

Starlink і ВІЙНА



Низькоорбітальний супутниковий Інтернет — це вже не просто цікаві й дещо екзотичні проєкти, а технологія, що змінює правила гри.

Коли у перший день широкомасштабного вторгнення російські хакери вивели з ладу супутниковий Інтернет в Україні, на допомогу прийшов Ілон Маск, надіславши термінали Starlink. Це обладнання знайшло застосування і у цивільних, і у військових цілях, з його допомогою було швидко відновлено зв'язок на звільнених територіях. Те, як Starlink встояв проти російських атак і спроб глушіння, справило враження навіть на Пентагон.

Інший супутниковий оператор, OneWeb, через війну залишився без запусків, які здійснювались ракетами «Союз», але знайшов альтернативу і готується до поновлення розгортання свого сузір'я. Ймовірно, цього року полетять перші тестові супутники проєкту «Койпер» від Amazon.

Традиційно «МТБ» розглядає, які події відбулись за рік у світі низькоорбітального супутниковий Інтернету і чого чекати найближчим часом.

Starlink-революція в Україні

Starlink в Україні, безперечно, стане однією з легенд цієї війни. За кілька годин до російського нападу кремлівські хакери здійснили потужну атаку, знищивши супутникові термінали оператора Viasat. Метою нападу було порушити українські структури командування та управління під час вторгнення, зазначив згодом держсекретар США Ентоні Блінкен за результатами розслідування.

26 лютого Міністр цифрової трансформації України Михайло Федоров написав у Твіттері: «Ілоне Маску, поки ти колонізуєш

Марс, Росія намагається окупувати Україну! У той час, як твої ракети успішно повертаються з космосу, російські ракети атакують цивільних українців! Ми просимо тебе надати Україні станції Starlink і закликати нормальних росіян повстати».

Відповідь Маска надійшла наступного дня і була лаконічною: «Сервіс Starlink тепер активний в Україні. Нові термінали вже в дорозі» (рис. 1). Дійсно, вже невдовзі пан Федорів показував, знову ж таки у Твіттері, першу партію коробок з терміналами Starlink.

Як згодом з'ясувалося, насправді SpaceX вже на той час півтора місяці працювала над отриманням дозволу на роботу в Україні. Про це, зокрема, писав сайт SpaceNews.com з посиланням на президентку SpaceX Гвінн Шотвелл. Компанія очікувала на лист зі згодою на приземлення сигналу, але він так і не надійшов через початок бойових дій. «Але потім вони написали твіт, — сказала Шотвелл. — Це й був наш дозвіл».

«Вторгнення сталося у четвер, і наступного дня Ілон зібрав нараду і сказав: «Я хочу запустити Starlink в Україні», — розповів виданню Politico посадовець з підрозділу оборонних інновацій американського Міноборони. — У неділю зв'язок вже працював. У понеділок в Україну прибули 500 наземних терміналів. У середу того ж тижня усі вони, окрім 25, вже працювали і передавали дані».

Окрім терміналів, в Україну вирушили генератори, сонячні панелі і акумуляторні батареї Tesla Powerwall. Оновлення ПО зменшило енергоспоживання терміналів, щоб їх можна було жити від автомобільного прикурювача, для чого було



Рис. 1 Той самий твіт Федорова і відповідь Маска. Саме цей скріншот узято для ілюстрації, бо на ньому видно швидкість, з якою було прийнято рішення

передано відповідні адаптери, а також було активовано мобільний роумінг, завдяки чому фазована антена може тримати сигнал під час руху автомобіля — наразі в решті світу ця функція ще не працює.

Вже в перші дні стало зрозуміло, що йдеться не про разову акцію з елементами піару, а саме про масову допомогу. Агенція США з міжнародного розвитку (USAID) ще у березні оплатила доставку 5 тис. терміналів у Польщу, також купивши частину з них (решту SpaceX надала безкоштовно). Повідомлялося про постачання з Польщі та Франції, якусь частину возили волонтери (зокрема, «Фонд Сергія Притули»). Politico з посиланням на двох європейських посадовців також повідомляє, що Франція і Польща надавали логістичну підтримку, в тому числі «останню милю доставки обладнання до України».

5 червня Ілон Маск оприлюднив у Twitter маленьке відео про успіхи і плани SpaceX; там було, серед іншого, зазначено, що в Україну відправлено 15 тис. терміналів. Для контексту: 19 травня SpaceX повідомила американському телеком-регулятору FCC, що у світі налічується понад 400 тис. абонентів Starlink. Пан Федорів 2 травня писав, посилаючись на дані компанії Arptoria, що сервісом користуються щодня близько 150 тис. українців.

