

## ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СИСТЕМ ДОСТУПУ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Здійснено аналіз методів підвищення пропускної здатності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11, що функціонують у складі розподілених систем при довільному режимі навантаження (ненасичений і насичений стан) і наявності завад в радіоканалі, за рахунок управління параметрами каналного рівня.*

**Ключові слова:** безпроводна мережа, розподільна система, завади в радіоканалі, параметри каналного рівня, IEEE 802.11

### *Abstract*

*The analysis of methods of increase of bandwidth of wireless networks of the IEEE 802.11 standard operating as a part of the distributed systems at an arbitrary mode of loading (unsaturated and saturated state) and existence of disturbances in a radio channel, due to management of parameters of channel level is carried out.*

**Keywords:** wireless network, distribution system, radio interference, channel layer parameters, IEEE 802.11

### **Вступ**

Актуальність теми дослідження. Наразі безпроводні мережеві технології зайняли потужне місце в нашому житті. Вони широко використовується в різних галузях промисловості, сільському господарстві, військовій сфері, як самостійні системи зв'язку, так і в якості сегментів різного роду розподілених систем управління. Найбільш широке поширення отримали технології стандарту IEEE 802.11 (Wi-Fi). Незважаючи на велику різноманітність розширень (протоколів) цього стандарту, каналний рівень цих протоколів один, а, отже, від ефективності його функціонування багато в чому залежить і ефективність функціонування безпроводних мереж в цілому. Саме на MAC-рівні встановлюються правила спільного використання середовища передачі даних одночасно декількома станціями (елементами) безпроводної мережі [2]

Незважаючи на досить великий час, що пройшов з моменту розробки стандарту IEEE 802.11 науковий інтерес до нього не слабшає і по теперішній час, що підтверджується великою кількістю наукових робіт, присвячених аналітичному моделюванню безпроводних мереж і оцінці їх продуктивності в різних умовах. [] Але, на жаль, особливості функціонування безпроводних мереж при оцінці їх продуктивності досі недостатньо повно враховані. Так, отримані результати виявляються непридатними в умовах "нормального" навантаження (ненасичений стан мережі), коли буфери станцій мережі періодично виявляються порожніми, а також в умовах завад і спотворень передаваних пакетів. [1] Крім того, зміна параметрів каналного рівня стандарту IEEE 802.11, що настроюються, по-різному впливає на його продуктивність, що вимагає наявності алгоритмів їх оптимізації, а бістабільність протоколу припускає розробку механізмів запобігання перевантаженням в мережі. [3] Таким чином, дослідження моделей функціонування мереж стандарту IEEE 802.11, що враховують довільний режим навантаження в мережі (насичений і ненасичений стан), вплив завад і отримання на їх основі конкретних алгоритмів управління параметрами каналного рівня, що забезпечують підвищення пропускної спроможності мережі, є дуже актуальним завданням.

Ступінь розробленості теми. Питанням моделювання, оцінки продуктивності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 і підвищенню ефективності їх функціонування присвячена велика кількість наукових робіт. Серед цих робіт більшість присвячена аналізу продуктивності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 для умов максимального навантаження (насичений стан мережі) і в

припущенні ідеальності характеристик каналу зв'язку (відсутність шумів, завад і інших радіосигналів, що заважають, в мережі), інша частина робіт частково враховує ці чинники, але результати, як правило, носять локальний по областях і умовах застосування характер, мають певні переваги і недоліки. [4] Аналіз цих і інших опублікованих результатів показує актуальний напрям досліджень по подальшому розвитку існуючих методів моделювання і оцінки продуктивності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 [1], з метою об'єднання їх переваг і виключення властивих ним недоліків. При цьому, розробка і аналіз нових моделей і алгоритмів, що враховують особливості реальних умов функціонування безпроводних мереж, дозволить точніше оцінювати показники їх продуктивності, як при проектуванні нових, так і при модернізації існуючих мереж зв'язку.

