доступ до Інтернету, поширюється використання смартфонів і телефонів, знижуються витрати на інфраструктуру, бо стає не потрібною стаціонарна мережа. Розширення мережі впливає на зменшення вартості передачі даних і зростання ефективності комунікацій.

Крім того, сфера безпроводового електрозв'язку є ключовим рушієм цифровізації державного управління і різних секторів економіки, вона сприяє залученню малого бізнесу до цифрової економіки.

Таким чином, робота винахідників і інженерів з різних країн дозволила створити й розвинути безпроводовий електрозв'язок, який став в нинішньому суспільстві основним засобом здійснення комунікацій між людьми. Вона є не тільки підсистемою інформаційно-комунікаційних технологій, а й каталізатором її економічної ефективності.

Висновки і пропозиції. З моменту появи радіозв'язку у XIX столітті й перших мобільних мереж 1G у 1980-х роках, технології сфери безпроводового електрозв'язку постійно розвивалися. Стандарт мобільного зв'язку 2G дозволив передавати текстові повідомлення та здійснювати зашифровані дзвінки, стандарт 3G дав можливість передачі даних, листування через електронну пошту та проведення відеоконференцій, стандарт 4G – швидкий мобільний інтернет, онлайн-ігри, перегляд відео у форматі HD, стандарт 5G – миттєве завантаження даних та передачу великих файлів, надшвидкий інтернет та відгук у відеоіграх, майбутній стандарт 6G – дасть можливість дистанційного керування роботами-маніпуляторами, автівками, «розумним будинком» тощо. Для підвищення рівня комунікативних відносин між людьми в Україні доцільно розгортати мережу мобільного зв'язку 5G покоління. Це покращить можливості для ведення бізнесу, зробить більш якісним і швидким зв'язок під час проведення дистанційного навчання чи керування. Еволюційний розвиток сфери безпроводового електрозв'язку розширює доступність для населення, сприяє зниженню витрат на стаціонарну мережу, стимулює інновації і трансформує цілі галузі й сектори економіки, підвищуючи їх економічну ефективність.

Список використаних джерел

1. Шляхов О. В. Становлення та розвиток телефонного зв'язку в українських землях Російської імперії наприкінці XIX – початку XX ст. [Електронний ресурс] / О. В. Шляхов // Науково-теоретичний альманах Грани. – 2018. – № 21(8). – С. 51-61. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15421/1718102>.
2. Маргіта Н. О. Оцінка сучасного стану розвитку ринку мобільного зв'язку в Україні [Електронний ресурс] / Н. О. Маргіта, О. П. Карпій // Мукачівський державний університет. Серія: економіка і суспільство. – 2016. – Вип. 7. – С. 385-389. – Режим доступу: https://economyandsociety.in.ua/journals/7_ukr/64.pdf.
3. Новік О. С. Оцінка сучасного стану розвитку ринку мобільного зв'язку в Україні [Електронний ресурс] / О. С. Новік, О. М. Галушак // Наукові записки УНДІЗ. – 2020. – № 1(57). – С. 15-19. – Режим доступу: <https://journals.dut.edu.ua/index.php/sciencenotes/article/view/2415/2317>.
4. Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження зі статистики телекомунікаційних, поштових і кур'єрських послуг [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2019/12/mp_telecom_posh_kur.pdf.
5. КВЕД-2010. Розділ 61 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://rsp.ukrstat.gov.ua/KVED2010/61/KVED10_61.html.
6. Основи теорії радіозв'язку: теоретичні основи та практичні аспекти [Електронний ресурс]: навчальний посібник / за ред. І. В. Кононова. – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 248 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/93052c4e-fbab-49e5-8dbe-727616651da0/content>.
7. Від 1G до 5G: еволюція мобільного зв'язку [Електронний ресурс]. – 24.06.2023. – Режим доступу: <https://itcollege.lviv.ua/vid-1g-do-5g-evolyutsiya-mobilnoho-zvyazku>.
8. Зв'язок поколінь: як Україна стала мобільною [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://news.bigmir.net/other/4562298-svyaz-pokolenii-kak-ukraina-stala-mobilnoi>.
9. Діапазони частот 4G LTE, що використовуються в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mobitech.com.ua/ua/articles/ispolzovanie-diapazoni-chastot-4g-lte-bands-v-ukraine>.
10. Уряд ухвалив постанову для запуску пілотного проєкту 5G: Україна починає тестувати нові стандарти зв'язку [Електронний ресурс] / Міністерство цифрової трансформації України. – Режим доступу: <https://thedigital.gov.ua/news/uryad-ukhvaliv-postanovu-dlya-zapusku-pilotnogo-proektu-5g-ukraina-pochinae-testuvati-novi-standarti-zvyazku>.
11. Що таке 5G: характеристики та коли очікувати в Україні [Електронний ресурс]. – 31.05.2024. – Режим доступу: <https://gigacloud.ua/articles/shho-take-5g-harakterystyky-ta-koly-ochikuvaty-v-ukrayini>.
12. G-еволюція мобільного зв'язку в Україні: зради та перемоги [Електронний ресурс]. – 13.01.2020. – Режим доступу: <https://voxukraine.org/connector/g-evolyutsiya-mobilnogo-zv-yazku-v-ukrayini-zradi-ta-peremogi>.
13. Мирович В. Завдяки 6G ми маємо очікувати наближення до повністю зв'язаного світу. Інтерв'ю з Костянтином Науменком [Електронний ресурс]. – 21.06.2024. – Режим доступу: <https://speka.media/zavdyaki-6g-mi-majemo-ocikuvati-nablizennya-dopovnistyu-zvyazanogo-svitu-intervyu-z-kostyantinom-naumenkom-9qym42>.
14. Кузьменко О. Vodafone Ukraine готується до 5G і навіть 6G [Електронний ресурс]. – 31.03.2025. – Режим доступу: <https://dev.ua/news/vodafone-rozpochav-pidkliuchennia-bazovykh-stantsii-dlia-5g-1743425419>.