Наразі на мапі доступності сервісу на сайті Starlink Україна позначена «У списку очікування», тобто абонентську ємність для країни вичерпано. Це, вочевидь, пов'язано з унікальністю ситуації, адже Starlink поки прийшов в Україну у вигляді гуманітарної допомоги — слід так розуміти, що абонентну плату SpaceX з нас не бере. Але кроки до початку нормальної роботи компанії Ілона Маска в Україні робляться. Ще в квітні було відкрито представництво SpaceX — компанія Starlink Ukraine, а 9 червня вона отримала ліцензію оператора. Також Мінцифри має плани після війни побудувати в Україні наземну станцію. Найближча до нас знаходиться в Польщі — зараз це зручно, бо росіяни не можуть її розбомбити, але заміри через Ookla Speedtest показали, що якість інтернету від Starlink на сході України гірша, ніж на заході.

Супутник замість кабелю

SpaceX вже й раніше приходила на допомогу регіонам, що зазнавали руйнувань, але від стихійних лих. У грудні минулого року компанія надала 20 пристроїв Starlink для територій штату Кентуккі, які постраждали від торнадо. У січні вже цього року через виверження вулкану на одному з островів Королівства Тонга було обірвано волоконно-оптичний кабель, який з'єднував країну з населенням у 105 тис. людей із зовнішнім світом. SpaceX змонтувала наземну станцію на сусідньому Фіджі і безкоштовно передала уряду Тонга 50 терміналів Starlink (втім, на той час, коли термінали прибули, кабель вже було відновлено, тож обладнання відправили на інші острови).

Звісно, український «проект» є набагато масштабнішим, а водночас Україна стала таким собі полігоном, де увесь світ може побачити, як Starlink забезпечує зв'язок в умовах великої континентальної війни.

Спочатку йшлося про те, що термінали Starlink використовуватимуться насамперед для об'єктів критичної інфраструктури, лікарень тощо, а також для потреб військових. Повідомлялося про те, що супутникові термінали встановлювалися для резервування Інтернет-підключень — зокрема, серед перших їх отримала Одеса. Також Starlink було надано місцевим технологічним компаніям, які переїздили в інші регіони. Олександр Борняков, заступник міністра цифрової трансформації, у квітневому відеоінтерв'ю Washington Post розповів, що термінали роздавали підприємствам у містах, де поблизу є російські війська. Тим, хто «бажає займатися бізнесом, і цей бізнес є міжнародним або потребує миттєвого зв'язку», сказав він.

Після того, як росіяни забралися з північних регіонів, мобільні оператори почали використовувати обладнання Starlink для відновлення зв'язку. Вже в перших числах квітня станцію встановила компанія «**Vodafone Україна**» поблизу Ірпеня і Романівки, і це був перший приклад в Україні (другий у світі), коли робота частини мережі мобільного оператора організована за допомогою супутникової технології Starlink. Костянтин Науменко, начальник департаменту планування та розвитку мережі «Vodafone Україна», розповів виданню Wired.com, що першим чином жителі почали дзвонити родичам, аби повідомити, що з ними все гаразд.

Wired має ще одну історію, про «**Київстар**»: цей оператор використовував пересувні базові станції, підключені до Starlink. Першого квітня було звільнено Бородянку, і вже наступного ранку «Київстар» привіз туди свою станцію. За словами технічного директора Володимира Лутченка, оператор розгортав це рішення ще в кількох місцях. Хоча базова станція з підключенням по Starlink не може працювати на тій же швидкості, яку забезпечує оптичний кабель, цього все ж достатньо для підтримки телефонії і мобільного передавання даних.

Мінцифри також надавало комплекти Starlink місцевим провайдерам для відновлення Інтернет-доступу; вже 5 квітня Михайло Федорів написав про працівника компанії

HomeNet, який пробрився повз заміновані дороги до щойно звільненого селища Любеч Чернігівської області, щоб знову зв'язати його зі світом (рис. 2)



Рис. 2 Технік провайдера HomeNet встановлює станцію Starlink у Любечі (з твіта Михайла Федорова). Тут не «тарілка», а термінал нового зразка — прямокутний.

NBC News з посиланням на Андрія Набока, керівника експертної групи з розвитку фіксованого Інтернету Мінцифри, повідомляла, що станом на початок травня було передано близько 200 приймачів.

Прагнучи якнайшвидше відновити зв'язок у звільнених селах, компанії мусили використовувати Starlink геть не так, як він був розрахований. Дмитро Зінчук, директор з розвитку та експлуатації мережі провайдера **Freenet**, повідомив NBC, що до одного терміналу вони підключили понад 150 користувачів. «Це не ідеальний Інтернет, — сказав пан Зінчук. — Але коли доступу взагалі немає, то Starlink — це просто порятунок для людей, які не мали доступу впродовж багатьох тижнів».

У Чернігівській області, пише Wired з посиланням знову-таки на Михайла Федорова, було знищено 10 км кабелю, через що без Інтернету залишилося 400 користувачів у кількох селах. Місцевий оператор зміг підключити їх усіх за допомогою єдиного терміналу Starlink. У Баришевському районі місцевий провайдер, встановивши один термінал, відновив зв'язок у 5 селах, написав пан Федоров у Twitter.

