

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2023-279-3-54-61>

УДК621.39

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ STARLINK В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Тюндер І.С.

PROBLEMS OF USING STARLINK IN UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE

Tyunder I.S.

У статті розглядаються проблеми та перспективи проекту супутникового зв'язку STARLINK, а також застосування STARLINK В Україні.

Супутниковий інтернет - спосіб забезпечення доступу до Інтернету з використанням технології супутникового зв'язку.

Глобальне покриття Землі недорогим високошвидкісним інтернет-доступом створить нові можливості у сферах освіти, транспорту, туризму, будівництва.

Компанія SpaceX Глона Маска стала однією з найвпливовіших у сфері космічних технологій та відкриттів. Найуспішніший проект компанії Маска - Starlink - отримав широке визнання та відкрив нові можливості для забезпечення доступу до швидкого інтернету, зокрема в умовах бойових дій в Україні. Його широко застосовують Збройні сили України (ЗСУ), деокуповані громади, журналісти, і не тільки.[1]

Передзамовлення на супутниковий інтернет Starlink SpaceX відкрила в лютому 2021 року для перших країн - США, Канади та Великобританії. Для України доступ до нього був запланований на 2022. Проте напад РФ значно прискорив цей процес.

Зазначається, що при очікуваному зростанні мережі Starlink, яка складатиметься з 42 000 супутників, - на орбіті дуже швидко стане тісно. Це створить загрозу для інших супутників, а також перешикодить астрономічним спостереженням із Землі.

Вже нині на супутники Starlink покладають відповідальність за більшість інцидентів з загрозою зіткнення з іншими супутниками.

Також проблемою є порівняно короткий термін роботи супутників Starlink, яких вистачає лише приблизно на п'ять років.

Звернено увагу на те, що Starlink має труднощі з обслуговуванням і сервісом, неможливість змінити дані акаунта власника, про що регулярно пишуть не лише українці, а й користувачі з інших країн. Біійці ЗСУ розповідають «Тижню» й про інші складнощі роботи терміналів, серед яких обмежена мобільність (можливість користуватися не в першій точці під'єднання). Це часто призводило до того, що безліч Starlink - терміналів, зокрема отриманих українськими Силами оборони, перетворилися на брухт: їх

неможливо використовувати за призначенням у потрібному місці.

Крім проблем проекту STARLINK, очікується, що впровадження мережі Starlink в Україні є великим кроком вперед у подоланні цифрового розриву та наблизенні країни до досягнення повного доступу до Інтернету. Цей проект обіцяє стати благом для народу України та слугуватиме прикладом того, як технології покращують життя.

Ключові слова: Інтернет, супутниковий зв'язок, SpaceX, STARLINK, Україна, Збройні сили України.

Вступ. Передача інформації - фізичний процес, за допомогою якого здійснюється переміщення інформації в просторі.

Інтернет є найкращим прикладом безлічі мереж передавання.

Супутниковий Інтернет існує багато років. Його роботу забезпечують кілька угруповань супутників, що належать різним десятків міжнародним компаніям.

Недоліки сучасного супутникового Інтернету полягають у високій вартості передавання даних, дорогому приймально-передавальному устаткуванню, великих затримках сигналу - 600-800 мілісекунд, порівняно невисокій швидкості передавання даних і невеликій кількості каналів, доступних на одному супутнику. [2]

Starlink – проект американської компанії SpaceX щодо розробки високопродуктивної супутникової платформи для виготовлення супутників зв'язку та запусків великої їх кількості (сузір'я) у космос (рис.). Система надає доступ до широкосмугового Інтернету у будь-якій точці планети.



Рис. Супутникова система Starlink

Назва “Starlink” взята із роману Джона Гріна “Провина зірок”. Проект почався у 2015 році, а перші два супутники було запущено у тестовий політ 22 лютого 2018 року ракетою Falcon 9. Запуск наступної партії сателітів вже із 60-ти одиниць відбувся у травні 2019 року. У січні 2020 року SpaceX стала власницею найбільшої кількості супутників на орбіті (180 штук). До середини 2020-х років компанія планувала відправити на певні орбіти близько 12 тисяч апаратів, однак у 2019 році з’явилася інформація про заявку на ще 30 тисяч штук.

