

УДК 621.396.946

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НИЗХІДНОГО КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ ТЕХНОЛОГІЇ LTE

Горбачов В.О., Колосов Б.Є., Любимов М.О., Москалец М.В.

e-mail: viacheslav.horbachov@nure.ua, bohdan.kolosov@nure.ua,

mykyta.liubimov@nure.ua, mykola.moskalets@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ
м. Харків, Україна

The work presents a study of the performance of the downlink channel of LTE technology taking into account: the width of the frequency channel, various types of modulation and the speed of information coding. A simulation modeling of the performance assessment of the downlink channel of LTE technology was carried out using the modeling software package – LTE Downlink Resource Element Visualization v1.1. The results obtained in the work make it possible to assess the performance of the downlink channel of LTE technology depending on the variable parameters of coding schemes in complex signal-interference conditions of mobile communication networks.

Для проведення дослідження експериментального моделювання продуктивності низхідного каналу зв'язку технології LTE. в роботі запропоновано програмний пакет моделювання – LTE Downlink Resource Element Visualization v1.1 (рис.1). Використання зазначеного інструменту дозволяє зробити моделювання процесу розподілу ресурсних елементів низхідного каналу зв'язку технології LTE з урахуванням параметрів сигналів та фізичних каналів зв'язку [1].

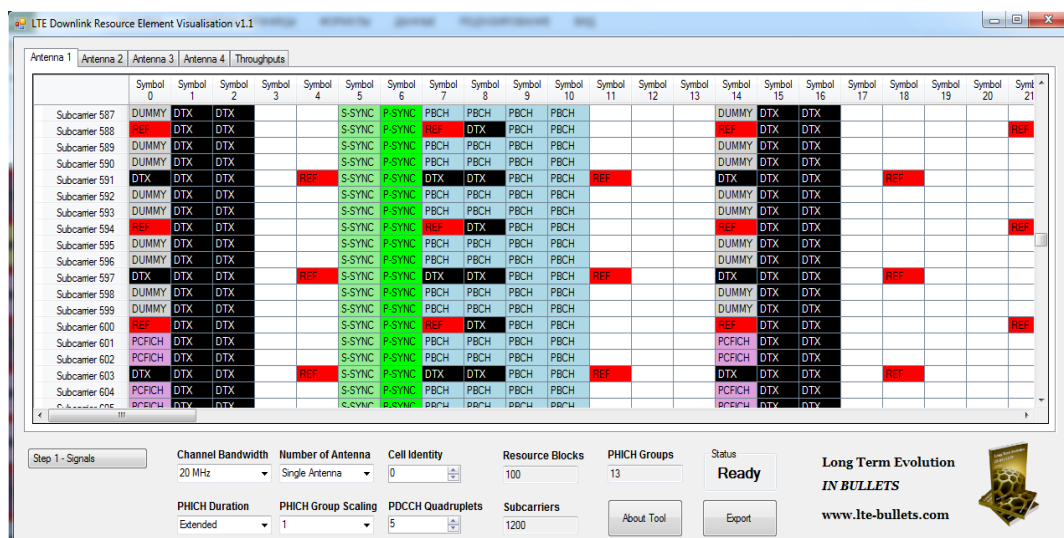


Рисунок 1 – Приклад інтерфейсу програми LTE Downlink Resource Element Visualization v1.1

Вибір інструменту LTE Downlink Resource Element Visualization v1.1 обумовлено можливістю налаштування керованих змінних, що визначають розподіл ресурсних елементів, таких як ширина частотного каналу,

кількість передавальних антен, службових даних і т.д. Також існує можливість вибору необхідної схеми модуляції та кодування сигналу, що визначає пропускну здатність низхідного каналу зв'язку.

Для проведення досліджень з оцінки продуктивності низхідного каналу зв'язку було використано імітаційну модель, яка надавала такі можливості (рис.2): вибір ширини низхідного каналу зв'язку, завдання вибору кількості антен, що використовуються для формування сигналу, вибір режиму, що задає кількість службової інформації, що передається по низхідному каналу зв'язку [2,3].