### Результати дослідження

Ефективність функціонування безпроводної системи передачі даних в загальному випадку визначається продуктивністю використання ресурсів системи в досягненні головної мети її функціонування. При цьому продуктивність використання ресурсів визначає продуктивність цієї системи. Під продуктивністю, у свою чергу, прийнято розуміти показник, що характеризує число вимог, відпрацьованих в одиницю часу при заданих параметрах навантаження. Показник продуктивності в загальному випадку характеризує ефективність використання виділеного для мережі ресурсу (частотного, часового, просторового). Слід зазначити, що в якості основного показника продуктивності безпроводної мережі, як правило, використовується її ефективна пропускна здатність [4]

Оцінка продуктивності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 і розробка нових науково-технічних рішень по її підвищенню є важливим і актуальним напрямом в області системного аналізу ефективності функціонування безпроводних СПД. Незважаючи на досить великий час, що пройшов з моменту розробки стандарту IEEE 802.11, науковий інтерес до нього не слабшає, що підтверджується великою кількістю наукових робіт (рисунок 1), присвячених аналітичному моделюванню безпроводних мереж і оцінці їх продуктивності в різних умовах.

Проведений аналіз існуючих наукових робіт, присвячених аналітичному моделюванню мереж стандарту IEEE 802.11, дозволив виділити і структурувати наступні моделі процесу їх функціонування на MAC-рівні (рис. 1) . [3]

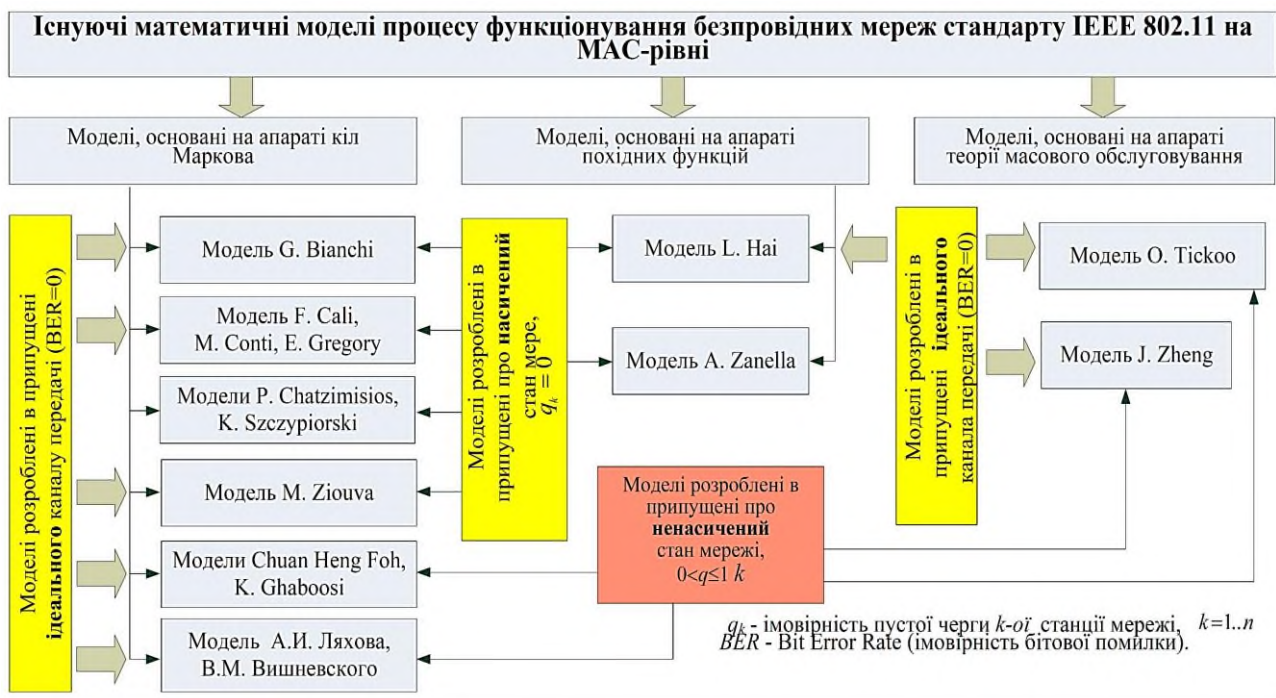


Рисунок 1 – Аналіз базових аналітичних моделей каналного рівня стандарту IEEE 802.11

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок про те, що спектр існуючих підходів до оцінки продуктивності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 досить широкий. При цьому отримані результати мають, як правило, локальний по областях і умовах застосування характер, мають певні переваги і недоліки.