Отже, Starlink - це глобальна супутникова система, що розгортається компанією SpaceX для забезпечення високошвидкісного супутникового доступу в Інтернет у місцях, де він був ненадійним, дорогим або повністю недоступним. [3]

Для України доступ до нього був запланований на 2022. Проте напад РФ значно прискорив цей процес. До війни SpaceX протягом 6 тижнів співпрацювала із українцями, очікуючи офіційний лист про дозвіл роботи Starlink в Україні, проте питання вирішилось всього у пару твітів.

Варто відмітити, що інтернет-мережа від SpaceX дуже стійка до кібератак – всі спроби окупантів «зламати» супутниковий зв’язок в Україні засобами радіоелектронної боротьби не увінчалися успіхом. Завдяки високій надійності, Starlink використовує і президент України Володимир Зеленський, особливо під час спілкування із політичними лідерами. Це говорить про те, що вже з перших тижнів чи навіть днів війни Starlink був для України вкрай необхідним. [4]

Starlink стає все більшим конкурентом для традиційних постачальників послуг інтернету та відкриває нові можливості для розвитку зв’язку та передачі даних.

В Україні цей проект дозволяє віддаленим громадам отримати доступ до сучасних

комунікаційних послуг та відкрити нові можливості для розвитку економіки й освіти, долаючи цифровий розрив.

Аналіз останніх публікацій. Питанням дослідження стану та перспектив розвитку Інтернету в Україні присвятили свою роботи Ільченко М., Kulikov Є., Кириндась Н., Лісовський К., Субботський Д., Живков О. у статті «Перспективи розвитку проекту супутникового зв’язку STARLINK в Україні». Для того, щоб послуги Starlink стали доступні в Україні, варто в першу чергу на законодавчому рівні спростити процедури сертифікації і ліцензування користувацьких терміналів, в ідеальному випадку спростивши їх до рівня, який використовується в інших країнах, які вже дозволили використання таких терміналів (на прикладі згаданих вище США, Канади, Великобританії...). [5]

Д. Міночкін, А. Нсер у статті «Огляд супутникового Інтернету STARLINK» описано супутниковий Інтернет системи Starlink, а саме побудова цієї системи та робота супутників, їх розташування та кількість, принцип роботи, технології та теперішній стан всього проекту.

У статті Т. Наритник, В. Сайко «Інноваційний спосіб супутникового зв’язку» запропонована система низькоорбітального супутникового зв’язку, яка представляє угруповання низькоорбітальних космічних апаратів (LEO-система) з архітектурою «розподіленого супутника», яке включає угруповання кореневих (провідних) супутників та супутників-ретрансляторів (ведених).

Багато уваги стану Інтернету в Україні приділяється саме на інтернет-ресурсах. Так, Н. Баловсяк у статті «Ненадійний зв’язок. Як монополія Starlink стає ризиком для України» розглядає проблеми з інтернет-доступом через супутникові термінали.

М. Поляков наголошує у статті «Історія успіху Starlink: як продати світу півтора мільйона “літаючих тарілок”», однак, у випадку Starlink є одна складова, яка ще довго гарантуватиме актуальність технології. Зацікавлення Пентагону у можливостях супутникового угруповання Starlink фактично подарувало сузір’ю нове життя та нове призначення інтернет-технологій.

Мета статті. Дослідити сучасні світові тенденції застосування Starlink, описати основні проблеми та перспективи розвитку. Розглянути застосування Starlink в Україні.

Виклад основного матеріалу. Суттєвим недоліком сучасного супутникового інтернет-доступу є велика затримка сигналу (пінг). Оскільки супутники розташовані на високій орбіті, 36 тис км, затримка сигналу може становити 600-800 мілісекунд. Для порівняння: затримка в мережах стандарту 4G становить в середньому 8 мілісекунд.

Якщо SpaceX "повісить" супутники на висоті 340-350 км, затримка сигналу в середньому буде становити 25 мілісекунд. Це набагато менше, ніж у конкурентів, але значно більше, ніж в мережі мобільного зв'язку.[6]

Розроблений компанією SpaceX, Starlink - це супутниковий ширококутовий інтернет-сервіс, який забезпечує надійний доступ до Інтернету в областях, які традиційно були недостатньо обслуговуваними або мали обмежений доступ.

Starlink використовуватиме мережу супутників на низькій навколосемній орбіті, щоб забезпечити доступ до Інтернету для користувачів по всьому світу. Очікується, що мережа забезпечуватиме швидкість до 1 Гбіт/с і може бути доступною по всій країні. Це було б величезним кроком уперед від поточної середньої швидкості близько 10 Мбіт/с. [7]

Проблеми Starlink та їх вирішення. Ілон Маск також "захаращує" нашу орбіту своїми приватними супутниками. У 1957 році в космос було запущено перший супутник, а до 2019 року - ще 8500 супутників. Очікується, що мережа Starlink складатиметься з 42 000 супутників - тож на орбіті дуже швидко стане дуже тісно. Це створить загрозу для інших супутників, а також перешкодить астрономічним спостереженням із Землі.

Вже нині на супутники Starlink покладають відповідальність за більшість інцидентів з загрозою зіткнення з іншими супутниками. І як тільки супутник автоматично змінює свою траєкторію, щоб уникнути можливого зіткнення, це може викликати ланцюгову реакцію, оскільки інші супутники реагують на зміну його траєкторії.

Також проблемою є порівняно короткий термін роботи супутників Starlink, яких вистачає лише приблизно на п'ять років. Навіть якщо вони потім значною мірою згоряють при вході в атмосферу Землі, необхідно постійно запускати в космос нові супутники, щоб не виникали дірки у мережі.

Наразі SpaceX масово використовує своє північне становище на ринку, щоб не допустити появи конкурентів у майбутньому. З огляду на щільність розміщення супутників, для інших конкурентів майже не залишилося місця, тим паче на близькій до Землі відстані на орбіті. Їм доведеться перебиратися на значно більш віддалені і непривабливі висоти.

Це дуже не вигідно для подібної супутникової мережі з тісною сіткою для глобального постачання швидкого інтернету, а це означає, що Starlink не має боятися конкуренції і в майбутньому. [7]

Після запуску першої великої партії Starlink у різних куточках Землі почали знімати відео із саяливими точками, що ланцюжком пролітали над планетою. Почали поширюватися чутки, ніби після підйому усього сузір'я у 12 тис. (а пізніше з'ясувалося, що їх буде 40 тис.) супутників вони стануть надто видимі на небосхилі та «засмітять» небо, перекриваючи саяво зірок. Міжнародний астрономічний союз та National Radio Astronomy Observatory також висловили свою стурбованість. [6]

Вплив Ілона Маска на глобальну геополітичну сцену занепокоїв світові держави, змусивши їх знаходити альтернативні шляхи.

Існування монополіста в такому важливому секторі, як зв'язок, пожвавило інвестиції у створення інших систем супутникового зв'язку. Наприклад, торік країни ЄС виділили €2,4 млрд на «суверенну» групу супутників, яку мають запустити вже 2027 року.

Плани створити конкурента Starlink через консорціум OnWeb зазнали невдачі, бо компанія збанкрутіла. Amazon також розробляє свою систему супутникового зв'язку. Компанія готувалася вивести на орбіту перші два супутники, але запуск зупинили, тому що виявили проблеми під час випробувань ракети.

Проте обидва потенційні гравці на ринку супутникового зв'язку поки що безнадійно відстають від можливостей компанії Маска. Нині SpaceX - єдиний у світі постачальник у своєму сегменті послуг. Проте стиль роботи компанії в Україні показав, що вважати її надійним партнером не доводиться. [8]

Китай оголосив про створення своєї першої високоорбітальної мережі супутникового зв'язку. На думку експертів, цей проект може стати гідною альтернативою програмі Starlink від компанії SpaceX.

