

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА РАДІОЕЛЕКТРОННЕ АПАРАТОБУДУВАННЯ<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-153-6-107-114>

УДК 621.391.8

Д. В. Михалевський¹**ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ОЦІНЮВАННЯ
ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПРОВІДНИХ КАНАЛІВ
СТАНДАРТУ 802.11**¹Вінницький національний технічний університет

Головною структурною одиницею мереж стандарту 802.11, є безпровідний канал. На його характеристики впливає велика кількість дестабілізуючих факторів. Надійнішим способом оцінювання факторів впливу є експериментальні дослідження та створення на їх базі емпіричних моделей. Застосування таких моделей дає можливість прогнозувати ефективність каналів на етапах проектування та під час підключення до мереж стандарту 802.11 для стаціонарних і мобільних абонентів.

Для визначення фактора впливу характеристик пристроїв стандарту 802.11 різних виробників проведено емпіричні дослідження на базі безпровідної мережі стандарту 802.11, де існував один безпровідний канал на основі радіокола та з мінімальним впливом інтерференційних завад. Основними параметрами для досліджень вибрано ефективну швидкість передачі інформації, пропускну здатність, потужність сигналу на вході приймача.

На основі результатів експериментальних досліджень, запропоновано нові емпіричні моделі оцінювання основних параметрів безпровідних каналів стандарту 802.11 на базі алгоритмів моніторингу. Особливістю запропонованих моделей є можливість встановлення фактора впливу параметрів приймально-передавального обладнання різних виробників з урахуванням довжини каналу та фактора обмеження швидкості внутрішньої шини обміну даними.

Дослідження отриманих моделей показали, що коефіцієнти ослаблення регресії мають незначний вплив на результат оцінювання основних параметрів каналу, але вони мають більшу залежність від інших факторів впливу. В більшості випадків відмінності у приймально-передавальному тракту різних виробників можна оцінювати на основі початкових рівнів моделей. Такі параметри можна вимірювати в певній контрольній точці та оцінювати по всій довжині каналу безпосередньо для досліджуваного пристрою з використанням алгоритмів моніторингу.

Ключові слова: безпровідний канал, стандарт 802.11, ефективна швидкість передачі інформації, потужність сигналу, фактор впливу приймально-передавального тракту.

Вступ

На сучасному етапі розвитку, досить широкого поширення отримали безпровідні мережі сімейства стандартів 802.11x [1]. Такі мережі є економічно вигідними та простими у побудові та обслуговуванні і мають досить високу пропускну здатність каналів. Спектр їх використання є достатньо широким: від об'єднання пристроїв концепції «Інтернет речей» до надання доступу до теле- та інфокомунікаційних послуг [2].

Широке впровадження таких мереж та використання малопотужних приймачів приводить до виникнення низки факторів, що впливають на основні параметри каналу стандарту 802.11. Такі фактори можна поділити на дві групи [3]: зміна параметрів середовища під час передачі від впливу явищ природи; завади які є самостійними джерелами випромінювання. Крім того, фактори можна поділити на енергетичні, що впливають на параметр рівня сигналу на вході приймача та інформаційні, що мають вплив на пропускну здатність безпровідних каналів [4]. В більшості випадків вони пов'язані з приймально-передавальним обладнанням [5]: вихідна потужність передавача; коефіцієнти підсилення передавальної та приймальної антен; якість провідників та з'єднувачів; селективність приймача; чутливість приймача і т. д.

Надійнішим способом оцінки таких факторів є експериментальні дослідження та створення на їх базі емпіричних моделей [6]. Враховуючи існування значної кількості факторів впливу,

достовірність оцінювання основних параметрів безпроводних каналів стандарту 802.11 буде залежати від трьох основних складових: достовірності результатів емпіричних досліджень на основі яких отримані математична моделі; достовірності вимірювання параметра потужності на вході приймача, що буде залежати від характеристик обладнання стандарту 802.11 у різних виробників; достовірності оцінювання інтервалів, що враховують фактори впливу.

Емпіричні моделі дають можливість прогнозувати ефективність каналів як для стаціонарних, так і для мобільних абонентів, на етапах проектування та під час підключення до мереж. Використання таких моделей передбачається для будь-яких абонентських пристроїв стандарту 802.11, що, своєю чергою, може привести до появи фактора, пов'язаного з впливом відмінності параметрів апаратної частини приймально-передавального тракту різних виробників.

Метою роботи є емпіричні дослідження основних параметрів безпроводних каналів стандарту 802.11 для різноманітних пристроїв різних виробників в умовах приміщення та встановлення фактора впливу на базі регресійного аналізу.

Аналіз експериментальних досліджень

Для визначення фактора впливу характеристик різноманітних пристроїв стандарту 802.11 різних виробників, проведено емпіричні дослідження на базі безпроводної мережі стандарту 802.11, де існував один безпроводний канал на основі радіокола та з мінімальним впливом інтерференційних завад [7]. Основними параметрами для досліджень є вимірювальні значення ефективної швидкості передачі інформації V_m , пропускної здатності V_{pl} і потужності сигналу на вході приймача P_m , які можна отримати за допомогою алгоритмів моніторингу та додатків прикладного рівня. Для досліджень вибрано три абонентських пристрої (Пр1, Пр2, Пр3) та три точки доступу (ТД1, ТД2, ТД3). Також використовувався безпроводний канал стандарту 802.11n зі смугою 20 МГц у частотних діапазонах 2,4 ГГц та 5 ГГц. Для аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень введено такі позначення на графіках для частотного діапазону 2,4 ГГц: 1 — Пр1 та ТД1; 2 — Пр2 та ТД1; 3 — Пр3 та ТД1; 4 — Пр1 та ТД2; 5 — Пр2 та ТД2; 6 — Пр3 та ТД2; 7 — Пр1 та ТД3; 8 — Пр2 та ТД3; 9 — Пр3 та ТД3. В діапазоні 5 ГГц: 10 — Пр2 та ТД1; 11 — Пр1 та ТД1.

Результати емпіричних досліджень основних параметрів каналу, подано на рис. 1.

