

УДК 621.446 (045)

Одарченко Р.С., к.т.н.

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ МЕРЕЖІ LTE**

Національний авіаційний університет

[odarchenko.r.s@mail.ru](mailto:odarchenko.r.s@mail.ru)

*Проаналізовано основні проблеми розвитку сучасних стільникових мереж в Україні, зокрема мереж LTE. Показано, що запуск даного типу мереж є неминучим кроком в розвитку інформаційної інфраструктури України, а тому вже зараз потребує спеціального інструментарію для попередньої оцінки вартості мереж LTE, що дозволить операторам стільникового зв'язку провести попередній аналіз економічної ефективності від впровадження мереж LTE. В роботі продемонстровані результати розробки даного програмного забезпечення із описом основних функціональних можливостей*

**Ключові слова:** стільникові мережі; LTE; вартість; програмне забезпечення; розрахунок; алгоритм розрахунку

### **Вступ**

В період бурхливого технічного прогресу, коли все швидше розвиваються мобільні пристрої передачі даних і все більше операцій проводяться в глобальній мережі «Інтернет», з кожним днем зростає потреба мати можливість широкосмугового доступу не тільки дома або в офісі, а й на вулиці і в транспорті. Бездротові технології мають ряд переваг: простота установки, подальшого розширення системи та підключення важкодоступних об'єктів.

Система *LTE (Long Term Evolution)* стала наступним значним кроком у розвитку систем мобільного радіозв'язку. Зацікавленість мобільних операторів в технології *LTE* цілком зрозуміла, оскільки це вигідний проект. Вона представляє собою наступний етап розвитку мобільних мереж, тому що краще використовує частотний спектр, відрізняється меншим значенням затримки, а також підвищеною ємністю.

На жаль, в Україні *LTE* досі вважається технологією «наступного» дня, хоча вже сьогодні вона реалізована в багатьох країнах світу. Масштабність, завадостійкість, швидкість передачі та адаптованість до важких умов передачі сигналів чітко відповідає сучасним вимогам для мультисервісних мереж. Впровадження такої мережі дозволить операторам знач-

но зменшити капітальні затрати, розширити спектр послуг і технологій та відчутно підвищити доходи.

### **Аналіз досліджень та публікацій**

В той час, як в іноземній літературі велося порівняння мереж нового покоління [1-2], визначення їх переваг та недоліків [3], розроблялися вимоги до мереж нового покоління, наприклад, *5G* [4], у вітчизняній літературі широко досліджувалися лише теоретичні аспекти впровадження мереж *3G* та *4G* [5], визначались перспективи [5-8] та причини відсутності їх впровадження, висувалися різноманітні стратегії розвитку стільникових мереж в Україні [7], при цьому будь-які публікації щодо розробки програмного забезпечення для оцінки вартості мереж *LTE* у вітчизняних джерелах відсутні.

### **Постановка мети та завдання дослідження**

Проте, не дивлячись на сучасний стан речей в економіці України, недостатній технологічний розвиток, фахівці прогнозують запуск мереж *LTE* вже в 2016-2017 роках [9]. При цьому вже всередині 2015 року планується забезпечення доволі стійкого покриття мереж *3G* в найбільших обласних центрах України. А тому операторам стільникового зв'язку важливо доволі швидко реагувати на нові тен-

денції розвитку телекомунікаційного ринку – для цього необхідною є розробка інструментарію, який би дозволив проводити швидко оцінку вартості запуску мереж різних поколінь. Тому метою даної роботи є розробка програмного забезпечення для оцінки вартості мереж *LTE*.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Основні відмінності технології *LTE* від попередніх технологій мобільного зв'язку 2G і 3G можна сформулювати так [6]:

- організація зв'язку, як голосового, так і передачі даних по IP-протоколу;

- високі швидкості передачі даних;

- спрощена архітектура мережі.

Мережа *LTE* складається з двох найважливіших компонентів: мережі радіодоступу *E-UTRAN* і базової мережі *SAE* або, як її ще називають, пакетне ядро *EPC* (рис. 1).

