

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОЕКТУ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ STARLINK В УКРАЇНІ

¹Ільченко М., ²Kulikov Є., ¹Кириндась Н., ¹Лісовський К.,
³Субботський Д., ¹Живков О.

¹*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

²*Технічний директор компанії «Сатлайн» (2002-2007)*

³*Інженер компанії «Інфоком-СК» (1990-1995)*

E-mail: lisovskyi.kostiantyn@lil.kpi.ua, n.kyryndas-2027@kpi.ua

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE STARLINK SATELLITE COMMUNICATION PROJECT IN UKRAINE

The report considers the technical parameters of the STARLINK satellite communication project and the prospects for its implementation and development in Ukraine. It is noted that with the expected growth of the satellite constellation in 2021 to 1000-2000 satellites, the STARLINK service will be available in Ukraine no earlier than 2022. In addition to the technical parameters of the project, much attention is paid to the organizational and legal problems associated with the licensing of similar projects in Ukraine.

В даний час, відомі кілька проектів організації мереж доступу в інтернет за допомогою так званих «низькоорбітальних» супутникових систем [1]. Однак найбільшу увагу привертає до себе проект STARLINK, який почав активно розвиватись у другій половині 2020 року - початку 2021 року:

- У вересні 2020 року SpaceX повідомила, що на початкових стадіях тестування сервісу були продемонстровані **наднизька затримка сигналу та швидкість завантаження понад 100 Мбіт/с.**

- **24 січня в 17:00 за київським часом** відбувся наймасовіший за кількістю корисних навантажень запуск в історії космонавтики. На орбіту на ракеті компанії SpaceX вийшло 143 супутника загальною масою понад п'ять тон для більш ніж 30 клієнтів від урядів, організацій, підприємств та **ВУЗів**. Серед корисних навантажень було і **10 супутників Starlink.**

- З січня 2021 року заплановано платну бета-версію поширити на інші континенти, починаючи з Великобританії. Згідно з інформацією від британського регулятора Ofcom, Starlink отримала ліцензію на свої широкопосмугові термінали в листопаді 2020 року [2].

- 14 березня 2021 запущено чергові **60 супутників.**



Рис. 1. Арт-зображення системи супутникового зв'язку Starlink.

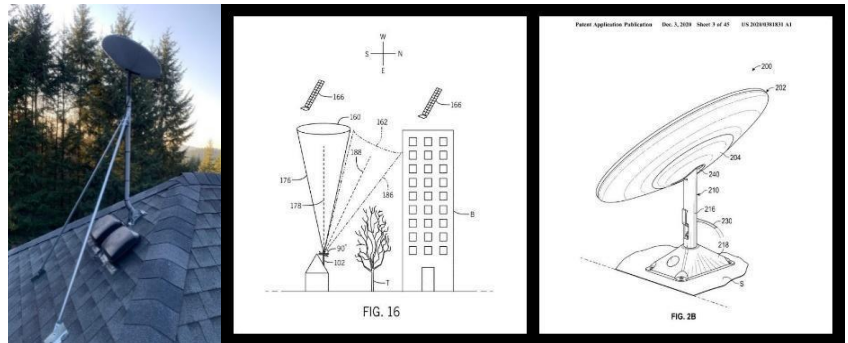


Рис. 2. Абонентська станція системи супутникового зв'язку Starlink (фото діючої станції та рис. 3 патенту [3]).

Зрозуміло, користувачів інтернет цікавлять в першу чергу швидкість передачі інформації та затримки в мережі. Однак, оскільки мова йде про систему супутникового зв'язку *Ku* діапазону частот, в якій навіть абонентська станція (рис. 2) є досить потужним (до 8 Вт) приймально-передавальним пристроєм [3]. Для порівняння - потужність звичайного стільникового телефону - близько 1-2 Вт, а точки доступу Wi-Fi – 100-200 мВт.

Систему Starlink можна розглядати як альтернативу мереж стільникового зв'язку 5G. А отже:

- Для повного розгортання 5G це обійдеться компаніям, що виробляють мобільні телефони, виробникам чіпів, пристроїв та розробникам програмного забезпечення, близько 200 млрд доларів на рік на дослідження та капітальні витрати. Космічні супутники наступного покоління могли б повністю замінити наземні опори з оптоволоконних та стільникових мереж через нижчу вартість та більш ремонтпридатну інфраструктуру.
- Є деякі підрахунки, що масове виробництво невеликих інтернет-супутників з низькою орбітою може скласти до 100000 доларів США кожен. Недорогий запуск SpaceX може зробити будівництво, заміну та модернізацію супутників Інтернету дешевшими, ніж вежі стільникового зв'язку. Також варто зазначити, стільникові вежі мають витрати на оренду землі.
- Мережа що містить від 4000 до 12000 Інтернет-супутників може складатись з понад 500000 космічних апаратів. Цілу космічну мережу з 500000 можливо замінити за 60 мільярдів доларів.

Питання в тому, чи потрібно будувати в Україні шлюзову станцію Starlink (рис. 3) – це не тільки економічне, але й стратегічне питання з точки зору державної безпеки, пов'язане з тим, як і яким чином буде спрямовуватись та регулюватись супутниковий трафік державних установ, шкіл, міністерств і відомств. Цілком очевидно, що однією з головних «дійових осіб» у вирішенні цієї проблеми буде «Мінцифри», яке вже декларувало своє бачення використання проекту Starlink в Україні.

Однак не лише технічні та економічні параметри Starlink будуть впливати на перспективи її використання в Україні. Вагому роль також відіграватиме законодавство нашої Держави в області ліцензування послуг зв'язку і використання радіочастот. Справа в тому, що система Starlink працює в так званому *Ku* діапазоні частот [5], в якому в Україні вже реалізовувались проекти будівництва мереж супутникового зв'язку типу VSAT (таблиця 1).