19 квітня Держспецзв'язку оголосило, що працює над «унормуванням» використання технології Starlink в Україні — мовляв, її масове використання може частково впливати на роботу радіорелейного обладнання українських військових. Проблема була пов'язана з новизною технології і потребувала розрахунків і досліджень, після чого громадяни і бізнес отримали б можливість користуватися супутниковим Інтернетом. Однак вже наступного дня голова Держспецзв'язку Юрій Щиголь повідомив, що на період дії воєнного стану користуватися Starlink можуть всі охочі.

Starlink на війні

Водночас супутниковий сервіс виявився незамінним для ЗСУ та інших Сил оборони. Термінали Starlink успішно замінили модеми Viasat, які було виведено з ладу російською кібератакою.

Скільки саме терміналів Starlink в армії, достеменно не відомо. Михайло Федоров розповів Wired, що більшість пристроїв використовуються для цивільних потреб. Але термінали застосовуються українськими військовими на передовій.

Ще на початку облоги Маріуполя туди було доставлено Starlink. Завдяки цьому захисники міста залишалися на зв'язку навіть в повній ізоляції — щоденні звернення їхніх командирів ми могли бачити саме завдяки супутниковому Інтернету.

У березні видання The Times of London писало про те, як підрозділ «Аеророзвідка» використовує систему Starlink для передавання даних про виявлені цілі. Завдяки цьому оператори дронів можуть не боятися зникнення Інтернету або електрики, які часто трапляються в країні. «Якщо ми вночі використовуємо дрон з нічним баченням, ми повинні зв'язатися через Starlink з артилерією і передати координати цілі», — розповів газеті керівник «Аеророзвідки».

Оглядач Трент Теленко, у минулому працівник американського департаменту оборони, написав у Твіттері тред, присвячений українській системі управління артилерією «ГІС «Арта» (або ж «Кропива»). Ця система, розроблена волонтерами кілька років тому, дозволяє командуванню передавати цілі найближчим батареям, безпілотникам та мобільним групам, а також забезпечує ведення вогню таким чином, щоб ускладнити супротивнику контрбатарейну боротьбу. При цьому час від виявлення цілі до її ураження може становити 30 секунд. Starlink у даному разі успішно замінив супутниковий зв'язок Viasat. Також повідомлялося, що термінали Starlink отримали українські розвідники для виконання спеціальних завдань.

Зі свого боку, для SpaceX ця операція стала потужною демонстрацією застосування Starlink на полі бою. Компанія змогла швидко зібрати і доправити у воюючу країну (чи принаймні до її кордонів) великі партії обладнання. Коли росіяни спробували глушити Starlink, інженери SpaceX швидко створили і розіслали патч, який дозволив нейтралізувати ці впливи.

Супутникові термінали випромінюють енергію і можуть стати цілями для ворога, про що попереджав і сам Маск. З іншого боку, наразі нема інформації про те, що росіяни наводяться на Starlink. Віктор Жора, заступник глави Держспецзв'язку, на одній з прес-конференцій казав, що декілька пристроїв Starlink були пошкоджені російською артилерією, хоча не зрозуміло, чи саме вони були цілями обстрілів, повідомляє NBC News.

Робота SpaceX справила сильне враження на американське військово-керівництво. Під час слухань на сенатському комітеті зі збройних сил, що відбулися 8 березня, сенатор Тім Кейн зауважив, що здатність Starlink забезпечувати зв'язок в Україні з космосу є «позитивною новиною» і прикладом того, як «приватні гравці заходять у середовище, де ведеться боротьба».

Успіхи Starlink справили враження і на Китай. Видання South China Morning Post писало про статтю вчених Пекінського інституту моніторингу і телекомунікацій, де йшлося про те, що завдяки Starlink американські дрони і винищувачі можуть

збільшити швидкість передавання даних у 100 разів. На додачу самі супутники обладнані іонними двигунами і в разі чого можуть швидко зманеврувати і атакувати цінні цілі в космосі. Тому Китаю потрібно створити протисупутникові засоби, у тому числі систему спостереження безпрецедентного масштабу і чутливості, здатну стежити за кожним супутником Starlink. Оскільки ж Starlink використовує децентралізовану архітектуру, її треба атакувати саме як систему, для чого знадобляться дешеві і високоефективні засоби, зазначають дослідники, не наводячи подробиць.

Starlink зростає далі

Між тим SpaceX продовжує збільшувати угруповання — «робоча конячка» Falcon 9 методично тягає на орбіту партії супутників Starlink, при цьому час від часу встановлюючи рекорди повторного використання першого ступеня. Останній на час написання статті запуск, який відбувся 17 червня, став 13-м для того конкретного бустера (як тобі таке, Ілоне Маску?).

Мегасупер'я складатиметься з п'ятьох шарів, які разом налічуватимуть 4406 КА і забезпечать покриття всієї поверхні Земної кулі. Перший шар було закінчено торік, хоча кілька десятків КА вже зійшли з орбіти. За даними трекера [Satellitemap.space](https://satellitemap.space), станом на 6 липня було запуснено 2654 супутники, з них 2079 працюють, 222 зійшли з орбіти. Також компанія має 115 наземних станцій. Як зазначалося, абонентська база вже перевищила 400 тис. і швидко зростає (ще у березні було 250 тис., а у січні — 145 тис. як індивідуальних, так і корпоративних користувачів).

Наразі, згідно з мапою доступності, Starlink активований у Північній Америці, Європі, Австралії й Новій Зеландії, а також частково у Південній Америці — в Чилі і на сході Бразилії (рис. 3). Згідно з травневою презентацією SpaceX, сервіс доступний у 36 країнах. Водночас, за останніми даними **Cloudflare**, 53,5% користувачів припадає на США, 23,4% — на Канаду, 6,5% на Австралію і майже 4% на Великобританію. На решту світу за межами цих регіонів припадає десь 3% абонентської бази. Почасти це пов'язано з тим, що SpaceX лише відносно недавно почала продажі за межами США, почасті з діями місцевих

регуляторів. Зокрема, в Індії, куди SpaceX планувала поставити до кінця року 200 тис. терміналів, компанія повернула гроші за передзамовлення через неможливість вчасно отримати ліцензію. Експерти звертають увагу на те, що група Bharti, яка володіє найбільшим в Індії телеком-оператором Airtel, є співвласником конкуруючого проекту OneWeb. З невідомих причин запуск сервісу в ПАР перенесено з 2022 на 2023 рік.

SpaceX працює на масовому ринку, однак активно шукає і корпоративних клієнтів, а також бере участь у державних закупівлях. Так, у травні компанія отримала замовлення на підключення 10 тис. домогосподарств у віддалених районах Квебеку. Тоді ж особисто Маск повідомив про запуск проєкту підключення 19 тис. шкіл у сільських районах Бразилії і моніторингу Амазонії. З іншого боку, є питання щодо спроможності SpaceX виконати зобов'язання за виграним торік тендером на підключення сільської Америки: компанія обіцяла швидкості 100/20 Мбіт/с, а за останніми замірами Ookla по світу вони приблизно дорівнюють 90/10 Мбіт/с.

А ось ще свіжі новини: американська туристична компанія Royal Caribbean зацікавилась супутниковим Інтернетом Starlink, і в червні першу партію тарілок було встановлено на круїзному лайнері Freedom of the Seas (рис. 4).

Технологічно Starlink теж розвивається. У листопаді 2021 року представлено оновлений термінал, який, на відміну від першого покоління, має не круглу, а прямокутну антену. Він тонший і легший за попередника, а також простіший конструктивно і має вбудований маршрутизатор Wi-Fi. На додачу з'явилися нові кріплення для монтажу тарілок на стіни і дахи. (Україна отримала термінали обох поколінь).

Ще одна новація є давно очікуваною. Коли один користувач написав Маскові, що бразильці, які намагаються грати в відеоігри на північноамериканських серверах, мають пінг у 100 мс, бізнесмен відповів, що до кінця року запрацюють міжсупутникові лазерні зв'язки, а це «драматично» скоротить затримку. «У вакуумі чи в повітрі світло рухається приблизно на 40% швидше, ніж по волоконно-оптичних кабелях, а до того ж маршрут через супутники коротший (кабелі прокладені вздовж узбереж)», — написав Маск.