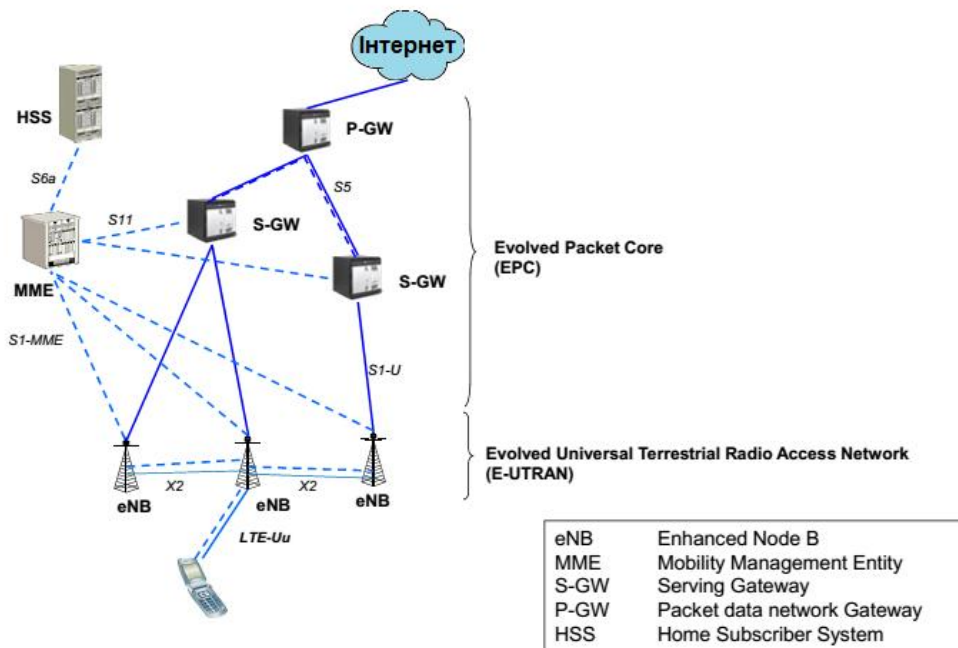


Рис. 1. Типова архітектура мережі *LTE*

Таким чином, як бачимо, повна вартість мережі *LTE* буде складатися із вартості підсистеми базових станцій та вартості пакетного ядра. Крім цього вона включає вартість ліцензії на використання радіочастотного спектру та інші витрати, проте в даній роботі їх не було передбачено.

Обираючи обладнання для побудови даної мережі, потрібно керуватися особливостями технології *LTE*. Обов'язково необхідно, щоб обладнання задовольняло критерій «ціна-якість», відповідало вимогам надійності, було достатньо ефективним, гнучким, компактним, багатофункціональним. А найголовніше, щоб підтримувалась на високому рівні надійність,

тобто стабільна та постійна передача даних користувачів згідно з розрахованою пропускною здатністю мережі *LTE*.

Проаналізувавши різні рішення вибору устаткування світових мобільних мереж, можна стверджувати, що єдиного правильного рішення не існує. Багато компаній-виробників обладнання мереж мобільного зв'язку надають операторам пакети різних готових рішень, які складаються з апаратури, підбраної відповідно до деяких показників стеку апаратури. Так пакети запропонованих рішень для реалізації транспортної мережі мобільного оператора можуть складатися з робочих станцій, комутаторів, маршрутизаторів, мультисервісних станцій і спеціалізо-

ваного обладнання для управління мережею. Проте було вирішено, що необхідно розробити програмне забезпечення, яке б дозволило проводити хоча б попередню оцінку вартості мереж нового покоління із можливістю розширення функціоналу в майбутньому. Тому в даному програмному продукті передбачається самостійний вибір обладнання різних виробників із можливістю завантаження баз даних обладнання із мережі Інтернет.

В результаті проведених досліджень була розроблена проста у використанні програма, яка окрім вибору обладнання і розрахунку вартості, допомагає розрахувати кількість базових станцій для різних умов розповсюдження радіохвиль.

На рис. 2 представлений спрощений алгоритм роботи програми.