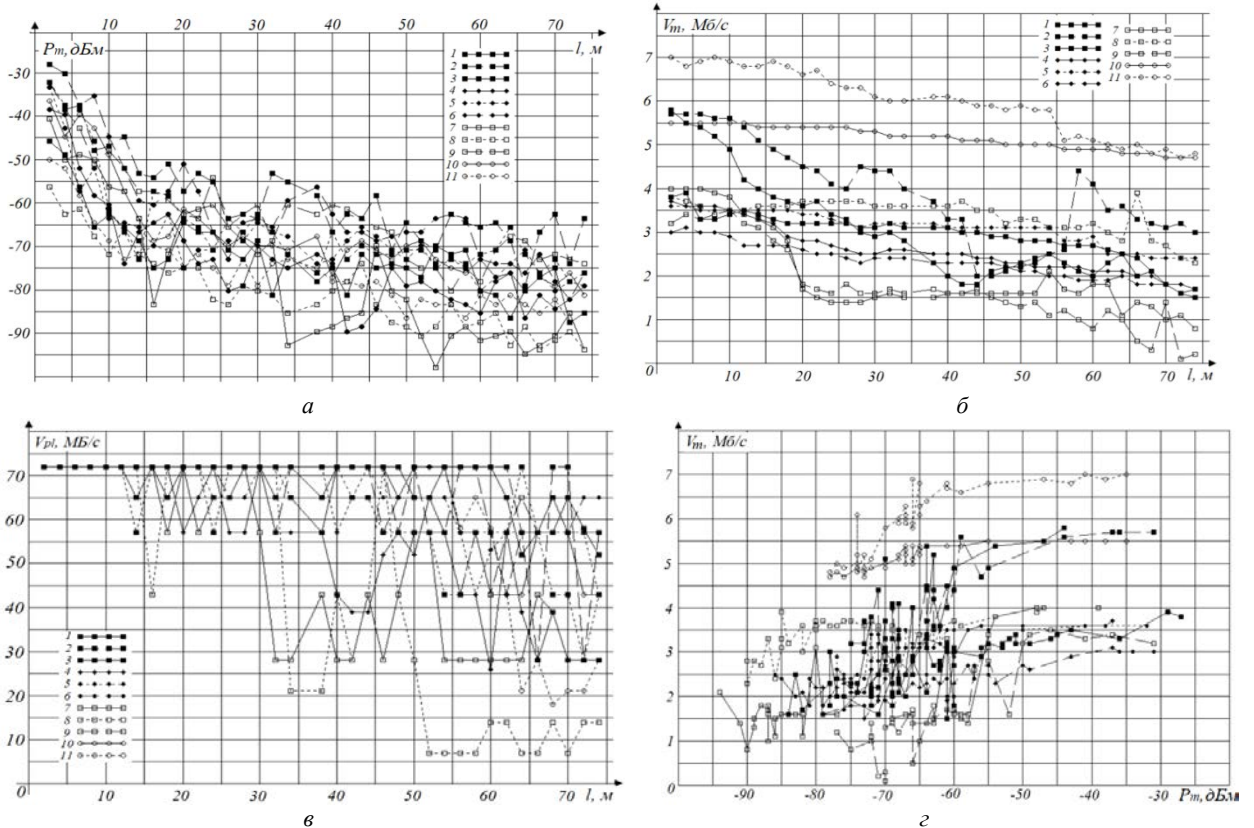


Рис. 1. Результати досліджень основних параметрів каналу: а — залежність потужності сигналу на вході приймача від довжини каналу; б — залежність ефективної швидкості передачі інформації від довжини каналу; в — залежність пропускної здатності від довжини каналу; г — залежність ефективної швидкості передачі інформації від потужності сигналу на вході приймача

Аналіз отриманих емпіричних досліджень на основі методів регресії, дає в загальному випадку такі моделі:

$$\begin{aligned} P_{Rx}(l) &= a \ln(l) + P_0; \\ V_{eff}(l) &= bl + V_0. \end{aligned} \quad (1)$$

де V_{eff} — ефективна швидкість передачі інформації, Мб/с; P_{Rx} — потужність сигналу на вході приймача, дБм; a і b — коефіцієнти ослаблення регресії, дБм/м та Мб/(с · м), відповідно, l — довжина каналу, м; P_0 і V_0 — початкові рівні, дБм та Мб/с, відповідно.

Числові значення коефіцієнтів моделей (1) наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Числові значення коефіцієнтів регресії

Параметр		a	P_0	b	V_0
Пр1 2,4 ГГц	ГД1	-8,6	-40	-0,05	5,5
	ГД2	-12	-30	-0,025	3,5
	ГД3	-15	-21	-0,03	3,6
Пр2 2,4 ГГц	ГД1	-11	-27	-0,04	5,5
	ГД2	-9,5	-34	-0,02	3,8
	ГД3	-10	-44	-0,015	4
Пр3 2,4 ГГц	ГД1	-11	-18	-0,02	3,7
	ГД2	-12	-18	-0,02	3,1
	ГД3	-11	-23	-0,04	3,3
Пр1 5 ГГц	ГД1	-9,4	-42	-0,03	7,2
Пр2 5 ГГц	ГД1	-12	-25	-0,01	5,6

На основі отриманих результатів коефіцієнтів регресії для різних досліджуваних пристроїв, можна говорити про існування певних інтервалів Δa і Δb . Такі інтервали можна наближено визначити як довірчий інтервал регресії зі статистичною імовірністю 0,99. Найбільшу відмінність видно між початковими рівнями P_0 і V_0 , які пов'язанні з вимірюванням у контрольній точці [9]. Частотний діапазон мережі майже не вносить змін для параметра потужності сигналу, але має відмінності для ефективної швидкості передачі інформації. Це пояснюється існуванням різного роду факторів впливу [5]. Таким чином, основна різниця між різними пристроями стандарту 802.11 буде визначатись початковими рівнями моделей оцінювання основних параметрів каналу.

Якщо, враховуючи умови оцінювання P_m і V_m на основі алгоритмів моніторингу [9], то вираз для розрахунку середньостатистичних початкових значень основних параметрів можна записати так:

$$\begin{aligned} P_0 &= P_m - a \ln 2; \\ V_0 &= V_m - 2b, \end{aligned} \quad (2)$$

де P_m і V_m — середньостатистичні вимірювані значення в певній точці простору приміщення, отримані за допомогою алгоритмів моніторингу, дБм та Мб/с, відповідно.

Підставляючи (2) в (1), отримаємо модель оцінювання основних параметрів безпроводних каналів стандарту 802.11, з урахуванням довжини каналу:

$$\begin{aligned} P_{Rx}(l) &= (a \pm \Delta a)(\ln(l) - \ln 2) + P_m + \Delta P_0; \\ V_{eff}(l) &= (b \pm \Delta b)(l - 2) + V_m + \Delta V_0, \end{aligned} \quad (3)$$

де ΔP_0 і ΔV_0 — відхилення початкових рівнів від середньостатистичного значення, спричиненого фактором впливу різноманітних пристроїв різних виробників, дБм та Мб/с, відповідно.

На основі моделі (3) можна оцінювати основні параметри пристроїв стандарту 802.11 на базі алгоритмів моніторингу. Використовуючи порівняння таких результатів, можна визначити фактор впливу для різноманітних пристроїв різних виробників. Використовуючи енергетичний та інформаційний коефіцієнти ефективності [4], коефіцієнти впливу можна записати так:

$$K_P = \frac{(a \pm \Delta a)(\ln(l) - \ln 2) + P_m + \Delta P_0}{a(\ln(l) - \ln 2) + P_m}; \quad (4)$$

$$K_V = \frac{(b \pm \Delta b)(l - 2) + V_m + \Delta V_0}{b(l - 2) + V_m} \quad (5)$$

Далі розглянемо статистичний зв'язок між основними параметрами безпровідного каналу стандарту 802.11 P_m і V_{eff} [8]. Результати досліджень для такого випадку показано на рис. 1з. Тут наближеною моделлю є лінійна регресія, але за внутрішнього обмеження пропускної здатності пристрою, що досить часто зустрічається, модель набуває форми квадратичної регресії. Таким чином, отримаємо:

$$V_{eff}(P_m) = \begin{cases} KP_m + S_1, \\ K_1 P_m^2 + K_2 P_m + S_2, \end{cases} \quad (6)$$

де K, K_1, K_2 — коефіцієнти ослаблення відповідних регресій, Мб/(с · дБм); S_1, S_2 — середньостатистичні значення початкових рівнів регресій, Мб/с.

Числові значення коефіцієнтів моделі (6) подано у табл. 2.

Таблиця 2

Числові значення коефіцієнтів регресії

Параметр		K	S_1	K_1	K_2	S_2
Пр1	ТД1	0,11	10,8	-0,0011	0,26	15,7
	ТД2	0,05	6,2	-0,0002	0,01	4,5
	ТД3	0,03	4,2	0,0016	0,27	12,8
Пр2	ТД1	0,1	10	-0,0014	-0,08	4,7
	ТД2	0,04	5,8	-0,001	-0,1	1,5
	ТД3	0,06	8	-0,0016	-0,2	2,5
Пр3	ТД1	0,04	5	-0,0005	-0,013	3,8
	ТД2	0,03	4,2	-0,0003	-0,006	3,2
	ТД3	0,08	6,5	-0,0004	0,03	5
Пр1	ТД1 5 ГГц	0,04	8	-0,0009	-0,08	3,8
Пр2	ТД1 5 ГГц	0,08	11	0,0025	-0,24	1,4

Для Пр1 і Пр2 та точки доступу ТД1 коефіцієнт спадання K змінюється в межах довірчого інтервалу. Ці пристрої мають високу швидкодію внутрішньої шини. Аналогічний результат показує початковий параметр регресії S_1 . Але, за наявності невідповідності пропускної здатності внутрішньої шини ТД та абонентського пристрою, виникає різниця між прогнозованими на основі моделі та реальними значеннями. Тоді, враховуючи довірчий інтервал регресії, та коефіцієнт зв'язку, модель оцінювання ефективної швидкості передачі інформації (6) можна записати так:

$$V_{eff}(P_m) = \begin{cases} (K \pm \Delta K)P_m + S_1, & \text{якщо } r_{\text{кв}}^2 \approx r_{\text{л}}^2, \\ (K_1 \pm \Delta K_1)P_m^2 + (K_2 \pm \Delta K_2)P_m + S_2, & \text{якщо } r_{\text{кв}}^2 \approx \begin{cases} r_{\text{л}}^2 + 0,15 \text{ для } 2,4 \text{ ГГц}, \\ r_{\text{л}}^2 + 0,2 \text{ для } 5 \text{ ГГц}, \end{cases} \end{cases} \quad (7)$$

де $r_{\text{кв}}^2$ і $r_{\text{л}}^2$ — коефіцієнти зв'язку для квадратичної та лінійної регресії відповідно; $\Delta K, \Delta K_1$ і ΔK_2 — межі довірчого інтервалу відповідних коефіцієнтів, Мб/(с · дБм).