Китай заявив про створення власного супутникового сузір'я на LEO - Guowang. Попри колосальну повільність і неповороткість, якими характерний зараз китайський космос, одного у нього точно не відняти - поступового та планомірного нарощування темпів як виробництва ракет та супутників, так і їхнього запуску на орбіту.

Погляньмо на цифри. У 2015 році КНР провела лише 19 орбітальних запусків. До кінця 2022-го ця цифра зупинилася вже на позначці 64 успішних космічних запусків (у яких на долю приватних компаній припало 25% від загальної кількості запусків).

Станом на середину 2023 року варто визнати, що Піднебесна все ж таки зробила висновки із втраченого раніше моменту з розвитком власного супутникового інтернет-сузір'я. Для цього їй, щоправда, за старою доброю комуністичною традицією, знадобилася лише одна п'ятирічка. [9]

У травні 2019 року Маск повідомив, що його команда працює над спеціальним покриттям для корпусу, що зменшить альбедо. У січні 2020 року під час запуску Starlink 2 один із супутників (його назвали «DarkSat») вже був темнішим. Тоді ж представники компанії визнали, що й самі не очікували, що навіть після підйому на 550 км їхні апарати на достатньо темному небі можна буде побачити незброєним оком. У березні 2020 року астрономи, що відстежували DarkSat, відзвітували про зменшення його яскравості на 55 %. Але цього все ще недостатньо. До того ж темна поверхня швидше нагрівається, що може скоротити термін служби сателітів.

Кожен Starlink піднімається до своєї робочої орбіти приблизно чотири місяці. У цей час його сонячні панелі розташовуються таким чином, що можуть сильно відбивати світло. Однак, опинившись на необхідній висоті, вони повертаються перпендикулярно до земної поверхні, що зменшить до мінімуму це відбиття.

Із місією Starlink 7 запустили черговий пробний супутник під назвою «VisorSat». Він має пару сонцезахисних екранів, виготовлених із легкого матеріалу, що не заважатиме проходженню радіосигналу, але не даватиме відбиватися світлу від фазованих антен. За умови його нормального функціонування, всі сателіти Starlink 9 матимуть подібні екрани. [6]

Перспективи Starlink. Starlink - не перша компанія, яка пропонує супутниковий Інтернет,

але вона має певні переваги, якщо порівнювати з конкурентами: супутниковий інтернет порівняно просто обслуговувати. Потoki даних рухаються безперервно і вражаюче швидко. Адже супутники Starlink обертаються навколо Землі на висоті від 328 до 614 кілометрів, що значно нижче, ніж супутники конкурентів.

Для порівняння, супутники попереднього супутникового лідера Hughesnet обертаються навколо Землі на висоті 35 000 кілометрів. Відповідно, передача даних потребує приблизно вдсятеро разів більше часу, ніж у Starlink. [6]

Вражаючим досягненням SpaceX стало введення в експлуатацію масштабної мегаконстеляції супутників Starlink. У березні 2023 року SpaceX запустила ще один блок Starlink, підвищивши загальну кількість супутників в констеляції до понад 10 тисяч. Це дозволило забезпечити доступ до швидкого Інтернету в регіонах, які раніше були віддаленими та погано покритими мережею. Starlink стає все більшим конкурентом для традиційних постачальників послуг інтернету та відкриває нові можливості для розвитку зв'язку та передачі даних.

Томас Веллінгтон, експерт із комунікації на полі бою, констатував, що вузько спрямоване широкосмугове випромінювання Starlink робить його фактично невразливим перед перехопленням та приглушенням засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ) супротивника. Це стало можливим завдяки розміщенню супутникового угруповання на низькій навколоземній орбіті. [9]

У грудні 2022 року офіційно анонсували Starshield - мілітаризований аналог Starlink, який мав надати військовим доступне і безпечне широкосмугове з'єднання, а також здійснювати доставку корисного навантаження на орбіту для урядових і військових відомств США.

Важливо розуміти, що Starlink - це не стільки супутниковий зв'язок, скільки перевірена часом надійна технологія супутникової шини, на якій за бажанням можна розмістити різне корисне навантаження: радары, оптичні камери, інфрачервоні (ІЧ) системи сигналізації про ракетні пуски. Тож очевидно, що Пентагон зацікавлений у тому, щоб вичавити з супутників Starshield максимум функціоналу, який вони можуть надати.