References

1. Shliakhov, O. B. (2018). Stanovlennia ta rozvytok telefonnoho zviazku v ukrainskykh zem-liakh Rosiiskoi imperii naprykintsi XIX – pochatku XX st. [The formation and development of telephone communication in the Ukrainian lands of the Russian Empire in the late 19th - early 20th centuries]. *Naukovo-teoretychnyi almanakh Hrani – Scientific and theoretical almanac Grani*, (21(8)), 51-61. <https://doi.org/10.15421/1718102>.
2. Marhita, N. O., Karpil O. P. (2016). Otsinka suchasnoho stanu rozvytku rynku mobilnoho zviazku v Ukraini [Assessment of the current state of development of the mobile communications market in Ukraine]. *Mukachivskyi derzhavnyi universytet. Serii: ekonomika i suspilstvo – Mukachevo State University. Series: Economy and Society*, 7, 385-389. https://economyandsociety.in.ua/journals/7_ukr/64.pdf.
3. Novik, O. S., Halushchak, O. M. (2020). Otsinka suchasnoho stanu rozvytku rynku mobilnoho zviazku v Ukraini [Assessment of the current state of development of the mobile communications market in Ukraine]. *Naukovi zapysky UNDIK – Scientific notes of the UNDIK*, (1(57)), 15-19. <https://journals.dut.edu.ua/index.php/sciencenotes/article/view/2415/2317>.
4. Metodolohichni polozhennia z orhanizatsii derzhavnoho statystychnoho sposterezhennia zi statystyky telekomunikatsiinykh, poshtovykh i kurierskykh posluh [Methodological provisions on the organization of state statistical observation of statistics of telecommunications, postal and courier services]. (2019). https://ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2019/12/mp_telecom_posh_kur.pdf.
5. KVED-2010. Rozdil 61 [KVED-2010. Section 61]. (n.d.). https://rsp.ukrstat.gov.ua/KVED2010/61/KVED10_61.html.
6. Kononov, I. V. (2023). *Osnovy teorii radiozviazku: teoretychni osnovy ta praktychni aspekty [Fundamentals of radio communication theory: theoretical foundations and practical aspects]*. KPI im. Ihoria Sikorskoho. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/93052c4e-fbab-49e5-8dbe-727616651da0/content>.
7. Vid 1G do 5G: evoliutsiia mobilnoho zviazku [From 1G to 5G: the evolution of mobile communications]. (24.06.2023). <https://itcollege.lviv.ua/vid-1g-do-5g-evolyutsiya-mobilnoho-zvyazku>.
8. Zviazok pokolin: yak Ukraina stala mobilnoi [Generational Connection: How Ukraine Became Mobile]. (n.d.). <https://news.bigmir.net/other/4562298-svyaz-pokolenii-kak-ukraina-stala-mobilnoi>.
9. Diapazoni chastot 4G LTE, shcho vykorystovuiutsia v Ukraini [G LTE frequency bands used in Ukraine]. (n.d.). <https://mobitech.com.ua/ua/articles/ispolzuemie-diapazoni-chastot-4g-lte-bands-v-ukraine>.
10. *Ministerstvo tsyfrovoy transformatsii Ukrainy [Ministry of Digital Transformation of Ukraine]*. (n.d.). Uriad ukhvalyv postanovu dlia zapusku pilotnoho proiektu 5G: Ukraina pochynaie testuvaty novi standarty zviazku [The government adopted a resolution to launch a 5G pilot project: Ukraine begins testing new communication standards]. <https://thedigital.gov.ua/news/uryad-ukhvaliv-postanovu-dlya-zapusku-pilotnogo-proiektu-5g-ukraina-pochinaie-testuvati-novi-standarti-zvyazku>.
11. Shcho take 5G: kharakterystyky ta koly ochikuvaty v Ukraini [What is 5G: characteristics and when to expect it in Ukraine]. (31.05.2024). <https://gigacloud.ua/articles/shho-take-5g-harakterystyky-ta-koly-ochikuvaty-v-ukrayini>.
12. G-evoliutsiia mobilnoho zviazku v Ukraini: zrada ta peremohy [G-evolution of mobile communications in Ukraine: betrayals and victories]. (13.01.2020). <https://voxukraine.org/connector/g-evolyutsiya-mobilnoho-zv-yazku-v-ukrayini-zradi-ta-peremogi>.