Аналогічно виразу (5), коефіцієнт впливу для моделі (7) можна записати так:

$$K_V = \begin{cases} \frac{(K \pm \Delta K)P_m + S_1 + \Delta S_1}{KP_m + S_1}, \\ \frac{(K_1 \pm \Delta K_1)P_m^2 + (K_2 \pm \Delta K_2)P_m + S_2 + \Delta S_2}{K_1 P_m^2 + K_2 P_m + S_2}. \end{cases} \quad (8)$$

На основі моделі (8) можна визначати фактор впливу приймально-передавального обладнання різноманітних пристроїв стандарту 802.11 різних виробників для оцінювання основних параметрів безпровідного каналу. Модель не залежить від довжини каналу та враховує статистичний зв'язок.

Результати модельних досліджень

На основі моделей (3) та (7) можна оцінити вплив різноманітних пристроїв стандарту 802.11 різних виробників на основні параметрів безпроводного каналу. Виконаємо математичне моделювання для середньостатистичних значень з урахуванням усереднення коефіцієнтів спадання та інтервалів Δa і Δb , а також варіацій початкових коефіцієнтів. Результати для моделі (3) показано на рис. 2.

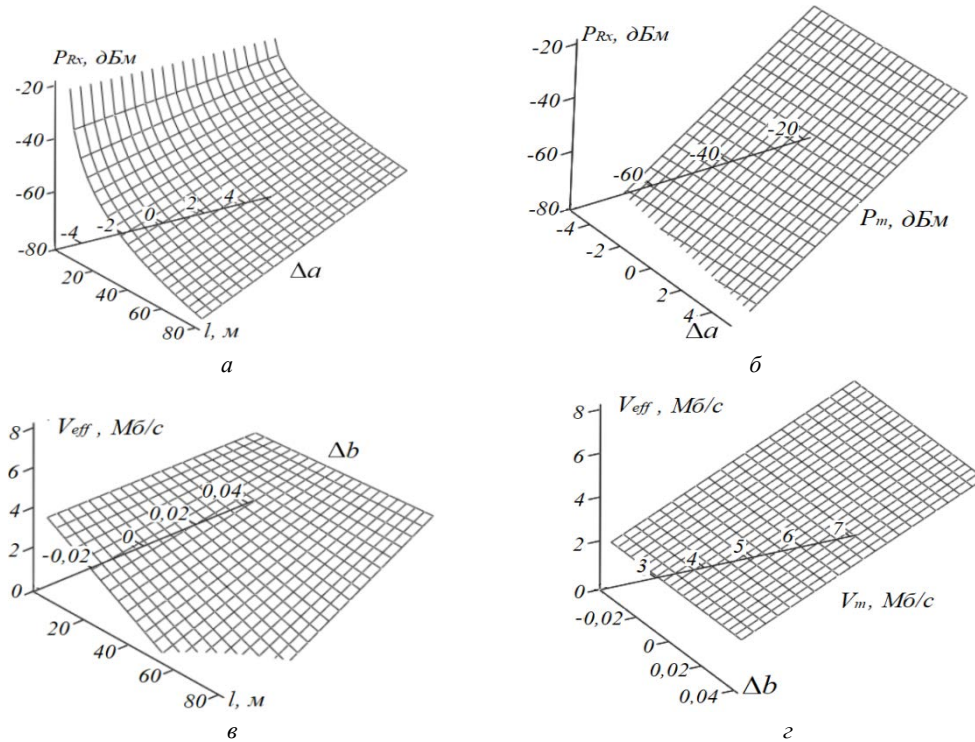


Рис. 2. Результати досліджень моделі (3) для: а — P_{Rx} , Δa та l ; б — P_{Rx} , Δa та P_m ; в — V_{eff} , Δb та l ; г — V_{eff} , Δb та V_m

Як видно з отриманих результатів на рис. 2, величини Δa та Δb мають незначний вплив на результат оцінювання основних параметрів каналу. Такі коефіцієнти мають більшу залежність від інших факторів впливу, їх можна поділити на дві групи. Перша група енергетичних параметрів що впливає на Δa , до якої можна віднести положення приймально-передавального обладнання в просторі, попадання пристрою в максимум або мінімум характеристик розподілу сигналу у приміщенні, параметри приймально-передавального тракту точок доступу та абонентських пристроїв (чутливість, характеристики антен, коефіцієнт підсилення тощо), багатопроменеве поширення хвиль та ін. Але в більшості випадків відмінності у приймально-передавальному тракті пристроїв різних виробників можна оцінити на основі вимірювання параметра P_m в певній контрольній точці та оцінити по всій довжині каналу безпосередньо для досліджуваного пристрою.