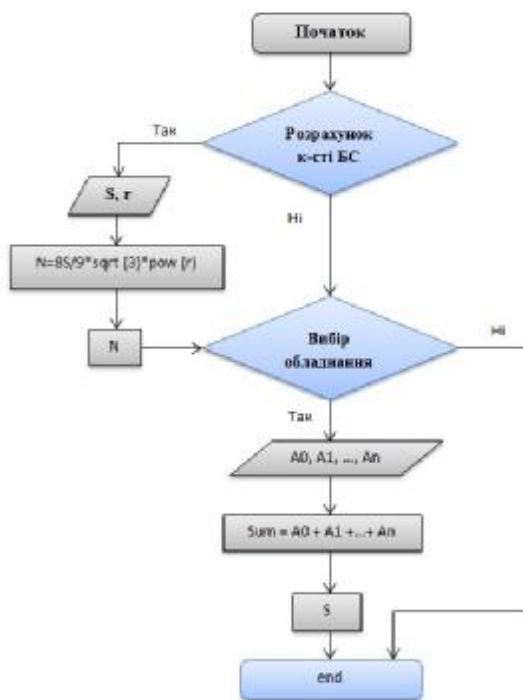


Рис. 2 Алгоритм роботи програми

Після запуску програми з'являється вікно з запропонованими діями. При натисненні на анімацію відбувається перехід на веб-сторінку (<https://ru.wikipedia.org/wiki/LTE>).

Запропоновані такі дії: розрахунок необхідної кількості базових станцій або

перехід до вибору обладнання, рис. 3.



Рис. 3 Початок роботи програми

На верхній частині вікна знаходиться меню, в якому можна переглянути довідку про користування програмою.

На рисунку 4 зображене вікно, яке з'являється після натиснення кнопки для розрахунку кількості базових станцій. В ньому користувач обирає тип місцевості і задає площу ділянки. Для місцевості з високою щільністю радіус соти буде менший, ніж для місцевості з низькою щільністю.

На рис. 5 зображене вікно з алгоритмом, за допомогою якого проводиться оцінка кількості базових станцій мережі LTE.

Розрахунок кількості базових станцій відбувається за наступною формулою:

$$N = \frac{8 \cdot S}{9 \sqrt{3} \cdot d^2}, \quad (1)$$

де  $S$  – площа ділянки;

$d$  – радіус базової станції.

У цьому вікні також візуально виділена частина мережі *E-UTRAN*, над якою відбувається розрахунок. Після натиснення кнопки розрахунку програма видає результат розрахунку кількості базових станцій, як це зображено на рис. 4.

Вікно вибору обладнання передбачає вибір обладнання зі списку та додавання його до списку обраного обладнання, який знаходиться нижче. На рис. 7 зображене саме це вікно та продемонстрований процес вибору обладнання