Channel Bandwidth	Number of Antenna	Cell Identity	Resource Blocks	PHICH Groups	Status
20 MHz	Single Antenna	0	100	13	Ready
PHICH Duration	PHICH Group Scaling	PDCCH Quadruplets	Subcarriers		
Extended	1	5	1200	About Tool Export	

Рисунок 2 – Елементи вибору параметрів для проведення імітаційного моделювання

Проведення імітаційного моделювання виконувалось в три етапи. На першому етапі здійснювалось генерування сигналів, що подаються по низхідному каналу зв'язку таких як: пілотний сигнал (Reference Signal) – це спеціальний сигнал, відомий приймальній стороні та розташований у певному місці в ресурсному блоці; сигнал первинної синхронізації (Primary synchronization signal, P-Sync); сигнал вторинної синхронізації (Secondary synchronization signal, S-Sync); сигнал переривчастої передачі мови (Discontinuous Transmission, DTX). На другому етапі виконувалась генерація фізичних каналів: фізичний канал управління "вниз" (Physical Downlink Control Channel, PDCCH); фізичний канал передачі формату, який використовується для PDCCH (Physical Control Format Indicator Channel, PCFICH); фізичний канал передачі HARQ ACK/NACK у відповідь передачі інформації «вгору» (Physical Hybrid ARQ Indicator Channel, PHICH); фізичний канал передачі мовної інформації (Physical Broadcast Channel, PBCH), канал, що не використовується (DUMMY).

На третьому етапі наводилися результати розрахунку пропускну здатності низхідного каналу зв'язку для різних схем модуляції та кодування сигналів.

В процесі моделювання ширина частотного каналу відповідно до технологічних вимог приймає значення: 1,4; 3, 5, 10, 15 і 20 МГц. Крім того, використовувалося три типи модуляції (QPSK, 16QAM та 64QAM), а також чотири види швидкості кодування інформації (0,25, 0,5, 0,75 та 1).

Таким чином, в процесі моделювання отримано результати продуктивності низхідного каналу зв'язку від ширини частотного каналу (1,4; 3, 5, 10, 15 і 20 МГц), при різних швидкостях кодування (0,25;0,5;0,75;1) та 3-х видів модуляції сигналу (QPSK, 16QAM, 64QAM), (рис.3).

Залежність пропускної спроможності від ширини каналу та модуляції

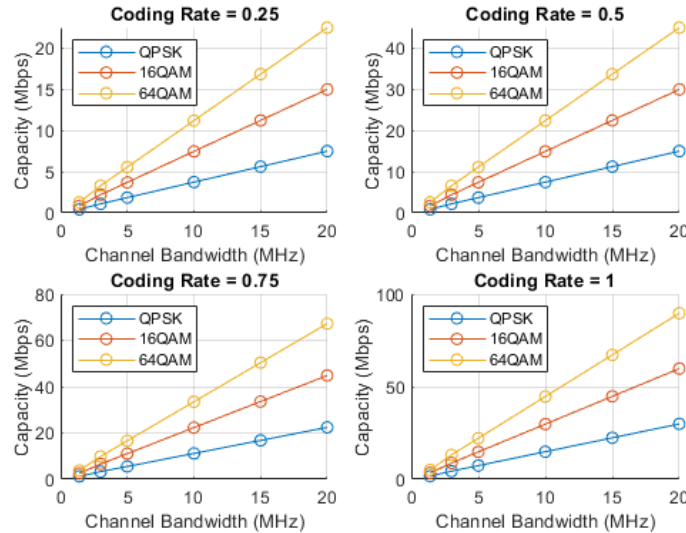


Рисунок 3 – Графіки залежностей пропускної здатності від ширини каналу, типу модуляції та швидкості кодування

Аналіз побудованих залежностей продуктивності низхідного каналу зв'язку від ширини частотного каналу показав, що зі збільшенням ширини каналу продуктивність зростає для всіх схем модуляції та швидкостей кодування. Продуктивність суттєво зростає при переході до більш складних схем модуляції та вищих швидкостей кодування, що обумовлено збільшенням обсягу переданої інформації. Найвищу продуктивність демонструє модуляція 64QAM зі швидкістю кодування 1,0, що підтверджує ефективність використання складніших схем модуляції для досягнення максимального пропускнуго каналу за умов стабільної якості сигналу.

Список використаних джерел:

1. Dahlman E., Parkvall S., Sköld J. LTE Radio Access. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband. 2014. P. 103–119. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-419985-9.00007-6>.
2. Koliadenko, Y., Moskalets, M., Badieiev, V., Savchenko, R. Method Radio Resource Allocation in Cognitive Radio Network. Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 809. Springer, Cham.
3. Muliar B, Koliadenko Y.U., Moskalets M., Loshakov V., Martynchuk O., Ageyev D. Interaction Model and Phase States at Frequency Resource Allocation in a Grouping of Radio-Electronic Equipment of 5G Mobile Communication Network. 2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2022, pp. 1-7.