Інша група факторів — інформаційна (Δb), що впливає на ефективну швидкість передачі інформації. Тут виникає цікава ситуація — поява фактора обмеження швидкості внутрішньої шини обміну даними пристроїв, що може показувати на низьку якість компонентної бази та програмного забезпечення. В результаті цього лінійна регресія буде давати значну похибку результатів для ближніх та дальніх відстаней абонентського пристрою від ТД. Тому, в такому випадку доцільно застосовувати модель (5).

Результати математичного моделювання для моделі (5), з урахуванням усереднених значень, показані на рис. 3 (для квадратичної функції враховується $\Delta K2$).

Результати на рис. 3 підтверджують наявність вагомого фактора впливу, який буде давати похибку оцінювання ефективної швидкості передачі інформації за використання лінійної моделі для пристроїв з обмеженням внутрішньої шини ТД відносно абонентського пристрою.

Для отриманих значень досліджень, поданих у табл. 1 і 2, та на основі моделей (4), (5) і (8) визначимо величину впливу приймально-передавального обладнання різноманітних пристроїв різних виробників. Результати показані на рис. 4 (позначення кривих відповідає рис. 1).

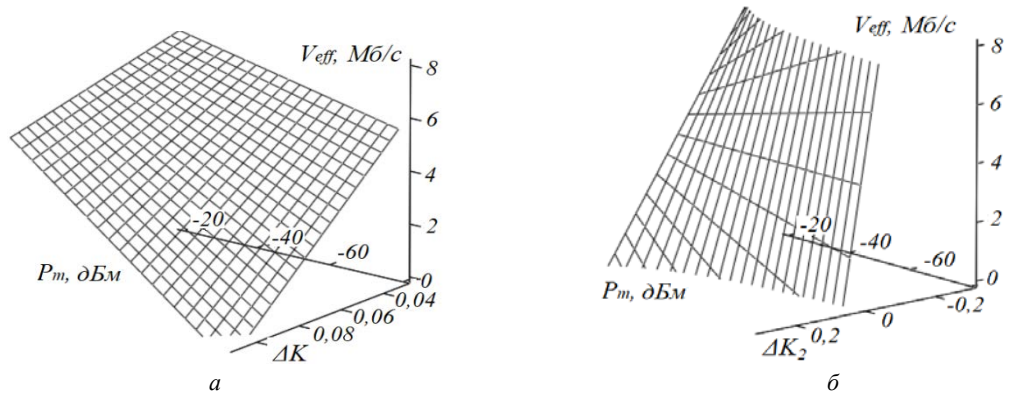


Рис. 3. Результати досліджень моделі (5) для: *a* — лінійної регресії; *б* — квадратичної регресії