Табл. 1. Смуги частот, що використовуються в системі SpaceX [6].



Рис. 3. Шлюзові (Gateway) системи Starlink.

Type of Link and Transmission Direction	Frequency Ranges
User Downlink Satellite-to-User Terminal	10.7 – 12.7 GHz
Gateway Downlink Satellite to Gateway	17.8 – 18.6 GHz 18.8 – 19.3 GHz
User Uplink User Terminal to Satellite	14.0 – 14.5 GHz
Gateway Uplink Gateway to Satellite	27.5 – 29.1 GHz 29.5 – 30.0 GHz
TT&C Downlink	12.15 – 12.25 GHz 18.55 – 18.60 GHz
TT&C Uplink	13.85 – 14.00 GHz

На сьогоднішній день послідовність дій суб'єкта господарювання для отримання ліцензії на користування радіочастотним ресурсом України виглядає наступним чином [7]:

1. Відповідно до частини 2 статті 30 Закону України "Про радіочастотний ресурс України" визначитись яким він є користувачем радіочастотного ресурсу (подальші дії визначені лише для суб'єктів господарювання, які користуються радіочастотним ресурсом України для надання телекомунікаційних послуг і включені до Реєстру операторів і провайдерів) [8].

2. Відповідно до Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України та Плану використання радіочастотного ресурсу України визначити радіотехнологію та смуги радіочастот [9].

3. Відповідно до ст. 42 Закону України "Про телекомунікації" та рішення НКРЗІ від 01.11.12 № 560 подати до НКРЗІ заяву про включення до реєстру операторів, провайдерів телекомунікацій [10].

4. Відповідно до Ліцензійних умов користування радіочастотним ресурсом України та статті 32 Закону України "Про радіочастотний ресурс України" підготувати заяву та пакет документів для отримання ліцензії.

5. Направити цінним листом з описом вкладення документи на адресу НКРЗІ, або подати особисто.

6. У разі залишення заяви без розгляду, суб'єкт господарювання може усунути виявлені недоліки та повторно подати заяву та пакет документів на новий розгляд.

7. Після прийняття НКРЗІ рішення про видачу ліцензії на користування радіочастотним ресурсом України та отримання листа-повідомлення про розмір плати за видачу ліцензії суб'єкт господарювання, не пізніше 30 календарних днів від дня направлення листа повідомлення, здійснює оплату визначеної суми до Державного бюджету України на рахунок місцевого відділення Державного казначейства України за кодом бюджетної класифікації **22011400**.

8. Направити по факсу до відділу ліцензування РЧР копії платіжного доручення та довідки місцевого відділення Державного казначейства України про зарахування коштів до Державного бюджету України в повному обсязі. Надходження зазначених документів є підставою для підготовки бланку ліцензії.

9. Ліцензія видається представнику суб'єкта господарювання, який зазначений у дорученні суворої звітності, особисто на підставі наданих оригіналів документів: платіжного

доручення, довідки місцевого відділення Державного казначейства України про зарахування коштів до Державного бюджету України, доручення на отримання матеріальних цінностей.

10. Після отримання першого дозволу на експлуатацію за ліцензією **поінформувати НКРЗІ про початок освоєння** радіочастотного ресурсу за ліцензією.

11. Після отримання дозволу на експлуатацію в останньому регіоні за ліцензією або на всі номінали радіочастот зазначені в ліцензії **поінформувати НКРЗІ про повне освоєння** радіочастотного ресурсу за ліцензією.

Варто зазначити, що вартість, складність і тривалість процедур отримання дозволів на ввезення, сертифікацію та ліцензування, так само як і вартість використання радіочастотного ресурсу, можуть значно вплинути на вартість послуг проекту Starlink в Україні і будуть значно відрізнятися від тих, які сьогодні декларують деякі оператори зв'язку.

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...).

В КПІ створена робоча група, до складу якої входять викладачі, співробітники і студенти Інституту телекомунікаційних систем, а також колишні випускники КПІ, які працюють в проектах супутникового зв'язку «Инфоком-СК», «Романтіс-Україна», «Сатлайн», «Глобалстар», Державному космічному агентстві України. Деякі з них працюють у профільних телекомунікаційних компаніях США і Канади і тому отримують можливість працювати з користувацькими терміналами вже навесні цього року.

Література

1. Xin Yang. Low Earth Orbit (LEO) Mega Constellations – Satellite and Terrestrial Integrated Communication Networks. Institute for Communication Systems Faculty of Engineering and Physical Sciences University of Surrey Guildford, Surrey GU2 7XH, UK November 2018.
2. Регуляторний орган у сфері медіа Великої Британії [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/210971/starlink.pdf.
3. SpaceX Starlink Patent Documents [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tesmanian.com/blogs/tesmanian-blog/starlink-patent>.
4. How does Starlink work anyway? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hackaday.com/2020/02/20/how-does-starlink-work-anyway/>.
5. Заявка на фіксовану супутникову службу холдингів космічних досліджень FCC.report [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20161115-00118>.
6. SpaceX негеостайна супутникова система FCC.report [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20161115-00118/1158350>.
7. Послідовність дій для отримання ліцензії на користування РЧР - НКРЗІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nkrzi.gov.ua/index.php?r=site/index&pg=67&language=uk>.
8. Закон України «Про радіочастотний ресурс України» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1770-14#Text>.
9. Постанова КМУ «Про затвердження Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1208-2005-%D0%BF#Text>.
10. Закон України «Про телекомунікації» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1280-15#Text>.