Уже відомо, що супутники Starshield конструктивно відрізнятимуться від своєї цивільної версії: дві сонячні панелі замість однієї, а також більш ніж удвічі збільшені габарити самого активного супутника зв'язку. Зовні вони будуть

схожі на Starlink Block v1.5 і v2.0. Однак секретність програми передбачає, що про їхні точні технічні характеристики громадськість дізнається ще досить нескоро. Ймовірно, перші супутники угруповання Starshield вивели на орбіту під час секретної місії Globalstar FM15, яка відбулася в червні 2022 року.

Якщо у Starlink лазер служить для сполучення супутників один із одним, то чому Starshield не може використовувати його для знешкодження ракет з ІЧ-наведенням? Подібну технологію протидії ракетам із тепловим наведенням уже можна побачити на службі американських ВПС.

SpaceX звернулася до найшвидшого джерела передачі інформації у Всесвіті - світла. Швидкість розповсюдження світла, рівна 299 792 458 м/с, дозволяла за частки секунди передавати дані від одного супутника до іншого шляхом їхнього сполучення між собою перехресними лазерними міжсупутниковими каналами зв'язку (LISL). Спрощуючи, можна сказати, що такий зв'язок скидається на "стрілянину" супутників лазерними імпульсами один в одного.

Тут важливо уточнити, що не всі апарати Starlink використовують лазер для сполучення між собою. Так, супутникам першого покоління для передачі сигналу слугували радіоканали зв'язку. Перші ж зонди, в яких було реалізовано лазерний зв'язок, почали з'являтися лише у січні 2021 року, зі стартом запуску супутників версії 1.5 (v1.5).

Наразі вже очевидно, що SpaceX не зверне зі свого "шляху світла", і в майбутніх модифікаціях супутників лазерне сполучення повністю замінить радіопередачу.

Наведена модель, побудована професором Марком Гендлі, демонструє, що затримка при лазерній передачі супутникового сигналу від Нью-Йорка до Лондона становитиме всього 50 мс, тоді як оптоволоконне з'єднання буде значно повільніше - 70 мс. За збільшення дистанції перевага міжсупутникового лазерного зв'язку ще очевидніша. Так, лазерне сполучення Лондона з Сінгапуром матиме затримку сигналу 90 мс, при 159 мс у разі передачі сигналу оптоволоконним кабелем. [9]

SpaceX оголосив про запуск у 2024 році на мобільних пристроях своєї майбутньої послуги Starlink Direct to Cell, яка надаватиме зв'язок для смартфонів через супутник.

Нова функція працюватиме з існуючими телефонами високошвидкісного мобільного інтернету «скрізь, де видно небо», пише видання The Verge.

Зазначається, що у 2024 році нова послуга буде обмежена текстовими повідомленнями, але вже у 2025 році з'являться функції передачі голосу і даних, а також можливість передавати файли.

«Direct to Cell працює з існуючими телефонами LTE скрізь, де можна побачити небо. Жодних змін в апаратному забезпеченні, прошивці або спеціальних додатках не потрібно», - йдеться у повідомленні.

Супутники Starlink із функцією Direct to Cell забезпечать повний доступ до текстових повідомлень, дзвінків і перегляду вебсторінок. В компанії розповіли, що вони оснащені вдосконалим модемом eNodeB, який діє як вежа мобільного зв'язку в космосі, дозволяючи мережеву інтеграцію, подібну до стандартного роумінг-партнера. [10]

Застосування мережі Starlink в Україні. Партія супутників SpaceX вперше зафіксована у небі над Україною 26 травня 2019 року.

Спочатку сервіс планували активувати в Україні як мінімум 2023 року. 26 лютого 2022 року, після вторгнення Росії, міністр цифрової трансформації України Михайло Федоров у Твіттері закликав Ілона Маска надати Україні термінали і доступ до системи. Президент SpaceX Гвен Шотуелл повідомила, що перед цим компанія кілька тижнів працювала над отриманням дозволу на надання послуг Starlink в Україні.

