

ПЕРСПЕКТИВИ ПОБУДОВИ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ LiFi

Романов О.І., Донг Т.Т., Сайченко І.О.

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
E-mail: a_i_romanov@ukr.net, dongthitho1993@gmail.com, paramayson@gmail.com*

Prospects for the construction of environmentally friendly data networks using the technology LiFi

The possibility of deployment LiFi network system at the PHY layer are considered. Merits and drawbacks of implementation of the wireless network based on LiFi technology are given.

Результати аналізу сучасного стану та перспектив розвитку ринку телекомунікацій, передбачають експоненціальне зростання обсягу передачі бездротових даних до кінця 2020 року [1,2]. При цьому наголошується, що сьогодні радіотехнології в мережах бездротового доступу знаходяться на межі своїх можливостей з пропускної здатності та якості обслуговування. В результаті пошуку шляхів вирішення проблем з'явилася технологія LiFi.

LiFi забезпечує побудову оптичних бездротових комунікацій (OWC). При цьому, OWC для організації бездротового оптичного доступу може використовувати діапазон довжин хвиль видимого світла VLC, інфрачервоний і ультрафіолетовий діапазони. Крім того, LiFi інтегрує систему зв'язку з зеленими і екологічно безпечними системами освітлення (LED) і передбачає подвійне використання світла.

У зв'язку із зростанням цін на електроенергію, зараз повсюдно впроваджуються світлодіодні (LEDs) продукти [3,4]. Провідні компанії, що займаються бізнесом у сфері освітлення, відзначають, що використання світлодіодних ламп забезпечують їм отримання більше 50% своїх доходів. Зокрема, Acuity Brands (67%), OSRAM (65%), Philips (61%), Hubbell (55%) і Zumtobel. (73%) [5]. За даними Strategies Unlimited наприкінці 2016р. LEDs становили 11% від загальної кількості встановлених освітлювальних приладів, а до 2022 року ця величина досягне 20% (рис.1).

Крім того, пошук енергоефективних рішень привернув увагу до технології PoE, яка дозволяє передавати електричну енергію і дані, використовуючи один кабель. Наприклад, вже є висотні будівлі в Амстердамі, в яких понад 6500 PoE підключень до LEDs, що дозволило знизити витрати на установку на 25% і скоротити час розгортання системи більш ніж на 50% . Очікується, що до 2024 року обсяг ринку PoE досягне \$ 1050000000, збільшившись на 13% за даними CAGR (рис.2) [6].

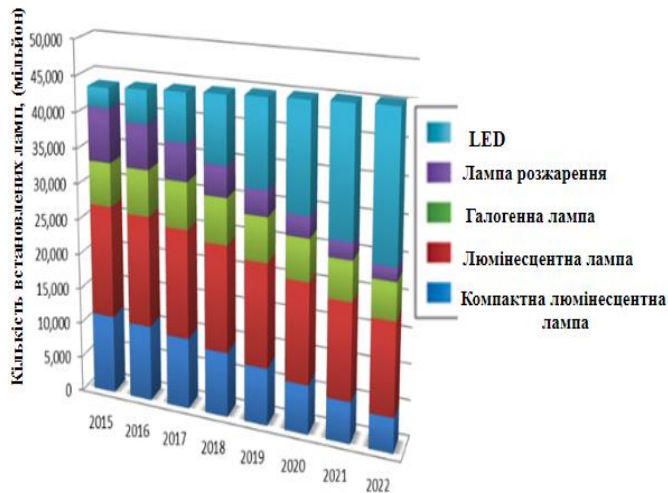


Рис.1. Тенденція зростання LEDs

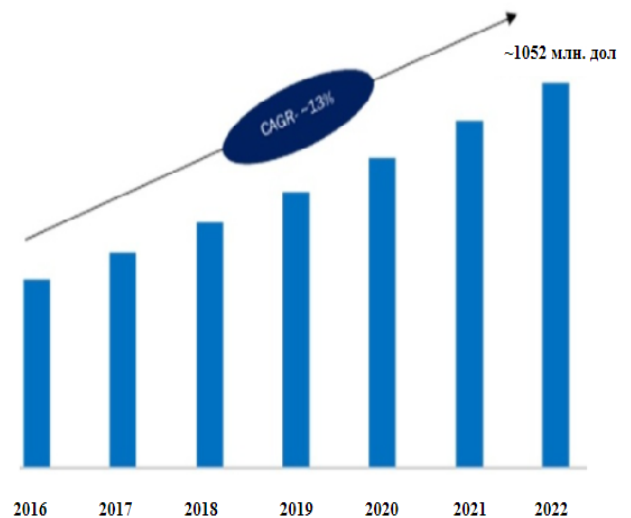


Рис.2. Тенденція зростання ринку PoE

Темпи зростання ринку LEDs і PoE є відмінною перспективою для розвитку технології LiFi, так як це готова базова інфраструктура мережі бездротового доступу. При цьому технологія LiFi має такі переваги:

- екологічно безпечне бездротове з'єднання;
- може бути використано для підключення в приміщеннях, які не допускають використання WiFi (літаки, лікарні);
- висока пропускну здатність;
- висока ефективність - не потрібна ліцензія, економія енергії, готова транспортна структура на базі системи освітлення з використанням LEDs;
- безпечна для людини (особливо дітей і вагітних жінок).

На рис. 3 представлений варіант мережі LiFi, з використанням PoE, в якій можуть бути реалізовані перераховані вище переваги.

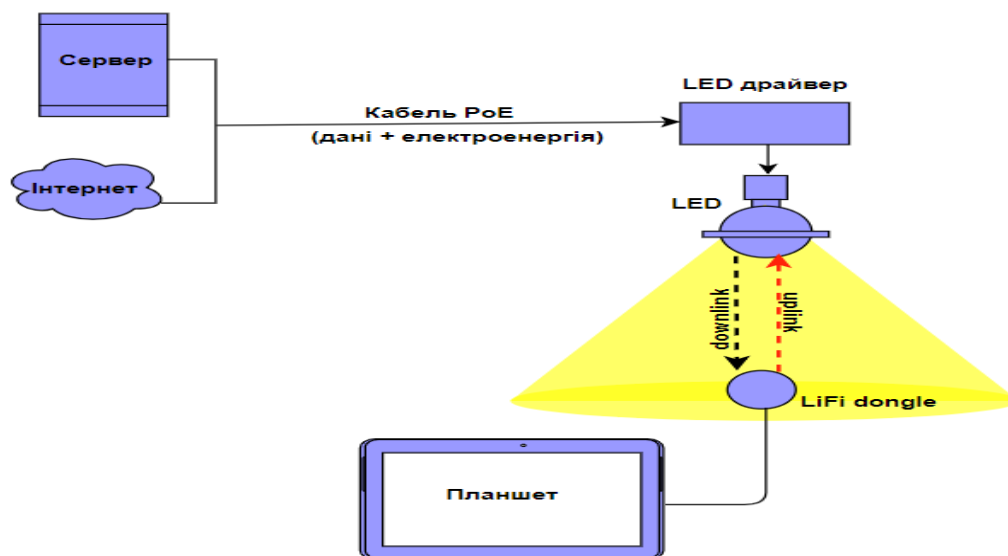


Рис. 3 Передача інформації в мережі LiFi з використанням PoE.

Процес обслуговування відбувається наступним чином. Дані з Інтернет або Сервера надходять на вхід системи (універмаг, офіс, лікарня та інш.). Усередині системи, по оптичному кабелю або кабелю живлення з використанням технології PoE, дані надходять на драйвер LEDs, який керує процесом перетворення електричних сигналів в оптичні. Далі дані, у вигляді світлового модульованого сигналу від LEDs, передаються на фотоприймачі з використанням технології LiFi. Таким чином, LEDs стають передавачами сигналів, а фотоприймачі - приймачами сигналів в системі бездротового оптичного доступу.

Світлодіодні лампи LEDs є напівпровідниковими приладами. Тому швидкість зміни яскравості світла, випромінюваного LEDs, може бути дуже високою. На сьогоднішній день час перемикання LEDs з одного стану в інший може досягати наносекунд. Це дозволяє передавати інформацію в широкому діапазоні швидкостей. При цьому коливання в освітленні не уловлюються людським оком.

У фотоприймачі (LiFi dongle) сигнал детектується і зміни інтенсивності світла інтерпретуються як дані. Крім того, фотоприймачі можуть мати вбудований інфрачервоний детектор для висхідній лінії зв'язку (uplink).

Цифровий процесор сигналу, вбудований або поєднаний із LED-драйвером, приймає дані і перетворює їх в цифровий потік у вигляді послідовності дискретних рівнів напруги. Драйвер світлодіоду в кожному LED перетворює цифровий сигнал в фотонний сигнал на високій частоті. Декодер на приймальному пристрої, наприклад, комп'ютері або смартфоні переводить сигнали в дані для користувача. Кожен приймальний пристрій повинен мати USB-ключ (LiFi - dongle) для прийому сигналу і декодер для перетворення даних з фотонного в електронний вигляд. LiFi - dongle також може містити інфрачервоний світлодіод, який модулює сигнал передачі для повернення даних на світлодіод і в мережу.

В даний час існує багато компаній (Oledcom, Purelifi, Vlccomm та інші), що пропонують пристрої LiFi, які можна використовувати для побудови високошвидкісних бездротових оптичних мереж зв'язку. Нещодавно, компанія pureLiFi представила пристрій Gigabit LiFi на Mobile World Congress. Система Gigabit LiFi здатна передавати дані до 1 Гбіт / с для downlink, і 377 Мбіт / с для uplink.

Протягом минулого року робоча група IEEE 802.11 з питань LiFi комунікацій працювала з виробниками, операторами і кінцевими користувачами задля розробки нового стандарту. Мета полягала в тому, щоб новий стандарт був завершений у травні 2021 року. Однак, на цей час можливе використання ранній версії стандарту [1]. Тому розробка нового обладнання LiFi йде повним ходом. На рис.4 зображена кілька LiFi продуктів провідних компаній та їх характеристики.

Слід відзначити, що Li-Fi компоненти відносно дорогі. Вартість складає від 1000 до 2000 доларів за комплект передавального пристрою. Крім того, мережа LiFi вимагає більшої кількості передавальних пристроїв, ніж WiFi. На думку фахівців, потрібно знизити вартість обладнання до \$ 100 за штуку, щоб вони були конкурентно спроможними у порівнянні з WiFi. Крім того, необхідно зменшити

габарити LiFi пристроїв, щоб смартфони і ноутбуки могли розміщувати приймачі сигналів всередині.

 <p>Передавач Приймач</p>	 <p>Передавач Приймач</p>	 <p>Передавач Приймач</p>	 <p>Передавач Приймач</p>	 <p>Передавач</p>
<p>LiFi XC (2017): PureLiFi downlink 43 Мбіт/с uplink: 43 Мбіт/с; Покриття зв'язку: 2.8 м²; ~16 users/LED</p>	<p>LiFi X (2018): PureLiFi&Lucibe 1 downlink:43 Мбіт/с uplink: 43 Мбіт/с 2.8 м²;</p>	<p>LiFiMAX (2018): Oledcomm downlink:100 Мбіт/с uplink: 40 Мбіт/с, 28м²; ~16 users/LED</p>	<p>LumiNex (2018): VIncomm downlink:70 Мбіт/с uplink: 60 Мбіт/с 20 м²; ~15 users/LED</p>	<p>LumiNet Desktop (2018): VIncomm downlink: 23 Мбіт/с uplink: 23 Мбіт/с, 1 м²; ~7 users/LED</p>

Рис.4. LiFi продукти.

Висновки:

1. LiFi є перспективною технологією, яка забезпечує побудову оптичних бездротових комунікацій.
2. LiFi є екологічно безпечною технологією і може бути використана там, де радіо технології заборонено використовувати.
3. При побудові мережі LiFi є можливість використання мережі освітлення на базі LEDs як телекомунікаційного середовища передачі даних. Це дозволяє зменшити вартість системи.
4. Вартість компонентів LiFi сьогодні висока, однак йдуть інтенсивні роботи по усуненню цього недоліку і зменшенню затрат.

Література

1. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Standard for Local Area Networks, 802.15.7 IEEE, 2011.
2. Harald Haas, Liang Yin, Yunlu Wang, and Cheng Chen, "What is LiFi?", Journal of lightwave technology, 0733-8724, 2015 IEEE.
3. O.I. Romanov, Y.S. Hordashnyk, T.T. Dong. "Method for calculating the energy loss of a light signal in a telecommunication Li-Fi system" // UkrMiCo, 2017, Odessa - IEEE Xplore Digital Library, DOI: 1109/UkrMiCo.2017.8095404, 2017. – P. 1-7.
4. Романов О.І., Федюшина Д.М., Донг Т.Т. Використання технології VLC для побудови мереж LI-FI та принцип її практичної реалізації. Матеріали 12-ої МНТК «Проблеми телекомунікацій», Київ, 2018 р. С 92-94.
5. Svilen dimitrov, German Aerospace Center (DLR), Harald Has, "Principles of LED Light Communications Towards Networked Li-Fi", Cambridge University Press 2015.
6. MohammedS.A. Mossaad, SteveHranilovic, and LutzLampe, "Visible Light Communications Using OFDM and Multiple LEDs", 0090-6778 (c) 2015 IEEE.