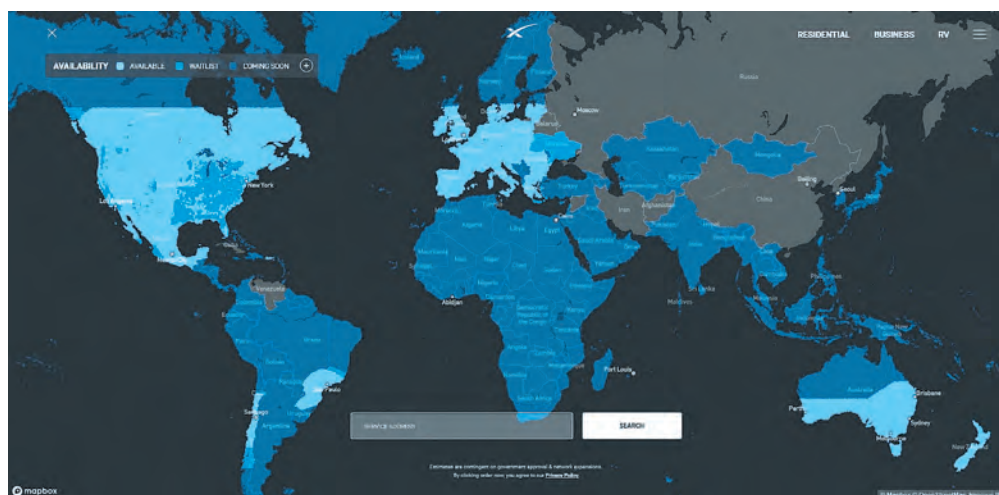


Рис. 3 Карта доступності Starlink станом на середину червня



Рис. 4 «Тарілки» Starlink на круїзному лайнері Freedom OTС

У лютому було представлено сервіс Starlink Premium, у якому комплект обладнання, що включає тарілку, маршрутизатор і триногу, коштує \$2500 (порівняно з \$499 у базовому), а щомісячна абонплата — \$500 (проти \$110). Швидкість у напрямі до користувача становитиме 150–500 Мбіт/с, тоді як максимально доступна у стандартному пакеті — 150 Мбіт/с. Пропозиція розрахована на малі офіси, магазини роздрібної торгівлі і «супер-користувачів». Окрім того, Starlink Premium має забезпечувати кращу якість зв'язку за екстремальних погодних умов.

А в червні SpaceX представила термінал для літаків. Обладнання забезпечує швидкості передавання 500 Мбіт/с до абонентів і 40–50 Мбіт/с, споживаючи 400 Вт. Повідомляється, що рішення вже замовили дві авіакомпанії: Hawaiian Airlines та JSX.

Також SpaceX повідомила про вдосконалення механізму уникнення зіткнень на орбіті. По-перше, тепер компанія отримує дані про зближення супутників від двох провайдерів, а не від одного. По-друге, окрім маневрування, супутники Starlink тепер можуть керувати своєю орієнтацією, що має зменшити ризик зіткнення принаймні на порядок. Буквально коли готувався матеріал, сайт Space.com повідомив, що NASA і SpaceX мають намір випробувати стратегії уникнення зіткнень між автономними супутниками. Для цього агенція планує залучити власне угруповання кубсатів під назвою, знезацька, Starling. Супутники будуть повідомляти про своє положення наземним системам, де програма визначатиме ризик зіткнення і попереджатиме про нього супутники. КА плануватимуть маневри самостійно, але перед здійсненням отримуватимуть дозвіл з Землі. У майбутньому це відбуватиметься без участі людини.

Два роки тому SpaceX подала до американського регулятора зв'язку — FCC заявку щодо «другого покоління» Starlink, яке має налічувати 30 тис. супутників. Але ці плани безпосередньо залежать від готовності нової транспортної системи Starship, тож торік компанія навіть розглядала альтернативний сценарій розгортання системи, який базується на Falcon 9.

Наприкінці минулого року комісія направила SpaceX уточнюючі питання, і у січні SpaceX надіслала відповіді, з яких стали більш зрозумілі актуальні (на той момент) плани. По-перше, компанія вирішила таки повністю покластися на Starship, зазначивши, що розробка системи досягла стадії, яка дозволяє повністю сконцентруватись на першому варіанті. При цьому компанія має намір підтримувати одночасно роботу сузір'їв обох поколінь, власне, так саме, як це роблять наземні оператори стільникового зв'язку.

На відміну від Falcon 9, який виводить супутники на проміжну орбіту, звідки ті своїм ходом дістаються робочої, Starship буде виводити їх «прямо на позицію» («direct to station»). Це не означає, що супутники одразу опиняться на потрібній висоті — нижчі орбіти, як і раніше, забезпечуватимуть природне самознищення несправних КА, — але тепер їм буде потрібно менше маневрувати після виведення. Водночас апарати другого покоління матимуть таку саму, якщо не вищу надійність.

У вже згаданому відео від 5 червня про успіхи і плани SpaceX було показано, як Starship виводить супутники на орбіту (рис. 5) — інтернет-експерти нарахували 57 КА розміром приблизно 7×2,1 м кожен, тобто кількісно так само, як зараз на Falcon 9, але супутники другого покоління набагато більші і важчі.

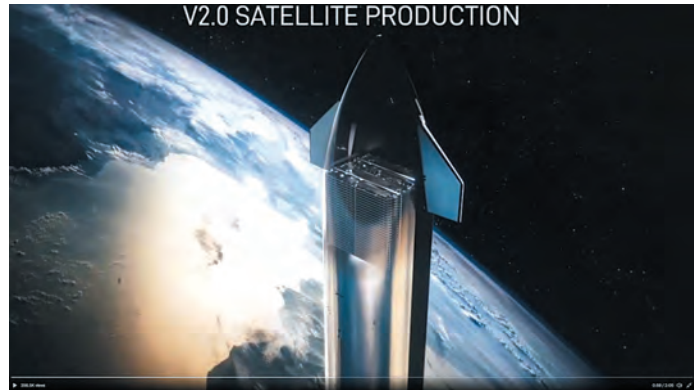


Рис. 5 Супутники Starlink V2.0 всередині Starship

Та коли Starship насправді полетить, наразі нема ясності. SpaceX лише у червні отримала висновок екологічної експертизи, який відкриває шлях до надання компанії дозволу на польоту з району селища Бака-Чіка, штат Техас. Понад те, не зовсім ясно, у якому стані готовності сам корабель. Маск писав, що Starship буде готовий до польоту наступного місяця (себто у липні), а наступна пара «бустер-корабель» — у серпні, і так далі щомісяця. Явище, відоме як «Elon time», давно відоме, але зрештою колись корабель таки полетить — імовірно, навіть до кінця року, — і обкатувати його будуть саме запускаючи Starlink.