27 лютого Маск відповів, що доступ надано, а термінали вже в дорозі, і наступного дня до України прибула перша партія. Їх розподіляють між Укрзалізницею, військовими, теробороною, територіальними громадами тощо, а також використовують для потреб критичної інфраструктури, медицини, фінансів та енергетики. 9 березня Україна отримала другу (більшу) партію, а 15 березня - третю. 18 березня енергетики компанії ДТЕК отримали ще 170 терміналів. Starlink запущено у Києві, Житомирі, Запоріжжі, Одесі, на Рівненщині та Волині. [6]

Саме завдяки терміналам, доправленим вертольотами на оточений російськими військовими металургійний комплекс "Азовсталь", світ дізнався про героїчну оборону гарнізоном цього заводу. За допомогою Starlink захисники фортеці підтримували зв'язок з артилерією, вміло

коригуючи її вогонь. Протягом 86 днів “Азовсталі” була кісткою у горлі Путіна, перешкоджаючи йому одержати остаточний контроль над Маріуполем.

Супутниковий Інтернет дозволив ЗСУ продемонструвати блискучу взаємодію з дронами – як для розвідки, так і для ураження противника. Рано вранці 29 жовтня 2022 року угруповання чисельністю від шести до восьми одиниць (за даними Geo Confirmed), що складалося з українських безпілотних надводних суден (USV) із закріпленими на кормі приймальними антенами Starlink, здійснило показово зухвалу і результативну атаку на Чорноморський флот РФ, що базувався в окупованому Севастополі. Відтак серйозні пошкодження отримали як мінімум три російські військові кораблі, зокрема й носії гіперзвукових ракет “Калібр”. [9]

Очікується, що впровадження мережі Starlink в Україні матиме позитивний вплив на численні сектори економіки, включаючи освіту, охорону здоров’я та сільське господарство. Інтернет дозволить студентам у сільській місцевості отримати доступ до навчальних матеріалів і ресурсів, які раніше були недоступні. Це допоможе подолати освітній розрив між селом і містом.

Впровадження мережі Starlink в Україні є великим кроком вперед у подоланні цифрового розриву та наблизенні країни до досягнення повного доступу до Інтернету. Цей проект обіцяє стати благом для народу України та слугуватиме прикладом того, як технології покращують життя. [7]

Сьогодні Україна вже знаходиться серед країн з найбільшою кількістю терміналів Starlink. Понад 12 тисяч (а за деякими даними – 15 тисяч) пристроїв зараз підтримують нашу інфраструктуру та допомагають військовим, рятувальникам, пожежникам, лікарям та волонтерам працювати безперебійно. Проте попереду ще багато роботи.

Варто відмітити, що доступ до мережі Starlink в Україні став доступний завдяки тому, що у сусідніх країнах (найближчі до нас – Польща, Литва та Туреччина) вже встановлені наземні станції-шлюзи. Це, доречі, стало причиною того, що у західних областях України супутниковий інтернет працює краще, ніж в східних. Але вже з початку квітня Starlink почала розробляти проект побудови станції і у нас. Станеться це вже після перемоги, але зараз обидві сторони готують ґрунт для подальшої співпраці. По-перше,

в Україні вже зареєстровано компанію Starlink Ukraine, яка є офіційним представництвом SpaceX, а, по-друге, на початку червня компанія Starlink Ukraine отримала ліцензію оператора. Тож, крок за кроком, ми ближче до мети отримати повноцінний доступ до найбільш обговорюваної інтернет-системи у світі. [4]

Висновки. У сухому залишку можна побачити, як поступове розгортання сузір’я Starlink, хоча і рухається до своєї кінцевої мети (надання глобального високошвидкісного інтернету), знає шквалу праведної критики від своїх користувачів. На цей момент SpaceX не завжди здатна забезпечити людям обіцяний раніше сервіс. І можливо, якби в цій історії все трималося виключно на цивільному комерційному інтернеті, сузір’я Маска було б менш популярним.

