

ВІДГУК

офіційного опонента, завідувача кафедри «Мобільних та відеоінформаційних технологій» Державного університету Телекомунікацій Міністерства науки і освіти України,
доктора технічних наук, доцента

Отроха Сергія Івановича

на дисертаційну роботу

Яневича Олександра Костянтиновича «Моделі та методи розрахунку характеристик систем передачі мережами електропроводки»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі

1. Напрямок роботи та актуальність теми дисертації

На сьогодні рівень доступності населенню ресурсів мережі Інтернет та її інформаційних послуг вважається найважливішою характеристикою економічного розвитку держави. Показники розвитку широкопasmового доступу (ШД) до мережі Інтернет увійшли до переліку обов'язкових показників розвитку економіки, які відслідковуються аналітичними агентствами.

За даними компанії Cisco до 2021 року річний глобальний IP-трафік зросте до 3,3 зетабайт (ЗВ) або 278 екзабайт (ЕВ) на місяць. Цей процес обумовлений зростанням кількості пристроїв, підключених до IP-мереж. Тенденцією останніх років є стрімкий розвиток концепції IoT, для якого характерним є широке розповсюдження так званих «розумних» пристроїв – електронних машин, з'єднаних з іншими пристроями або мережами за допомогою технології M2M. Взаємопов'язаними із IoT є концепції «розумне місто» та «розумний будинок». Однією з технологій, які застосовуються при розгортанні концепції «розумного будинку» є BPL – різновид PLC. Популярність даної технології пояснюється тим, що її застосування дозволяє суттєво заощадити витрати і час, необхідні для розгортання телекомунікаційної мережі. Це обумовлено використанням PLC/BPL існуючих мереж будинкової електропроводки (МБЕ). Крім того, суттєвою перевагою технології є те, що вона здатна забезпечити високошвидкісне передавання інформації; а також функціонування смарт-мереж, мереж in-door, M2M та інших, оскільки в основі технології лежить метод передавання із застосуванням ортогональних гармонічних сигналів (ОГС), якому притаманна висока ефективність роботи каналами зв'язку, що характеризуються ненормованими та швидкозмінними у часі характеристиками. До таких каналів належать, зокрема, і канали МБЕ. Стрімкий розвиток ІКТ в Україні, впровадження технологій широкопasmового доступу (ШД), і сучасних систем передачі (СП) BPL згідно концепції «розумний будинок», роблять актуальними задачі дослідження характеристик СП BPL, насамперед досяжної швидкості передачі. Особливої уваги заслуговує питання оцінки потенційних характеристик СП BPL за різних типів навантаження на відгалуженні, що входять до складу МБЕ при застосуванні СП BPL на вітчизняних МБЕ. Оскільки конструкція і характеристики проводів, що використовуються для побудови МБЕ, суттєво відрізняються від закордонних проводів результати досліджень можливостей

ОЦІНКА ІМ. О. С. ПОПСВА

51-01-32-179

19 06 2019

застосування технології PLC/VPL на закордонних мережах не можуть бути використані для оцінки потенційних характеристик СП VPL при роботі по вітчизняних МБЕ. Очевидно, для такої оцінки необхідно здійснити дослідження високочастотних параметрів вітчизняних мереж будинкової електропроводки за різних типів навантаження на відгалуженні МБЕ, які досі не були досліджені.

Для ефективного впровадження технології PLC/VPL в Україні необхідно розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо проектування та побудови внутрішньобудинкових мереж доступу (ВМД) по МБЕ з використанням СП VPL з урахуванням специфіки вітчизняних МБЕ, що у подальшому можуть бути використані при розробленні відповідних нормативних документів.

Таким чином, дисертаційна робота Яневича Олександра Костянтиновича присвячена актуальним сучасним завданням.

2. Загальна характеристика роботи

Дисертація виконана в Одеській національній академії зв'язку ім. О.С. Попова, на кафедрі «Телекомунікаційних систем».

Зміст дисертаційної роботи відповідає поставленим задачам дослідження. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел і трьох додатків.

У *вступі* обґрунтовано актуальність розробки моделей і методів розрахунку характеристик СП VPL, методів підвищення ефективності застосування технологій PLC/VPL шляхом вибору оптимальних параметрів СП, а також дослідження характеристик ВМД, побудованих із застосуванням МБЕ з використанням технології PLC/VPL з урахуванням специфіки вітчизняних МБЕ. Вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, визначено мету і перелік задач дослідження, сформульовано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Надано інформацію щодо особистого внеску здобувача, апробації результатів, структури та обсягу роботи, публікацій.