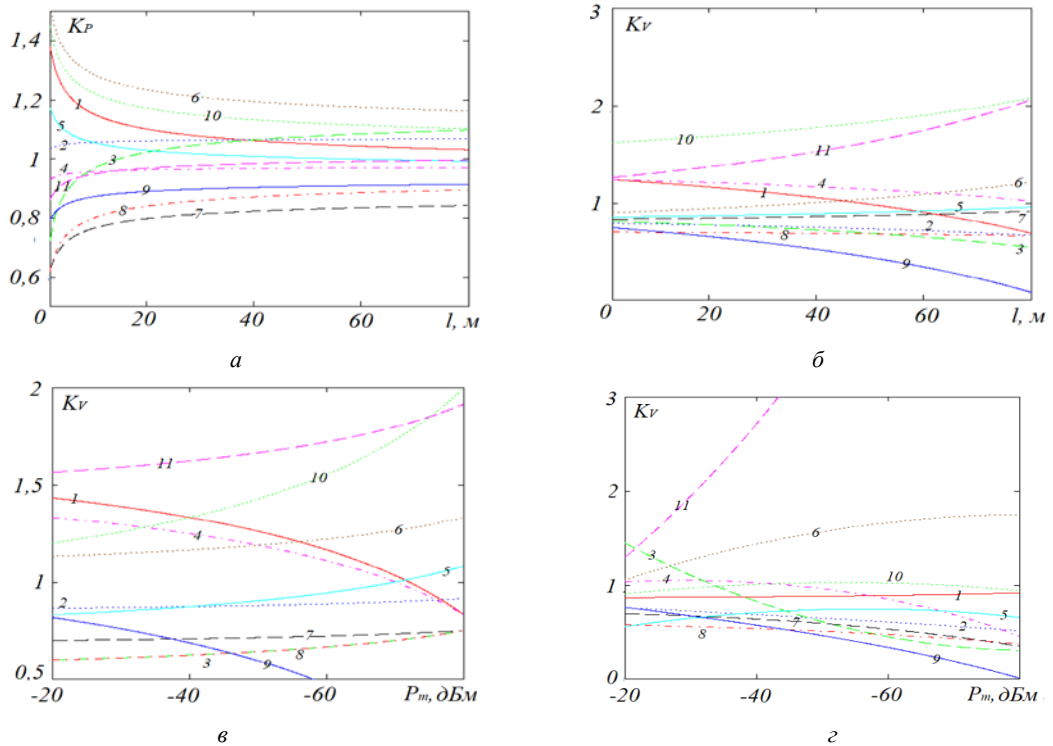


Рис. 4. Результати досліджень: моделі коефіцієнтів впливу: *a* — енергетичного; *б* — інформаційного; *в* — лінійної моделі статистичного зв'язку; *г* — квадратичної моделі статистичного зв'язку

З аналізу результатів досліджень (рис. 4) випливає, що не кожний абонентський пристрій різних виробників може використовуватись для знаходження параметрів моделей оцінювання основних параметрів безпроводних каналів, особливо пристрої з внутрішнім обмеженням пропускної здатності, оскільки в такому випадку похибка може досягати до 50 % в межах середньостатистичних приміщень. Це є справедливим для етапів проектування мереж, а для оцінювання можливостей конкретного абонентського каналу є несуттєвим.

Висновки

В роботі запропоновано моделі оцінювання потужності сигналу на вході приймача та ефективної швидкості передачі інформації для безпроводних каналів стандарту 802.11 на базі емпіричних досліджень з використанням алгоритмів моніторингу та врахуванням довжини каналу та фактора обмеження швидкості внутрішньої шини обміну даними.

Фактор впливу параметрів приймально-передавального обладнання різноманітних пристроїв різних виробників встановлено на основі коефіцієнтів впливу, які враховують довірчі інтервали коефіцієнтів затухання та варіацій початкових значень моделей. Врахування такого фактора необхідно виконувати в моделях оцінювання основних параметрів каналу для підвищення достовірності технічної діагностики на етапах проектування мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] D. Liu, et al., "WLAN new technologies in IEEE 802.11," in *XXXIth URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS)*, 2014. <https://doi.org/10.1109/URSIGASS.2014.6929347> .
- [2] A. Ausaf, M. Z. Khan, M. A. Javed, and A. K. Bashir, "WLAN Aware Cognitive Medium Access Control Protocol for IoT Applications," *Future Internet 2020*, № 12 (1), pp. 1-21, 2020. <https://doi.org/10.3390/fi12010011> .
- [3] D. Mykhalevskiy, N. Vasylykivskiy, and O. Horodetska, "Development of a mathematical model for estimating signal strength at the input of the 802.11 standard receiver," *Easten-European Journal of Enterprise Technologies*, № 4/9 (88), pp. 38-43, 2017. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.114191> .
- [4] D. V. Mykhalevskiy, and V. M. Kychak, "Development of information models for increasing the efficiency of evaluating wireless channel parameters of 802.11 standard," *Latvian journal of physics and technical sciences*, № 2, pp. 41-51. 2019. <https://doi.org/10.2478/lpts-2019-0009> .
- [5] D. V. Mykhalevskiy, "Investigation of sensitivity impact of receiver to effective data transmission rate," *Proceeding of the 1th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing*, 23-27 August 2016, Lviv, Ukraine, pp. 369-372.
- [6] D. V. Mykhalevskiy, "Investigation of wireless channels of 802.11 standard in the 5GHz frequency band," *Latvian journal of physics and technical sciences*, № 1, pp 41-51, 2019. <https://doi.org/10.2478/lpts-2019-0004> .
- [7] D. V. Mykhalevskiy, and O. S. Horodetska, "Investigation of wireless channels according to the standard 802.11 in the frequency range of 5 GHz for two subscribers," *Journal of Mechanical Engineering Research & Developments (JMERRD)*, № 42 (2), pp. 50-57, 2019. <https://doi.org/10.26480/jmerrd.02.2019.50.57> .
- [8] D. Mykhalevskiy, "Development of the method of evaluation of effective data rate on the basis of empirical model of statistical relationship of basic parameters for the wireless channel 802.11 standard," *Easten-European Journal of Enterprise Technologies*, № 5/9 (107), pp. 26-35, 2020. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.114191> .
- [9] D. Mykhalevskiy, "Construction of mathematical models for the estimation of signal strength at the input to the 802.11 standard receiver in a 5 GHz band," *Easten-European Journal of Enterprise Technologies*, № 6/9 (96), pp. 16-21, 2018. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150983> .