Однак, у випадку Starlink є одна складова, яка ще довго гарантуватиме актуальність технології. Зацікавлення Пентагону у можливостях супутникового угруповання Starlink фактично подарувало сузір’ю нове життя та нове призначення. Громадянські підписки поступилися місцем пріоритетам національної безпеки. [9]

Можна прийти до висновків, що Starlink в Україні йде на користь не лише українцям, а й самій SpaceX. Адже саме зараз технологія супутникового інтернету проходить дуже потужний тест-драйв у «польових умовах», що у майбутньому допоможе зробити її ще кращою та досконалою. [4]

Особливо важливою є роль Starlink для українських військових. Умови бойових дій знижують доступність традиційних засобів зв’язку та передачі даних. Starlink може забезпечити надійний та швидкий зв’язок для командування й координації військових операцій, незалежно від географічного положення чи наявності інфраструктури. Наскільки важливим був Starlink для ЗСУ, всі могли бачити на власні у квітні-травні 2022 року, спостерігаючи за відеозверненнями українських військових з оточеної “Азовсталі” в Маріуполі. [9]

Проте відсутність альтернативи зробило Україну (та й інші країни, де треба організувати зв’язок у складних умовах) залежною від неідеального, проте єдиного доступного нині інструменту – Starlink компанії SpaceX. Автори The New York Times стверджують, що в Україні розуміють надмірну залежність від технологій Starlink і шукають альтернативу. Хоч українські чиновники спілкувалися з іншими

провайдерами супутникового інтернету, вони визнали, що жоден з них не може конкурувати зі Starlink.

Монопольне становище SpaceX стало реальною загрозою Україні, подолати яку в нинішніх умовах, на жаль, неможливо. Залишилося чекати, коли ж запрацюють європейська альтернатива й мережа супутників Amazon. [8]

Література

1. Starlink для України і ЗСУ [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://novynarnia.com/2023/06/29/starlink-dlya-ukrayiny-i-zsu-aktualni-cziny-ta-problemy/>
2. Wi-Fi на всю планету. Яким буде глобальний супутниковий інтернет від SpaceX і OneWeb [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2019/03/1/645957/>
3. Ніколаєнко Б.А., Пелешок Є.В. Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. посібник. К.: ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 146 с.
4. Як Україна використовує та адаптує Starlink в умовах війни [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://root-nation.com/ua/articles-ua/internet-ua/ua-yak-ukraina-vikoristovue-ta-adaptue-starlink-v-umovah-viyni/>
5. Льченко М., Куликов Є., Кириндась Н., Лісовський К., Субботський Д., Живков О. «Перспективи розвитку проекту супутникового зв'язку STARLINK в Україні.» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/356776643>
6. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Starlink>
7. Александер Фройнд Як працює Starlink і чому він викликає суперечки [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.dw.com/uk/ak-pracue-starlink-i-comu-vin-viklikae-superecki/a-63446839>
8. Надія Баловсяк Ненадійний зв'язок. Як монополія Starlink стає ризиком для України [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://tyzhden.ua/nenadijnyj-zv-iazok-iak-monopoliiia-starlink-staie-ryzykom-dlia-ukrainy/>
9. Макс Поляков Майбутнє Starlink: прихований військовий потенціал [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://expedicia.org/maybutnie-starlink-prikhovaniy-viyskoviy-pot/>
10. Валерій Ульяненко Нова послуга буде працювати скрізь, де можна побачити небо [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://glavcom.ua/techno/telecom/spacex-zapustit-suputnikovij-zvjazok-starlink-dlja-smartfoniv-962254.html>