13. Myronovych, V. (2024). *Zavdiaky 6G my maiemo ochikuvaty nablyzhennia do povnistiu zviazanoho svitu. Interviu z Kostiantynom Naumenkom [Thanks to 6G, we should expect an approach to a fully connected world. Interview with Konstantin Naumenko]*. <https://speka.media/zavdyaki-6g-mi-majemo-ocikuvati-nablizennya-do-povnistyu-zvyazanogo-svitu-intervyu-z-kostyantinom-naumenkom-9qym42>.

14. Kuzmenko O. Vodafone Ukraine hotuietsia do 5G i navit 6G [Vodafone Ukraine is preparing for 5G and even 6G]. (31.03.2025). <https://dev.ua/news/vodafone-rozpochav-pidkliuchennia-bazovykh-stantsii-dlia-5g-1743425419>.

Отримано 06.05.2025

UDC 338.001:654.01

Pavlo Mekshun

PhD in Economic

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: pavel.mekshun@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4130-9939>

ResearcherID: [H-3607-2014](https://orcid.org/0000-0003-4130-9939)

IMPACT OF THE EVOLUTION OF THE WIRELESS TELECOMMUNICATIONS SECTOR ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

In the article, formation and development of wireless telecommunications are analysed. Significant role of wireless communication in ensuring national security, functioning of government agencies and businesses, meeting communication needs of the population, and increasing economic efficiency of information and communication technologies is shown. It is determined that the basis of wireless telecommunications is the use of the radio frequency spectrum to transmit data over different distances at different speeds and quality. It is shown that the first form of wireless telecommunication was the radio telegraph and radio communication, and evolutionary stages of their development are analysed. It is noted that one of the areas of application of radio communication is mobile communication. Emergence and main stages of development of different generations of mobile communications are analysed, with a generalisation of the main characteristics of 1G-6G standards. It was found that each successive generation of communication provides greater speed and quality than the previous one. Features of development of mobile communications in Ukraine are considered. It is shown that Ukrainian mobile communication is carried out mainly by 3G and 4G standards. Prospects for deployment of 5G mobile networks in our country are investigated. Advantages of the fifth generation of mobile communications for Ukrainian business and population are analysed. The main characteristics and capabilities of the sixth generation of mobile communications are summarised. It is shown that 6G will provide extremely high data rates, minimal latency and global coverage by integrating terrestrial and satellite networks, combining traditional mobile communications, sensors and high computing power. It is shown that due to development of wireless telecommunications, economic efficiency of information and communication technologies is growing and business productivity is increasing.

Keywords: wireless telecommunications; stages of development; economic efficiency; information and communication technologies; mobile communication generation; main characteristics.

References: 14.