

**МЕТРИКА ПАРАМЕТРІВ
ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ**

Мірось Ю.О., Сабурова С.О.

Науковий керівник – Сабурова С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14,

каф. Інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,

тел. (057) 702-13-20)

The basic methods of measuring the frequency and bandwidth of radionuclide bandwidths of radio access systems (RAS), including wireless LAN equipment in the 2.4 GHz and 5 GHz frequency bands according to the technical requirements of the standards, are presented. Methodology for checking compliance of RAS characteristics with modern standards and radiation standards to ensure the electromagnetic compatibility of RAS and providing the necessary information for the needs of regulation of the use of the radio frequency resource of Ukraine.

Сучасне обладнання безпроводових мереж базується на міжнародних та європейських стандартах з телекомунікацій. Найбільше поширення в Україні отримали високошвидкісні стандарти безпроводових мереж IEEE 802.11a/b/g, IEEE 802.11n та IEEE 802.16, що вимагає використання у діяльності Українського державного центру радіочастот (УДЦР) національних стандартів України, згармонізованих з міжнародними та європейськими стандартами. Тому, актуальною є задача вивчення та практичного застосування відповідних національних стандартів, розроблених міжнародними організаціями, зокрема, Європейським інститутом стандартів телекомунікацій ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

Метрика вимірювання центральної частоти радіоелектронного засобу (РЕЗ) широкосмугового радіодоступу без чітко виділеної несучої частоти можливо проводити як на антенному виході передавача, так і «з ефіру» на певній відстані від РЕЗ з використанням випробувальної антени, приєднаної до аналізатора спектра. При цьому використовується метод аналізатора радіочастотного спектра, суть якого полягає в розрахунку центральної частоти ($f_{ц}$) за результатами вимірювання ширини займаної смуги частот із значень її верхньої ($f_{в}$) та нижньої ($f_{н}$) частот за формулою $f_{ц} = (f_{в} + f_{н})/2$.

Допустиме відхилення частоти передавача згідно стандарту [1] складає $\pm 25 \times 10^{-6}$. Відповідно до вимог стандарту [2] фактичну центральну частоту носійного коливання для будь-якого заданого каналу, задекларовану виробником, треба підтримувати в межах $\pm 20 \times 10^{-6}$. Приклад результату метрики вимірювання центральної частоти випромінювання РЕЗ типу NanoBridge M2-G18 "Ubiquiti Network Inc.", що працює в режимі g з класом випромінювання 20M0G1Wображений на рис.1.

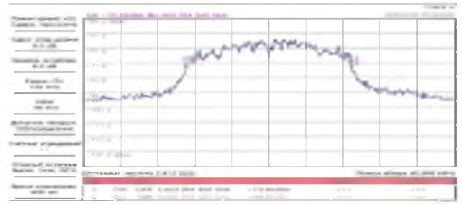
Частота, МГц		Відхилення частоти, 10 ⁻⁶											
За висновком	Виміряна	ETSI EN 300 328:2016	Виміряне										
2412	2412	±25	0										
Відповідає (так / ні) - так		Відповідає нормам (так / ні) - так											
		<table border="1"> <tr> <td>Маркер M1, МГц</td> <td>2403,054545</td> </tr> <tr> <td>Маркер M2, МГц</td> <td>2420,945454</td> </tr> <tr> <td>Частота згідно з висновком щодо ЕМС РЕЗ, МГц</td> <td>2412,000000</td> </tr> <tr> <td>Виміряна частота, МГц</td> <td>2412,000000</td> </tr> <tr> <td>Виміряне відхилення частоти, 10⁻⁶</td> <td>0,00</td> </tr> </table>		Маркер M1, МГц	2403,054545	Маркер M2, МГц	2420,945454	Частота згідно з висновком щодо ЕМС РЕЗ, МГц	2412,000000	Виміряна частота, МГц	2412,000000	Виміряне відхилення частоти, 10⁻⁶	0,00
Маркер M1, МГц	2403,054545												
Маркер M2, МГц	2420,945454												
Частота згідно з висновком щодо ЕМС РЕЗ, МГц	2412,000000												
Виміряна частота, МГц	2412,000000												
Виміряне відхилення частоти, 10⁻⁶	0,00												

Рис.1. Метрика вимірювання центральної частоти

Рекомендовані параметри настроювання аналізатора спектра: в режимі g – роздільна здатність за смугою пропускання (RBW) 100 кГц, смуга пропускання відеофільтра (VBW) 30 кГц; в режимі b – RBW 100 кГц, VBW 100 кГц.

Метрика вимірювання ширини смуги частот радіовипромінювання РЕЗ широкосмугового радіодоступу здійснюється з використанням методу «Х дБ». Вимоги до ширини смуги та позасмуговим випромінюванням згідно стандартів [1] та [2] у вигляді спектральних масок випромінювання для обладнання радіодоступу діапазонів частот 2,4 ГГц та 5 ГГц зображені на рис. 2.

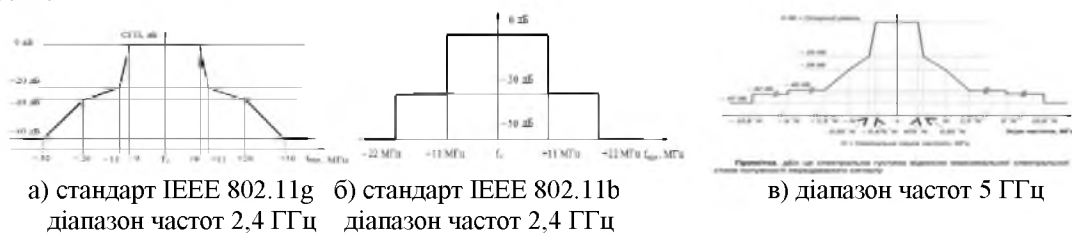


Рис. 2. Спектральні маски випромінювання
Висновки:

Розвиток сфери телекомунікацій безпосередньо пов'язаний з введенням в експлуатацію РЕЗ різноманітних радіотехнологій, систем та стандартів зв'язку. На даний час існує нагальна потреба у розробці методик перевірки відповідності характеристик РЕЗ сучасним стандартам та нормам випромінювання для забезпечення електромагнітної сумісності РЕЗ та надання необхідної інформації для потреб регулювання використання радіочастотного ресурсу України.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ETSI EN 300 328:2016, IDT (ДСТУ ETSI EN 300 328:2017 Електромагнітна сумісність і радіочастотний спектр. Системи з радіодоступом у діапазоні частот 2,4 ГГц. Загальні вимоги до радіоінтерфейсу).

2. ETSI EN 301 893:2017, IDT (ДСТУ ETSI EN 301 893:2017 Обладнання радіодоступу діапазону частот 5 ГГц. Загальні технічні вимоги та методи випробування).