

УДК 621.391.8

В. І. КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук;

В. В. ОЛІЙНИК, студент;

В. С. ЧУПРИНА, студент;

Д. В. СУМЦОВ, студент;

В. С. КРИВОБОК, студент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ПЕРЕВАГ ВИКОРИСТАННЯ СІТЧАСТОЇ МОБІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗА УМОВ НЕДОЛІКІВ ІЗ МАСШТАБУВАННЯ ІСНУЮЧИХ МЕРЕЖ

**Безпроводові мережі передавання даних відіграють сьогодні важливу роль у житті людини. Із розвитком інфраструктури і, відповідно, збільшенням кількості абонентів гостро постає питання якості та безперервності доступу до мережі. Як забезпечити безперервний та стабільний зв'язок у межах міста? Вирішенням цього питання може стати застосування безпроводових мереж, заснованих на технології Mesh.**

**Ключові слова:** сітчаста мережа; децентралізований доступ до мережі; Wi-Fi; IoT.

### Вступ

Сьогодні спостерігається стрімке зростання кількості мобільних пристроїв у населення і, відповідно, потенційних користувачів, які бажають мати швидкий безпроводовий доступ до мережі Інтернет, причому в будь-якому місці і без розриву всіх сеансів зв'язку.

Втім варто зазначити, що, по-перше, рівень доступності послуг все ще не може задовольнити потреби всіх бажаючих, а по-друге, їхня якість і досі не відповідає сучасним вимогам. Тому слід надзвичайно наполегливо змінювати цей стан речей, аби максимально наблизитися до держав, від яких наше відставання є особливо відчутним. Проаналізувавши всі недоліки і окресливши перспективні напрямки розвитку, ми матимемо можливість досягти того бажаного рівня.

### Основна частина

Мобільні сітчасті мережі створюються побудовою однорангових з'єднань між мобільними телефонами або пристроями IoT (Інтернет речей). З'єднання відбувається через Bluetooth, Wi-Fi Direct і наявні телефонні технології.

Тільки-но пристрій під'єднується до мобільної сітчастої мережі, він може надсилати повідомлення, файли, дані тощо одним із двох способів:

1) дані можуть бути відправлено в одному «стрижку» безпосередньо з одного пристрою на інший;

2) дані можуть бути доставлено в режимі «множинного переходу», при цьому повідомлення будуть надсилатися через безліч вузлів (пристроїв), поки вони не досягнуть своєї кінцевої точки. Цей метод полегшує доставляння повідомлень в автономному режимі на великі відстані.

Наприклад, уявіть, що ви присутні на якомусь масовому заході у віддаленому районі, де не надаються послуги стільникового зв'язку. Ви при-

йшли вдвох, але загубилися серед натовпу. У разі, коли у вас немає панелей підімкнення до мережі, але є додаток для обміну повідомленнями з підтриманням однорангового з'єднання, ви зможете надіслати повідомлення, яке з вашого місцезнаходження, залишаючись непомітним, безпечно переходитиме з одного пристрою до другого доти, доки воно не потрапить до бажаного адресата (рис. 1).



Рис. 1. Відправлення повідомлення через однорангове з'єднання

Сітчасті мобільні мережі відрізняються від інших мереж таким:

- ♦ у мобільних сітчастих мережах вузли не є стаціонарними і постійно перебувають у стані руху;

- ♦ платформи мобільної сітчастої мережі використовують алгоритм прямої маршрутизації, заснований на маршрутизації ідеального шляху, який є ресурсоефективний, на відміну від ширококомовної розсилки повідомлень на всі вузли в сітчастій мережі, яка потребує значних ресурсів.

Сьогодні сучасний світ доволі залежний від можливостей підімкнення до інтернету, завдяки якому дедалі зростає передавання даних. Згідно з останнім звітом Ericsson про мобільність до 2022 року глобальний трафік смартфонів збільшиться у 8 разів, і лише для підтримання статус-кво традиційної інфраструктури будуть потрібні 500 мільярдів доларів інвестицій.

Через зростаючу кількість інтернет-користувачів утворюється багато перевантажень у мережі. Тому, щоб виокремити кількість таких перевантажень, розглянемо, наприклад, як ви надсилаєте повідомлення WhatsApp другові, що сидить поруч із вами на конференції (рис. 2). Повідомлення відправляється з вашого телефону на Wi-Fi конференції, регіональним провайдером Інтернет-послуг (ISP), до магістралі Інтернету, де розпізнається IP-адреса пристрою вашого друга, а далі воно проходить весь шлях униз доти, доки не досягне його телефону. Це довгий і складний шлях порівняно з тим, щоб просто перетнути кімнату.



Рис. 2. Шлях, який проходить повідомлення з вашого пристрою на інший у кімнаті

На відміну від типових інфраструктур, мобільні сітчасті мережі дають людям можливість з'єднуватись один з одним безпосередньо, використовуючи інтернет тільки за потреби, а не під'єднуватись до нього будь-коли. Якщо повідомлення необхідно надіслати другові, що перебуває поруч із вами, то повідомлення потрібно буде тільки відправити з одного пристрою на інший без будь-яких інших дій. Це зменшує навантаження на мережу і збільшує швидкість з'єднання.

Багато хто вважає цілком очевидним, коли Wi-Fi доступний на кожному кроці, наприклад у кафе, і що там можливий швидкий доступ до інтернету. Проте у багатьох країнах підключення до інтернету є дуже повільним, ненадійним, занадто дорогим або просто відсутнім. Фактично, більше половини населення планети не має доступу до інтернету через надмірно високі витрати на ширококутний зв'язок і відсутність належної інфраструктури. За даними Міжнародного союзу електрозв'язку неможливість доступу до інтернету найбільш гостро спостерігається в світі серед «жінок, літніх людей, менш освічених, малозабезпечених і сільських жителів». Це стосується як розвинених, так і країн, що розвиваються. У Сполучених Штатах, як зазначено у Звіті про прогрес в області ширококутового зв'язку за 2016 рік, 39% сільських американців як і раніше не мають ширококутового доступу до інтернету. У країнах, що розвиваються, цей відсоток набага-

то вищий. Так, наприклад, у Кенії, де 1 ГБ даних коштує стільки ж, скільки оренда житла за тиждень, бідніші громадяни постійно стикаються з вибором між можливістю підключення до мережі і повсякденним життям.

Оскільки мобільні сітчасті мережі дають змогу людям з'єднуватись один із одним безпосередньо, а не залежати від постійного підключення до інтернету, і не потребують вартісної інфраструктури, такі платформи, як Mesh, можуть зробити підключення більш доступним. Мобільні сітчасті мережі надають такі можливості:

♦ **Покращений зв'язок.** Зі зростанням кількості користувачів інтернету наявна інфраструктура є постійно перевантаженою. Мобільні сітчасті мережі з'єднують людей один із одним, а не обов'язково з інтернетом, зменшуючи перевантаження мережі. Тому, у разі потреби доступу до інтернету він буде менш ускладнений, і всі отримують користь від цього.

Ось деякі приклади застосування:

- університетські містечка;
- конференції;
- перевантажені райони, зокрема вокзали.

♦ **Скорочення цифрового розриву.** Понад половини світу страждає від відсутності доступу до загальної глобальної інформації, такої як охорона здоров'я та освітні ресурси. Доведено, що зв'язок покращує соціальні та економічні умови. Такі платформи мобільних сітчастих мереж, як Mesh, перетворюють смартфони на вузли самоорганізуючих, самовідновлювальних і саморегульованих мереж для підвищення соціальних вигод.

Це можуть бути:

- геоспецифічні потреби громади;
- зміни, пов'язані зі здоров'ям, попередження захворювань;
- дистанційне навчання;
- комунікаційні майданчики для таборів біженців.

♦ **З'єднання, коли всі інші варіанти зазнають невдачі.** У разі стихійного лиха, зокрема торнадо, цунамі, циклони, лісові пожежі, повені тощо, коли наш світ спустошується екстремальними погодними умовами, а наш клімат змінюється, імовірно збільшуючи частоту і наслідки подальших катастроф, можливість надання варіантів підключення, яке не залежить від традиційної інфраструктури, а саме мобільні сітчасті мережі, дають змогу аварійним службам зв'язуватись один із одним і з тими, хто потребує допомоги.

Приклади:

- аварійні оповіщення;
- обмін повідомленнями;
- геолокація.

♦ **Свобода підключення.** У 2018 році було зареєстровано 188 випадків вимкнення інтернету в

багатьох країнах, і ця кількість продовжує зростати. Здебільшого влада намагається контролювати електронну пошту користувачів, блокувати доступ до веб-сайтів, відстежувати онлайн-активність або надавати доступ тільки в певних «точках доступу».