У *першому розділі* виконано аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку технологій ШД, що застосовуються при побудові ВМД із застосуванням МБЕ та визначено роль технологій PLC/VPL у цьому процесі. Розглянуто основні міжнародні нормативні документи, що регламентують технології PLC/VPL. Запропоновано узагальнену модель СП мережами МБЕ за технологією PLC/VPL.

Другий розділ дисертації присвячено дослідженню високочастотних параметрів МБЕ, побудованої з використанням проводів електропроводки вітчизняного виробництва ППВ. Розроблено метод розрахунку високочастотних параметрів МБЕ між двома довільними полюсами МБЕ, заснований на складанні еквівалентної схеми МБЕ у вигляді каскадного з'єднання чотириполюсників. За допомогою даного методу виконано дослідження впливу реактивного навантаження (ємність, індуктивність) на відгалуженні МБЕ на частотні характеристики робочого загасання між вхідним і вихідним полюсами МБЕ, до яких підключено узгоджені навантаження у діапазоні частот до 30 МГц.

Третій розділ присвячено дослідженню впливу реактивного навантаження відгалуження МБЕ на швидкість передавання в СП VPL із застосуванням

традиційних ОГС з урахуванням інтерференційних завад. Для оцінки величини інтерференційних завад та досяжної швидкості передавання інформації розроблено моделі СП ВРЛ із застосуванням традиційних ОГС на основі Рекомендацій МСЕ-Т G.9960, G.9964. На основі аналізу отриманих результатів моделювання сформульовано рекомендації щодо проектування та побудови ВМД по МБЕ з використанням СП ВРЛ в Україні.

Четвертий розділ присвячено дослідженню ефективності застосування ОГС УК в СП ВРЛ при роботі фрагменту МБЕ, побудованої з використанням вітчизняного проводу ППВ. Розроблено моделі СП ВРЛ із застосуванням ОГС УК на основі Рекомендацій МСЕ-Т G.9960, G.9964 та виконано оцінку інтерференційних завад та досяжної швидкості передавання у СП ВРЛ при роботі по фрагменту МБЕ за реактивного характеру навантаження відгалуження, що входить до складу МБЕ. Як результат аналізу отриманих залежностей, сформульоване рішення, яке може стати основою для розробки алгоритму адаптації, що передбачатиме адаптивний, у залежності від змінних характеристик середовища поширення сигналів, вибір коефіцієнта розширення сигналу, що дозволить СП ВРЛ працювати більш ефективно за рахунок визначення оптимального коефіцієнта розширення сигналу за критерієм максимізації досяжної швидкості передавання інформації. Виконано оцінку ефективності СП ВРЛ із застосуванням ОГС УК у порівнянні з СП ВРЛ із використанням традиційних ОГС за різних типів навантаження на відгалуженні, що входить до складу МБЕ.

У додатках наведено графіки, що містять результати розрахунків інтерференційних завад в СП ВРЛ із застосуванням традиційних ОГС або ОГС УК за різних типів реактивного навантаження на відгалуженні, список опублікованих праць за темою дисертації та акти впровадження.

Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, виклад матеріалу логічний і послідовний. Оформлення дисертації відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт. Дисертація є завершеною науковою працею, у якій змістовно і послідовно викладено результати досліджень.

Автореферат містить загальну характеристику і короткий виклад основного змісту дисертації. Матеріал автореферату добре кореспондується з викладенням матеріалу в рукописі роботи і досить повно розкриває зміст дисертаційної роботи.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, рекомендацій, наданих в дисертації, їхня достовірність

У дисертації поставлено і вирішено наукову задачу дослідження характеристик СП ВРЛ, що працюють мережами будинкової електропроводки.

Дисертація є результатом самостійної наукової роботи автора. Достовірність і обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі, впливають з наступного:

- 1) отримані в роботі результати не суперечать відомим науковим принципам і фактам;
- 2) нові наукові і практичні результати ґрунтуються на фундаментальних наукових принципах і не суперечать їм.

4. Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Тематика дисертаційних досліджень відповідає напрямкам розвитку телекомунікацій, що сформульовані в «Концепції розвитку телекомунікацій в Україні» (Назва Концепції із змінами, внесеними згідно з Розпорядженням КМ від 27 грудня 2008 р. № 1612-р (1612-2008-р)). Результати досліджень дисертаційної роботи використані в госпдоговірній науково-дослідній роботі ДП «Одеський науково-дослідний інститут зв'язку» «Дослідження технології VDSL2 на мережі широкосмугового доступу. ПАТ «Укртелеком», реєстраційний номер – 0116U008197, а також впроваджені у навчальний процес кафедри «Телекомунікаційні системи» ОНАЗ ім. О.С. Попова, про що є відповідні акти впровадження.

Наукову новизну дисертаційної роботи визначають наступні теоретичні та практичні результати:

1. Розвинуто модель і методику моделювання СП за технологією PLC/BPL мережами МБЕ, що дозволяють розрахувати основні характеристики СП: потужність інтерференційних завад і швидкості передавання в залежності від характеристик МБЕ.

2. Запропоновано метод розрахунку параметрів передачі МБЕ заснований на складанні еквівалентної схеми МБЕ у вигляді каскадного з'єднання чотирьох полюсників, що дозволяє розраховувати параметри передачі між двома довільними полюсами МБЕ без розрахунку матриці розсіювання.

3. Встановлено залежність параметрів передачі МБЕ від діапазону значень реактивних навантажень. Виявлено, що частотні спотворення характеристик каналу передачі є мінімальними коли комплексний опір навантаження дорівнює хвильовому опору $Z_{xв}$ проводу відгалуження, до якого підключено навантаження.

4. Встановлено залежності інтерференційних завад та швидкості передавання інформації в СП BPL із застосуванням традиційних ОГС від типу та величини реактивного навантаження відгалуження, що входить до складу МБЕ, утвореної з використанням вітчизняного електричного проводу типу ППВ.

5. *Вперше* досліджено ефективність застосування ОГС УК в СП BPL при роботі по МБЕ, утвореній з використанням вітчизняного електричного проводу типу ППВ, отримано оцінки швидкості передавання інформації у ВМД з урахуванням інтерференційних та адитивних завад.

5. Повнота викладу результатів дисертації в наукових виданнях

Основні результати, які отримані в дисертаційній роботі, опубліковані в 18 наукових працях, у тому числі у 8 статтях (з них 4 – у наукометричній базі Index Copernicus; 6 – у наукових фахових виданнях), патенті України, 3 монографіях, та у матеріалах 6 доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях.

6. Зауваження до дисертаційної роботи

1. В першому розділі недостатньо розкрито питання комерційного впровадження технологій PLC/BPL та не наведено місце зазначених технологій при розвитку мережі широкосмугового доступу.

2. Поза увагою здобувача залишилися характеристики завад у вітчизняних мережах будинкової електропроводки та їх вплив на швидкість передавання інформації.

3. У роботі не підтверджено розрахунками ефективність методу розрахунку параметрів передачі мережі будинкової електропроводки.

4. У дисертації не обґрунтовано чому у дослідженні розглянуто тільки один тип проводу ППВ з площею поперечного перерізу мідних струмопровідних жил 1,5 мм², адже існують варіанти з іншою площею поперечного перерізу струмопровідних жил та іншим матеріалом осереддя.

5. Слід було би розробити для завдань проектування мереж доступу за технологією PLC/BPL відповідні програмні засоби.

6. Дисертаційна робота містить незначну кількість орфографічних, синтаксичних та лексичних помилок.

Відзначені зауваження не впливають на загальну, безперечно, позитивну оцінку дисертаційної роботи, так як робота має завершеність, а одержані нові наукові результати доцільні до впровадження.

7. Висновки

Дисертаційна робота Яневича Олександра Костянтиновича «Моделі та методи розрахунку характеристик систем передачі мережами електропроводки» є завершеною працею, яка має практичну спрямованість та у якій на основі виконаних автором досліджень отримані нові науково обґрунтовані результати, що є важливим кроком у розвитку теорії та практики телекомунікаційних систем широкопasmового доступу.

За новизною, актуальністю отриманих результатів, достовірністю основних висновків дисертація відповідає «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р.

Вважаю, що автор дисертаційної роботи заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри «Мобільних та відеоінформаційних технологій» Державного університету Телекомунікацій Міністерства науки і освіти України,
д. т. н., доцент

С. І. Отрох

Особистий підпис Отроха С.І. засвідчую
Начальник відділу кадрів Державного університету
Телекомунікацій Міністерства науки і освіти України