OneWeb знову на паузі

Для головного наразі конкуруючого проекту, **OneWeb**, російсько-українська війна стала черговим ударом. Нагадаємо: цей британський консорціум у 2020 році збанкрутував через пандемію і був викуплений на рівних паях урядом Великобританії та індійським холдингом **Bharti** (пізніше до них доєднався французький **Eutelsat**). Після цього OneWeb поновив розгортання свого угруповання з 648 супутників, і на момент вторгнення РФ в Україну їх було виведено вже 428. Супутниковий сервіс наразі доступний вище 50-ї паралелі.

OneWeb, як відомо, послуговувався ракетами «Союз», за-контракованими через Arianspace, і коли Захід увів санкції проти російської авіакосмічної галузі, глава «Роскосмосу» Дмитрій Рогозін висунув дві вимоги для продовження співпраці. По-перше, OneWeb повинен був гарантувати, що його супутники не будуть використовуватися для військових цілей. По-друге, британський уряд мусив відмовитися від своєї частки у проекті. Звісно, обидві були відкинуті, і черговий запуск, який планувався на 4 березня, так і не відбувся. (Згодом росіяни заявили, що OneWeb усе одно припинив би з ними співпрацю, тож вони зробили це першими).

Після цього у OneWeb залишалося дуже мало варіантів, тому що останні запуски власної ракети Arianspace Ariane

5 вже законтрактовані, а Ariane 6 полетить лише наступного року. OneWeb мав договір з індійською космічною агенцією ISRO, але її можливості не надто великі. В такій безвиході OneWeb звернувся... до SpaceX.

Обидві компанії є не зовсім прямими конкурентами, тому що OneWeb не працює на масовому ринку, але вони борються за державні контракти (втім, важко сказати, чи була б можливою така оборудка за правління засновника OneWeb Грега Вайлера, який не у кращих стосунках з Ілоном Маском). Перший запуск на Falcon 9 запланований на кінець року. Оскільки ж партія з 36 супутників застрягла на Байконурі, OneWeb був змушений пришвидшити виробництво, щоб компенсувати цю втрату.

Втім, у квітні OneWeb також уклав договір з компанією New Space India, комерційною структурою ISRO. Подорожчак наразі немає, але запуски плануються теж до кінця 2022 року. Наприкінці червня стало відомо про угоду вартістю понад \$1,2 млрд з компанією Relativity Space, планується, що її багаторазова ракета Terran R, яка збиратиметься на 3D-принтері, з 2025 року почне виводити супутники другого покоління, принаймні частину (усього їх має бути 7 тис.).

14 червня прийшла новина про ще одну несподівану угоду між SpaceX і OneWeb: компанії спрямували до FCC спільного листа, у якому повідомили про домовленість щодо використання радіочастот. Компанії попросили регулятора ігнорувати усі претензії, які вони подавали один до одного. Раніше вони затяго конкурували за розподіл РЧР; сайт Quartz з посиланням на кількох анонімних експертів пише, що угода була обумовлена спільними побоюваннями щодо проекту Kuiper від Amazon, а також нинішньою залежністю OneWeb від SpaceX. Також обом це відкриє шлях до схвалення регулятором наступного покоління супутників і пришвидшить розгортання сузір'їв. Це означатиме, навпаки, що коли Kuiper запрацює десь у 2026 році, то вже він муситиме якось координуватися з обома компаніями, а конкурувати йому буде ще складніше.

Проблеми, з якими зіткнувся OneWeb, не заважають йому далі просувати свій сервіс. Компанія використовує Аляску як тестовий полігон і має також договори з телекомунікаційними гігантами **BT** і **AT&T**. В Австралії місцевий гігант Telstra будує три наземні станції для обслуговування Південної півкулі.

Щодо інших партнерів, то здебільшого йдеться про меморандуми щодо взаєморозуміння та дистриб'юторські контракти. У травні консорціум підписав документ з Telefónica Global Solutions — підрозділом глобальної телекомунікаційної компанії **Telefónica** — щодо покращення послуг зв'язку в Європі і на Американському континенті. Ще один було підписано з космічною агенцією Узбекистану — **Uzbespace**. Також меморандум підписано з Venya Group, яка стає дистриб'ютором OneWeb у регіоні Близького Сходу і Східної Африки, а угода з компанією **Navarino**, яка спеціалізується на IT-рішеннях для суден, дозволить надавати послуги операторам комерційних морських перевезень. Також укладено угоди з кількома IT-компаніями, які обслуговують авіацію.