Рекомендована кафедрою телекомунікаційних систем та телебачення ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 18.12.2020

Михалевський Дмитро Валерійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, e-mail: adotq@ukr.net .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

D. V. Mykhalevskiy¹

Investigation of Factors of Influence on Evaluation of Main Parameters of Wireless Channels of 802.11 Standard

¹Vinnitsia National Technical University

The main structural unit of 802.11 networks is the wireless channel. Its characteristics are influenced by a large number of destabilizing factors. The most reliable way to assess such factors is experimental research and the creation of empirical models based on them. The use of such models makes it possible to predict the efficiency of channels at the design stages and during connection to networks for fixed and mobile subscribers.

To determine the factor influencing the characteristics of 802.11 devices from different manufacturers, empirical studies were conducted on the basis of an 802.11 wireless network, where there was one wireless channel based on a radio circuit and with minimal interference. The main parameters for the study were selected, such as effective data rate, bandwidth, signal strength at the input of the receiver.

Based on the results of empirical research, new empirical models for estimating the basic parameters of 802.11 wireless channels on the basis of empirical research using monitoring algorithms are proposed. A feature of the proposed models is the ability to establish the factor of influence of the parameters of the receiving and transmitting equipment of different manufacturers, taking into account the length of the channel and the factor of limiting the speed of the internal data bus.

Studies of the obtained models have shown that the decay coefficients have a negligible influence on the evaluation of the main parameters of the channel, but they are more dependent on other influencing factors. In most cases, differences in the transceiver path of different manufacturers can be estimated based on the initial levels of the models. Such parameters can be measured at a specific control point and evaluated along the entire length of the channel directly for the device under study using monitoring algorithms.

Keywords: wireless channel, 802.11 standard, effective data rate, signal strength, factor of influence of the receiving-transmitting tract.

Mykhalevskiy Dmytro V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Telecommunication Systems and Television, e-mail: adotq@ukr.net .

Исследование факторов влияния на оценку основных параметров беспроводных каналов стандарта 802.11

¹Винницкий национальный технический университет

Главной структурной единицей сетей стандарта 802.11, является беспроводной канал. На его характеристики влияет большое количество дестабилизирующих факторов. Наиболее достоверным способом оценки таких факторов являются экспериментальные исследования и создание на их базе эмпирических моделей. Применение таких моделей дает возможность прогнозировать эффективность каналов на этапах проектирования и подключения к сетям для стационарных и мобильных абонентов.

Для определения фактора влияния характеристик устройств стандарта 802.11 разных производителей, проведены эмпирические исследования на базе беспроводной сети стандарта 802.11, с одним беспроводным каналом на основе радиоцепи и с минимальным воздействием интерференционных помех. Основными параметрами для исследований выбрана: эффективная скорость передачи информации, пропускная способность, мощность сигнала на входе приемника.

На основе результатов экспериментальных исследований, предложены новые эмпирические модели оценки основных параметров беспроводных каналов стандарта 802.11 на базе алгоритмов мониторинга. Особенностью предлагаемых моделей является возможность установки фактора влияния параметров приемо-передающего оборудования различных производителей с учетом длины канала и фактора ограничения скорости внутренней шины обмена данными.

Исследование полученных моделей показали, что коэффициенты ослабления регрессии имеют незначительное влияние на результат оценки основных параметров канала, но они имеют большую зависимость от других факторов влияния. В большинстве случаев различия в приемо-передающем тракте различных производителей можно оценивать на основе исходных уровней моделей. Такие параметры можно измерять в определенной контрольной точке и оценивать по всей длине канала непосредственно для исследуемого устройства с использованием алгоритмов мониторинга.

Ключевые слова: беспроводной канал, стандарт 802.11, эффективная скорость передачи информации, мощность сигнала, фактор влияния приемо-передающего тракта.

Михалевський Дмитрій Валерієвич — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, e-mail: adotq@ukr.net