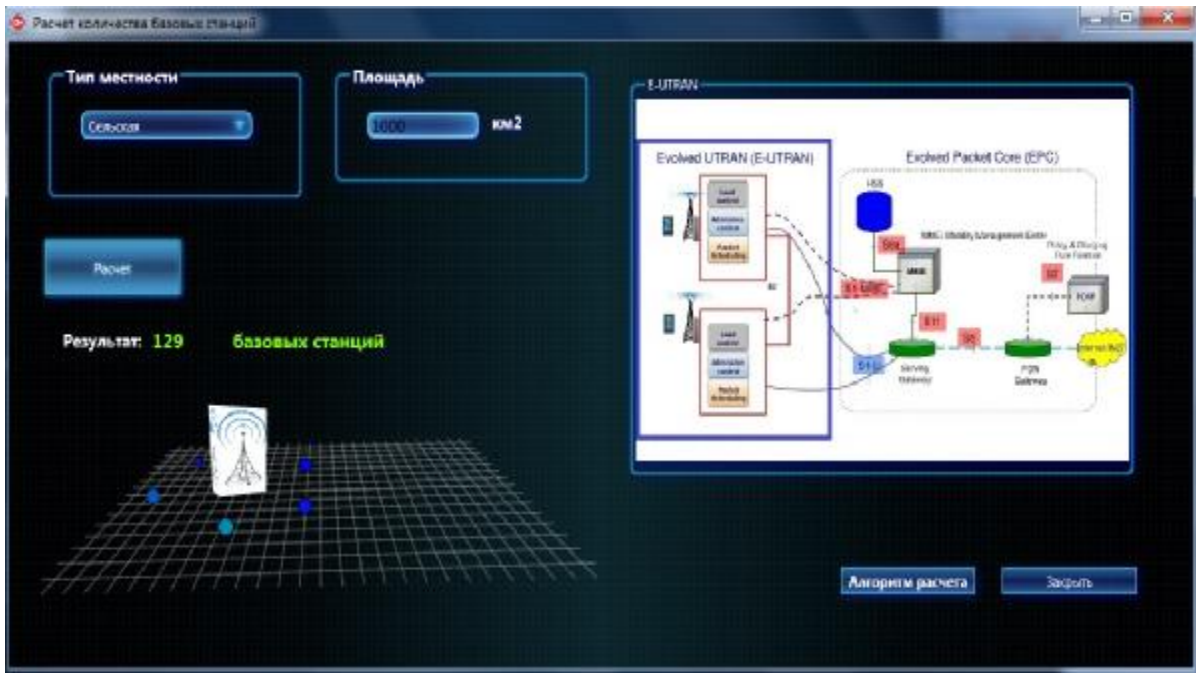


Рис. 4 Вікно розрахунку кількості базових станцій

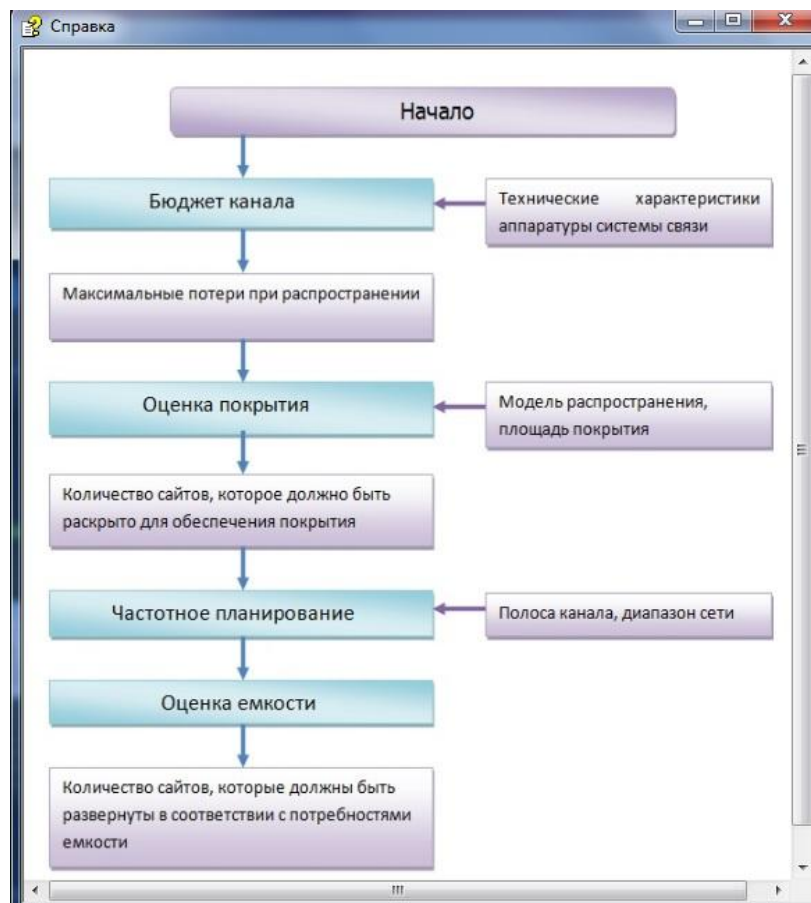


Рис. 5 Алгоритм розрахунку кількості базових станцій

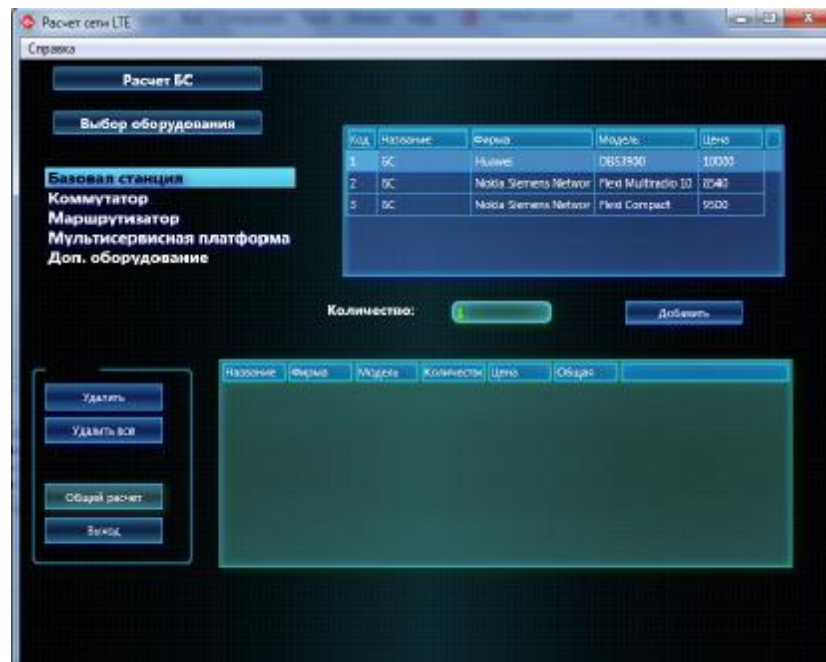


Рис. 7 Вибір обладнання

Після натиснення кнопки «Загальний розрахунок» відбувається розрахунок суми обраного обладнання з урахуванням суми за налагодження, встановлення, транспортні витрати, упаковку та заготі-

вельно-складські витрати. Це зображено на рис. 8.

Користувач може повернутися до вибору обладнання, якщо є така необхідність.



Рис. 8 Виведення результату

## Висновки

Розвиток телекомунікаційних мереж наразі є однією з найпріоритетніших задач, оскільки щодня збільшується потреба в широкосмуговому доступі. Впроваджуючи технологію *LTE*, забезпечується підвищення пропускної здатності, збільшення швидкості та зниження вартості передачі даних. Користувачі зможуть відкрити для себе нові послуги, які раніше не були доступні при мобільному бездротовому доступі.

В ході виконання даної роботи був розроблений проект побудови мережі *LTE* в Київській області. Кількість потенційних абонентів складає 895895 абонентів, а необхідна кількість базових станцій – 5163. При виборі обладнання було обрано виробника, який зарекомендував себе найкращим постачальником комутаційного обладнання в світі – «CiscoSystems». Враховуючи всі компоненти та затрати на встановлення та налаштування обладнання, побудова проєктованої мережі буде коштувати 2086545784грн.

В результаті виконання роботи було розроблене програмне забезпечення для полегшення етапу проєктування мережі. Програма обчислює необхідну кількість базових станцій та загальну суму витрат для побудови мережі.

## Список літератури

1. Вишне夫斯基 В. М. Энциклопедия WiMAX: Путь к 4G / В. М. Вишне夫斯基, С. Л. Портной, И. В. Шахнович – М. : Техносфера, 2009. – 472 с.