Спільно з американською компанією **Stellar Blu Solutions** було розроблено термінал для цивільної авіації (рис. 6). У середині червня OneWeb повідомив про його успішне випробування на борту авіалайнера Boeing 777: було продемонстровано швидкість передавання даних до абонента 260 Мбіт/с і 40 Мбіт/с у зворотному напрямі, затримка була меншою за 10 мс.

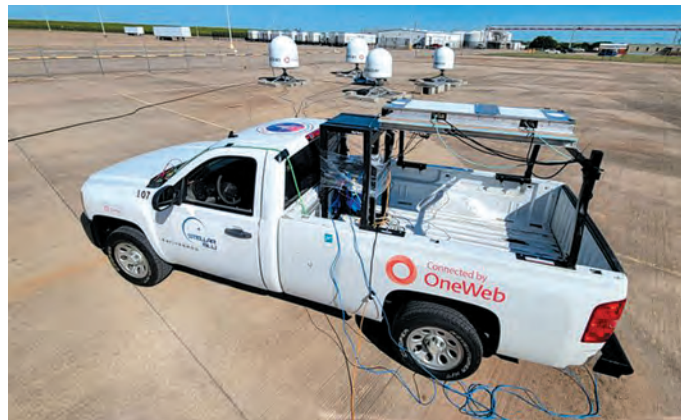


Рис. 6 Наземне тестування авіаційного терміналу OneWeb/Stellar Blue

Amazon та інші

Project Kuiper від **Amazon** вважається останнім учасником майбутньої «великої трійки» низькоорбітального Інтернету. Компанія планує інвестувати в цей проєкт \$10 млрд і збудувати 3236, з яких половину має вивести в космос до середини 2026 року, а решту — до середини 2029-го. Наприкінці минулого року Amazon подав до FCC план щодо запуску ще 4500 КА.

У листопаді минулого року Amazon оголосив, що перші два супутники, KuiperSat-1 і -2, запустять в 4 кварталі 2022 року ракетою RS1 компанії ABL Space Systems (цей каліфорнійський стартап розробляє носій, який зможе виводити на низьку орбіту вантаж у 1350 кг). Супутники міститимуть більшість підсистем, які мають бути у робочих КА, зокрема фазову решітку і параболічну антену, рушійну і енергетичну установки, а також спеціалізовані модеми. Під час випробувань будуть використовувати прототип «недорогого» терміналу. Один з супутників оснастять козирком, щоб перевірити, як він зменшує відбиття світла, яке заважає астрономам (цікаво, що SpaceX від козирків між тим відмовилася). По завершенні місії супутники будуть зведені з орбіти і згорять в атмосфері.

5 квітня Amazon оголосив про масштабну угоду з трьома компаніями щодо 83 запуску супутників Kuiper на додачу до 9 місій ракети Atlas V, замовлених торік. Отже, Amazon купує 38 рейсів ракети Vulcan від ULA, 18 рейсів Ariane 6 від Arianespace і 12 рейсів New Glenn від Blue Origin — компанії, яку створив засновник Amazon Джефф Безос. Є маленька деталь: жодна з ракет поки не літає, при цьому Vulcan залежить від двигунів, що їх розробляє Blue Origin.

Інших новин про Kuiper поки мало. Пік тому сайт GeekWire повідомив, що Facebook перевів близько десятка своїх фахівців з бездротового Інтернету для роботи над Kuiper.

Amazon, по суті, винайняв потрібних спеціалістів. У жовтні американський телеком-гігант **Verizon** уклав з OneWeb угоду, подібну до тієї, яку має AT&T з OneWeb, тобто супутниковий оператор забезпечить транспорт мобільного трафіку, а також покриття у сільських і важкодоступних районах. Днями прийшла новина, що Verizon і Kuiper тестуватимуть можливості супутників для надання послуг IoT і 5G.

Канадський оператор **Telesat** був змушений скоротити своє заплановане сузір'я Lightspeed з 298 до 198 супутників плюс 10 резервних. Про це повідомив 6 травня президент компанії в доповіді для інвесторів. Причина в тому, що компанія Thales, у якої замовлено виробництво КА, зіткнулась з проблемами постачання через пандемію, на що також накралась інфляція. В результаті Lightspeed зможе забезпечувати глобальну пропускну здатність на рівні 10 Тбіт/с замість 15 Тбіт/с, які планувалися раніше. Про плани початку розгортання цього урізаного сузір'я, яке коштуватиме ті самі \$5 млрд, які початково закладалися, наразі не відомо, але наземні станції почнуть будувати наступної весни.

Алло, це супутник?

Є новини від компанії **Lyng Global**, яка прагне забезпечити супутниковий зв'язок без використання жодних спеціальних терміналів чи модемів. Lyng планує продавати свої послуги мобільним операторам, які таким чином зможуть забезпечувати певний сервіс у віддалених і важкодоступних районах. Наразі Lyng має угоди з операторами сімох карибських і тихоокеанських держав, а також з компаніями ЦАР і Монголії.