References

1. Starlink for Ukraine and the Armed Forces of Ukraine [Electronic resource] - Mode of access: <https://novynarnia.com/2023/06/29/starlink-dlya-ukrayiny-i-zsu-aktualni-cziny-ta-problemy/>
2. Wi-Fi for the whole planet. What will be the global satellite Internet from SpaceX and OneWeb [Electronic resource] - Mode of access: <https://www.epravda.com.ua/publications/2019/03/1/645957/>
3. Nikolayenko B.A., Peleshok E.V. Modern satellite communication systems: training. manual. K.: ISZZI KPI named after Igor Sikorskyi, 2022. 146 p.
4. How Ukraine uses and adapts Starlink in conditions of war [Electronic resource] - Mode of access: <https://root-nation.com/ua/articles-ua/internet-ua/ua-yak-ukraina-vikoristovue-ta-adaptue-starlink-v-umovah-viyni/>
5. Ilchenko M., Kulikov E., Kyryndas N., Lisovskyi K., Subbotskyi D., Zhivkov O. "Prospects for the development of the STARLINK satellite communications project in Ukraine." [Electronic resource] - Mode of access: <https://www.researchgate.net/publication/356776643>
6. [Electronic resource] - Mode of access: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Starlink>
7. Alexander Freund How Starlink works and why it is controversial ." [Electronic resource] - Mode of access: <https://www.dw.com/uk/ak-pracue-starlink-i-comu-vin-viklikae-superecki/a-63446839>
8. Nadia Balovsiak Unreliable connection. How the Starlink monopoly becomes a risk for Ukraine [Electronic resource] - Mode of access: <https://tyzhden.ua/nenadijnyj-zv-iazok-iak-monopoliiia-starlink-staie-ryzykom-dlia-ukrainy/>
9. Max Polyakov The future of Starlink: hidden military potential [Electronic resource] - Mode of access: <https://expedicia.org/maybutnie-starlink-prikhovaniy-viyskoviy-pot/>
10. Valeriy Ulyanenko The new service will work wherever you can see the sky [Electronic resource] - Mode of access: <https://glavcom.ua/techno/telecom/spacex-zapustit-suputnikovij-zvjazok-starlink-dlja-smartfoniv-962254.html>

Tyunder I.S. Problems of using STARLINK in Ukraine under the conditions of marital state

The article examines the problems and prospects of the STARLINK satellite communication project, as well as the application of STARLINK in Ukraine.

Satellite Internet - a method of providing access to the Internet using satellite communication technologies.

Global coverage of the Earth with inexpensive high-speed Internet access will create new opportunities in the fields of education, transport, tourism, and construction. Elon Musk's company SpaceX has become one of the

most influential in the field of space technologies and discoveries. The most successful project of Mask's company - Starlink - received wide recognition and opened up new opportunities for providing access to high-speed Internet, in particular, in the conditions of hostilities in Ukraine. It is widely used by the Armed Forces of Ukraine, de-occupied communities, journalists, and not only. [1]

SpaceX opened pre-orders for Starlink satellite internet in February 2021 for the first countries - the USA, Canada and Great Britain. For Ukraine, access to it was planned for 2022. However, the Russian attack significantly accelerated this process.

It is noted that with the expected growth of the Starlink network, which will consist of 42,000 satellites, it will become crowded in orbit very quickly. This will pose a threat to other satellites and also interfere with astronomical observations from the Earth.

Already, Starlink satellites are responsible for most of the incidents with the threat of collision with other satellites.

Also a problem is the relatively short life of the Starlink satellites, which last only about five years.

Attention was drawn to the fact that Starlink has difficulties with maintenance and service, the inability to change the owner's account data, which is regularly

reported not only by Ukrainians, but also by users from other countries. Soldiers of the Ukrainian Armed Forces tell "The Week" about other difficulties in the operation of the terminals, including limited mobility (possibility of using them not at the first connection point). This often led to the fact that many Starlink terminals, in particular those received by the Ukrainian Defense Forces, turned into scrap: they cannot be used for their intended purpose in the right place. Apart from the problems of the STARLINK project, the implementation of the Starlink network in Ukraine is expected to be a big step forward in bridging the digital divide and bringing the country closer to achieving full Internet access. This project promises to be a boon for the people of Ukraine and will serve as an example of how technology improves life.

Keywords: Internet, satellite communication, SpaceX, STARLINK, Ukraine, Armed Forces of Ukraine.

Тюндер І.С. – старший викладач кафедри «Електронних апаратів» Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, e-mail: irina.tunder@gmail.com

Стаття подана 15.10.2023.