Завдяки децентралізації з'єднань і забезпеченню можливості істинного однорангового обміну даними мобільні сітчасті мережі підтримують свободу зв'язку і концепцію мережного нейтралітету.

Скажімо:

- призначені для користувача новини;
- обмін повідомленнями;
- безпека і розум.

### Висновки

Глобальне використання даних зростає, а разом із ним і цифровий розрив. Традиційна інфраструктура не може підтримувати темп розвитку, тому для сприяння розширенню необхідні альтернативні інноваційні вирішення.

Мобільні сітчасті мережі пропонують вирішення від підімкнення пристроїв в одній кімнаті до розв'язання реальних і поширених проблем, наприклад під час стихійного лиха.

Тож, можливо, настав час зосередитися на проблемі підімкнення, яка стосується 3,9 мільярда людей у всьому світі.

### Список використаної літератури

1. **Toh C. K.** *Mobile Computing — Network with-out infrastructures // Mobile Computing & Communications. 1999. P. 88.*

2. **Muni Wi-Fi Mesh Networks** [Електронний ресурс]. URL:

[belairnetworks.com](http://belairnetworks.com)

3. **Shi Z., Beard C., Mitchell K.** *Competition, cooperation, and optimization in Multi-Hop CSMA networks // Proceedings of the 8-th ACM Symposium on Performance evaluation of wireless ad hoc, sensor and ubiquitous networks «PE-WASUN'11». Miami, Florida, USA. November 03-04, 2011. P. 117–120.*

4. **XO-1 Mesh Network Details** [Електронний ресурс]. URL:

[laptop.org](http://laptop.org)

5. **Disruption Tolerant Mesh Networks** [Електронний ресурс]. URL:

[MeshDynamics.com](http://MeshDynamics.com)

6. **Libelium unites benefits of Smart Cities IoT solutions for air quality monitoring // Libelium Comunicaciones Distribuidas S.I.** [Електронний ресурс]. URL:

[www.libelium.com](http://www.libelium.com)

7. **Jun J., Sichert M. L.** *The nominal capacity of wireless mesh networks // IEEE Wireless Communications. 2003. Vol. 10, №5. P. 8–14.*

**Рецензент:** доктор техн. наук, доцент **С. І. Отрох**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

*V. I. Kravchenko, V. V. Oliinyk, V. S. Chupryna, D. V. Sumtsov, V. S. Kryvobok*

### ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЧАТОЙ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ В УСЛОВИЯХ НЕУДОБСТВА МАСШТАБИРОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ

Беспроводные сети передачи данных играют сегодня важную роль в жизни человека. С развитием инфраструктуры и, соответственно, увеличением количества абонентов остро возникает вопрос качества и бесперебойности доступа к сети. Как обеспечить постоянную и стабильную связь в пределах города? Решением этого вопроса может стать применение беспроводных сетей, основанных на технологии Mesh.

**Ключевые слова:** сетчатая сеть; децентрализованный доступ к сети; Wi-Fi; IoT.

*V. I. Kravchenko, V. V. Oliinyk, V. S. Chupryna, D. V. Sumtsov, V. S. Kryvobok*

### REVIEW OF POSSIBILITIES AND ADVANTAGES OF USING A MESH MOBILE NETWORK UNDER CONDITIONS OF INCONVENIENCE OF SCALE OF AN EXISTING NETWORK

Wireless data networks play an important role in human life today. They fill more and more niches in our life and are used primarily for Internet access, as well as for transmitting sound and video from cameras and microphones, weather data for forecasting, and is actively used in security systems, payment terminals, ATMs. The list can be continued for a long time.

With the development of infrastructure and, accordingly, the number of subscribers, the question of quality and uninterrupted access to the network becomes acute. How to ensure uninterrupted and stable communication within the city?

The solution can be wireless networks based on Mesh technology. Information networks organized by Mesh topology have received great recognition over the past years. Projects have grown to thousands of access points and tens of thousands of users. Mesh networks represent the most interesting solutions, integrating into various network and radio technologies, and therefore fully comply with the increased requirements of subscribers (mobility, QoS, security).

**Keywords:** Mesh network; decentralized network access; Wi-Fi; IoT.