Торік компанія, приєднавшись до одного з колективних запусків на Falcon 9, вивела на орбіту свій супутник Shannon розмірами 1×1 м. Після кількох тестів Lyng заявив, що до супутника змогли підключитися «сотні» мобільних телефонів

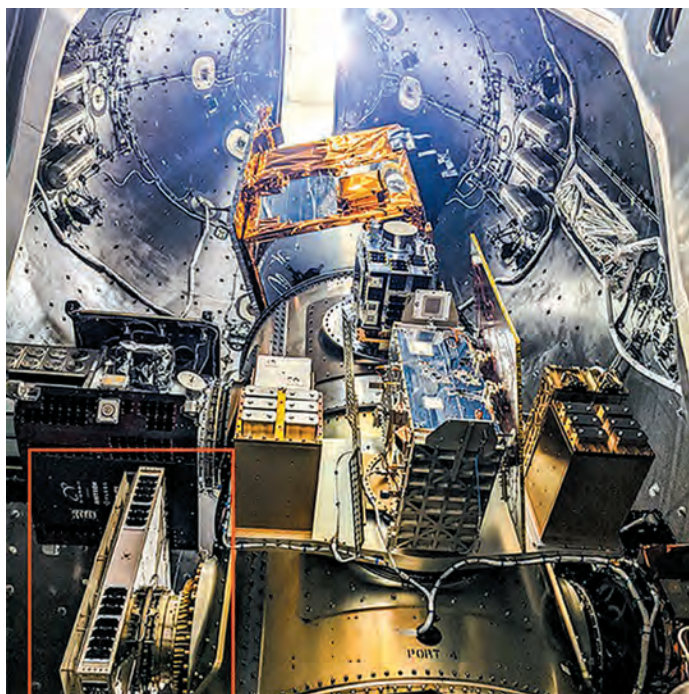


Рис. 7 Супутник Lyng Tower 1 у збірці космічних апаратів різних компаній перед запуском ракетою Falcon 9

у США, Великобританії і на Фолклендських островах. Вже в лютому цього року компанія повідомила про результати більш масштабних випробувань, які проводились на Багамах, у Канаді, Новій Зеландії, США та Великобританії. До супутника змогли підключитись близько 6 тис. різних пристроїв: смартфони, планшети, IoT-обладнання, автомобілі і навіть трактори.

Один супутник забезпечує зв'язок впродовж кількох хвилин на день у смузі шириною кілька градусів. За словами Міллера, 10 КА, розташованих на висоті 500 км, покрийть більшість території планети і забезпечать підключення у кілька годин на день. На 2023 рік компанія планує мати на орбіті 100 супутників, що дасть зв'язок кожні 10–15 хвилин. Для неперервного покриття знадобляться 1500 апаратів. На перших порах мова йде лише про текстові повідомлення — чого, втім, достатньо, щоб викликати рятувальників або попередити про небезпеку, — проте зрештою пропускну здатність дозволить вести мову про швидкісний Інтернет.

У квітні цього року Lyng запустив уже робочий супутник — Lyng Tower 1 (рис. 7), який став першою «базовою станцією в космосі». Таким чином, розгортання сузір'я почалося.

Конкурент Lyng, компанія **AST SpaceMobile**, після тривалих затримок готується відправити в космос свій новий тестовий сателіт BlueWalker 3. Компанія вже отримала від FCC дозвіл на експлуатацію цього прототипу в Техасі і на Гаваях. У серпні ракета Falcon 9 має вивести апарат масою в півтори тони на орбіту, де він розгорне фазовану антенну решітку площею 64 м².

Незалежно від випробувань компанія збирається почати виведення робочих супутників під назвою BlueBird у 2023 році. До кінця планується мати на орбіті угруповання з 110 КА. Окрім Vodafone, який виступив інвестором з самого початку, AST SpaceMobile вже має меморандуми про взаєморозуміння з телеком-групою **Orange**, яка обслуговує понад 220 млн користувачів у світі, і з філіппінським оператором **Globe Telecom**.

Можливо, на цьому поки ще не ринку з'явиться і третій гравець. **SES Astra**, глобальний супутниковий оператор, обмірковує можливість надання послуг 5G безпосередньо на смартфони. Уряд Люксембургу передав SES частоти для сузір'я Cleosat, яке так і було створене. Частоти, що важливо, придатні для використання у 5G. «SES подав цю заявку урядові Люксембургу, тому що розуміє потенціал прямого 5G-зв'язку «супутник-термінал» для найближчих років», — написала представниця оператора, хоча й додала, що компанія поки не ухвалила рішення щодо інвестування в цю технологію.

Якщо ж супутниковий зв'язок безпосередньо з телефону все ще здається якоюсь чудернацькою химерою, то згадаймо, що ще кілька років тому і до низькоорбітального Інтернету ставлення було не надто серйозним. Можливо, міне так само кілька років, і «супутник у смартфоні» стане такою ж буденністю.

Василь ТКАЧЕНКО, МТБ