2. GSA Evolution to LTE report [електронний ресурс] – електронні текстові дані – режим доступу: [http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA\\_Evolution\\_to\\_LTE\\_report\\_060514.pdf](http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA_Evolution_to_LTE_report_060514.pdf)
3. Ericsson Mobility Report [електронний ресурс]– електронні текстові дані – режим доступу: <http://www.ericsson.com/mobility-report>
4. Understanding 5G [електронний ресурс]– електронні текстові дані – режим доступу: <http://www.arnitsu.com>

5. Перспективи та рекомендації по впровадженню стільникового зв'язку 4-го покоління / В. В. Ткаченко, Р. С. Одарченко, В. С. Повхліб, Т. Р. Андрійченко // Проблеми навігації та управління рухом : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів; м. Київ, 21–22 листопада 2011 р. : тези доповідей / редкол. : М. С. Кулик та ін. – К. : НАУ, 2011. – С. 122.

6. Тихвинский В. О. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. – М. : Эко-Трендз, 2010. – 284 с.: илл.

7. Ткаченко В. В. Вітчизняні перспективи розвитку технології *LTE* / В. В. Ткаченко, І. О. Дударчук, К. В. Дружиніна // Проблеми навігації та управління рухом : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів; м. Київ, 23–24 листопада 2010 р. : тези доповідей / редкол. : М.С. Кулик та ін. – К. : НАУ, 2010. – С. 105.

8. Ткаченко В. В. Методи прогнозування попиту на послуги мереж *LTE* / В.В. Ткаченко, Р. С. Одарченко, Ю. О. Петрова // Політ-2011. Сучасні проблеми науки : міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів, 7–9 квітня 2010 р.: тези доп. – К. : НАУ, 2011. – С. 30.

9. В. Скрипін Глава НКРСИ: 4G в Украине появится не раньше 2016 года [електронний ресурс]– електронні текстові дані – режим доступу: <http://itc.ua/news/glava-nkrsi-4g-v-ukraine-poyavitsya-ne-ranshe-2016-goda/>

Статтю подано до редакції 22.09.2015