Проведений аналіз предметної області показав, що, незважаючи на широкий спектр наукових робіт (різноманітність аналітичних моделей і підходів), особливості функціонування безпроводних мереж при оцінці їх продуктивності досі недостатньо повно враховані. Так, отримані результати виявляються непридатні в умовах нормального навантаження, коли черги станцій періодично виявляються порожніми, а також в умовах завад і спотворень передаваних пакетів. Крім того, зміна параметрів каналного рівня протоколу IEEE 802.11 (розмір вікна конкуренції, кількість спроб передачі) порізному впливають на його продуктивність, що вимагає наявності алгоритмів їх налаштування (з метою оптимізації продуктивності), а бістабільність протоколу припускає розробку механізмів запобігання перевантаженням в мережі. Також одним зі значущих результатів аналізу доцільно рахувати підтвердження актуальності досліджень по подальшій розробці теоретичних основ в області безпроводної передачі інформації, методів проектування і оптимізації параметрів протоколів, спрямованих на підвищення їх ефективності функціонування, у тому числі за рахунок підвищення їх загальної пропускної здатності [5]

У зв'язку з цим актуальним є виконане дослідження математичної моделі процесу функціонування безпроводної мережі стандарту IEEE 802.11 в ненасиченому стані і за наявності завад в радіоканалі, а також використання цієї моделі комплексу алгоритмів для налаштування параметрів каналного рівня (за рахунок пошуку їх оптимальних значень) безпроводної мережі стандарту IEEE 802.11 і керування доступом до середовища передачі даних, що забезпечують підвищення пропускної спроможності мережі і її стабілізацію на максимальних значеннях в режимі високого навантаження.

### Висновки

Показано, що розподілені системи є невід'ємною частиною усіх великих, територіально рознесених підприємств.

Показана алгоритмічна складність використаних в стандарті IEEE 802.11 механізмів доступу, пов'язана з випадковістю процесу вибору кожною станцією числа очікуваних до моменту передання тайм-слотів, неможливістю прямого виявлення станціями колізій під час передачі, у зв'язку з напівдуплексним режимом роботи, а також з можливістю появи "прихованих" станцій в мережі.

Проведений аналіз існуючих аналітичних методів оцінки продуктивності безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 на MAC-рівні в різних умовах їх функціонування показав, що, незважаючи на широкий спектр наукових робіт (різноманітність аналітичних моделей і підходів), особливості функціонування безпроводних мереж при оцінці їх продуктивності досі недостатньо повно враховані.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов, С. Н. Теорія телетрафіку : концепції, моделі, додатки. Теорія і практика інфокомунікацій / С. Н. Степанов. - М.: Горяча лінія- Телеком, 2015. – 868 с.
2. Chien - Erh Weng, Hsing - Chung Chen. The performance evaluation of IEEE 802.11 DCF using Markov chain model for wireless LANs // Computer Standards & Interfaces, Volume 44, February 2016. - P. 144-149.
3. Mohand Yazid, Djamil Aïssani, Louiza Bouallouche - Medjkoune, Nassim Amrouche, Kamel Bakli. Modeling and enhancement of the IEEE 802.11 RTS/CTS scheme in an error - prone channel // Formal Aspects of Computing, January 2015, Volume 27, Issue 1. - P. 33-52.
4. Анисимов, Д.В. Оцінка продуктивності каналного рівня стандарту IEEE 802.11 з урахуванням стану завантаженості елементів мережі і впливу завад в розподілених автоматизованих системах управління / Д.В. Анисимов, С. В. Дмитриев, А.А. Двилянський // Прилади і системи для автоматизації промислових підприємств - 2016. - №7. - С. 10-18.
5. Антонюк Г.Л. Демодулятор квадратурних I/Qканалів / В.С. Белов, О.С. Полуденко, Г. Л. Антонюк // XLVI Науково-технічна конференція факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та носистем, 2017 р.

**Антонюк Ганна Леонідівна** — аспірант групи АС-20, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [annaantonuik@gmail.com](mailto:annaantonuik@gmail.com)

**Полуденко Ольга Сергіївна** — аспірант групи АС-19, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olha.poludenko@gmail.com](mailto:olha.poludenko@gmail.com)

**Білошкурська Марина Вікторівна** — студент групи ТКС – 19 м, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Васильківський Микола Володимирович** — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, заступник декана факультету ІРЕН, Вінницький національний технічний університет

**Antonuiк Hanna L.** — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [annaantonuik@gmail.com](mailto:annaantonuik@gmail.com)

**Poludenko Olha S.** — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [olha.poludenko@gmail.com](mailto:olha.poludenko@gmail.com)

**Biloshkurska Marina V** - student of TKS group - 19 m, Vinnytsia National Technical University

Supervisor: **Vasylykivsky Mykola V.**— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia