

## РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОГО ШКІДЛИВОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Конахович Г. Ф., д-р техн. наук, проф., Одарченко Р. С., Конахович Г. С., Карпов А. В.

Національний авіаційний університет

kszi@ukr.net

*Розглянуто проблеми та чинники, які впливають на санітарно-гігієнічний стан сучасного суспільства. Розроблено структурну схему приладу, за допомогою якого буде проведено оцінювання потужності шкідливого електромагнітного випромінювання. Наведено приклад розрахунку нормованих показників, за якими вибираються підсилювачі потужності після смугових фільтрів.*

**Ключові слова:** електромагнітне випромінювання, детектор шкідливого випромінювання, рівень опромінення, нормовані показники.

*This topic considered problems and factors which influence on the sanitary-hygenic state of modern society. Was designed flow diagram of device which will conduct the estimation of power of harmful electromagnetic radiation. Was showed an example of calculation of the rationed indexes after which power-amplifiers get out after filters.*

**Keywords:** electromagnetic radiation, detector of harmful radiation, level of irradiation, rationed indexes.

### Постановка проблеми

За останні 30 років, у зв'язку з інтенсивним розвитком господарської, інформаційної, оборонної та іншої діяльності, виник новий дуже небезпечний чинник — електромагнітне забруднення навколишнього середовища. Джерелами цього чинника в містах та інших населених пунктах є радіотехнічні об'єкти та електроенергетичні установки [1].

Головними з них є радіо-, телевізійні, радіолокаційні станції і високовольтні лінії електропередач високої, ультрависокої напруги, базові станції мереж мобільного зв'язку. Крім вищезазначених об'єктів шкоду здоров'ю людини також можуть спричинити і електроприлади та системи всередині житлових та виробничих приміщень (точки доступу *Wi-Fi*, мікрохвильові печі тощо).

### Аналіз досліджень і публікацій

У вітчизняній та іноземній літературі проблема електромагнітного забруднення навколишнього середовища висвітлена не повно.

Повністю не виявлений вплив на організм людини електромагнітного випромінювання різних діапазонів. А ідея розробки приладу, який би фіксував шкідливе електромагнітне випромінювання, публікується вперше. Структурна схема приладу є оригінальною розробкою.

### Постановка завдання

Слід звернути увагу на те, що ні в Росії ні в Україні, ні в інших країнах світу не існує кон-

кретних даних про санітарно-гігієнічний стан електромагнітного забруднення населених місць та його співвідношення до діючих гігієнічних нормативів.

У зв'язку з цим виникає необхідність у вивченні і гігієнічній оцінці сучасного стану електромагнітного забруднення та його навантаження на населення, що в свою чергу потребує створення сучасних приладів, які забезпечать цю можливість.

Необхідно розробити структурну схему приладу, який буде визначати рівень шкідливого випромінювання, оцінювання впливу електромагнітного випромінювання.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Модель для визначення загального рівня опромінення може бути описана так:

$$E_{\Sigma}(L_{\gamma}) = \sum_{i=1}^n a_i E_i(L_{\gamma}) \quad (1)$$

де  $E_{\Sigma}(L_{\gamma})$  — потужність випромінювання певного діапазону;  $L_{\gamma}$  — відстань від джерела випромінювання, з урахуванням кількості поверхів, кількості та товщини стін, матеріалів стін;  $a_i$  — нормований коефіцієнт, який визначається як відношення визначеного рівня випромінювання до найбільш небезпечного.

Наведемо приклади можливих джерел шкідливого електромагнітного випромінювання у вигляді табл. 1:

Таблиця 1

### Приклади джерел шкідливого електромагнітного випромінювання

Тип випромінювання	Частота випромінювання
--------------------	------------------------

$E_1$ – випромінювання, яке створюється внаслідок дії базових станцій стільникової системи <i>NMT, GSM, CDMA</i>	NMT – 450 МГц GSM – 900 МГц GSM – 1800 МГц CDMA – 450 МГц
$E_2$ – випромінювання від телевізора	5 Гц – 500 МГц
$E_3$ – випромінювання від ЕОМ	5 – 2000 Гц 2 – 400 кГц 400 кГц – 500 МГц
$E_4$ – випромінювання від мікрохвильової печі	2,45 ГГц
$E_5$ – випромінювання від радіорелейних станцій	2 – 60 ГГц
$E_6$ – випромінювання від власного мобільного телефону (в активному режимі та режимі очікування)	450 МГц 900 МГц 1800 МГц
$E_7$ – випромінювання від точки доступу <i>Wi-Fi</i>	2,4 ГГц 5 ГГц
$E_8$ – випромінювання від базової станції <i>WiMAX</i>	2,5 ГГц 5 ГГц

Загальний вплив випромінювання на людину протягом заданого часу визначається за формулою:

$$P_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=0}^{24} b_k a_i E_i(L_i), \quad (2)$$

де  $b_k$  — коефіцієнт, який показує, наскільки інтенсивним є випромінювання у визначений час доби.

Вищенаведена модель дає змогу побувати детектор електромагнітного поля, який нас і цікавить.

Як відомо випромінювання, які мають різну потужність та частоту, по-різному впливають на організм людини, тому до характеристик, які будуть оцінюватись, слід віднести:

- частоту (довжину хвилі  $\lambda = \frac{c}{f}$ );

- інтенсивність хвилі — енергія, що падає на одиницю поверхні тіла за одну секунду, а для низькочастотних полів — напруженість електричного поля  $E$  і магнітного поля  $H$ .

У світовій практиці є два види норм, які встановлюють межу безпеки:

- густина потоку потужності ГПП (мВт/см<sup>2</sup>);
- потужність поглинутої дози (специфічна норма поглинання) *SAR* [*Specific Absorption Rates*] (мВт/г).

Відмінність між ними полягає в тому, що в першому випадку визначається потужність, що падає на одиницю площі, а в другому — енергія, що поглинається в одиниці маси за 1 с.

В Україні діють такі норми граничних амплітудних значень в спектральних діапазонах частот (табл. 2).

Таблиця 2

**Граничнодопустимі норми випромінювання в Україні в спектральних діапазонах частот**

Параметр	Граничні амплітудні значення в спектральних діапазонах частот								
	0–5 Гц	5–50 Гц	0,05–1 кГц	1–10 кГц	10–60 кГц	0,06–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–1 ГГц
Егд, В/м	60000	35000	3500	1000	300	200	150	100	80
ЕНгд, (В/м) <sup>2</sup> · год	$3,2 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^6$	120 000	7200	3200	1800	800	500
Егд, В/м на 8 год	20 000	5000	447	120	30	20	15	10	8

Закінчення табл. 2

Параметр	Граничні амплітудні значення в спектральних діапазонах частот								
	0–5	5–50	0,05–1	1–10	10–60	0,06–3	3–30	30–300	0,3–1

	Гц	Гц	кГц	кГц	кГц	МГц	МГц	МГц	ГГц
$T$ , год (при Егд)	0,89	0,16	0,13	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Нгд, А/м	30 000	10 000	850	100	85	70	—	—	—
ЕНгд, (А/м) <sup>2</sup> · год	$1,4 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^7$	70000	1300	900	400	—	—	—
Егд, А/м на 8 год	4200	1400	94	13	11	7	—	—	—
$T$ , год (при Егд)	0,16	0,16	0,10	0,13	0,12	0,08	—	—	—

Користуючись даними табл. 2, можна розділити весь частотний діапазон на вісім частин, для яких є можливим визначення нормованих показників для формул (1) та (2). Тому проведемо визначення нормованих показників для даних діапазонів:

1. Вибираємо найбільш граничнодопустиме значення напруженості електричного (магнітного) поля, за допомогою якого і будемо проводити нормування.

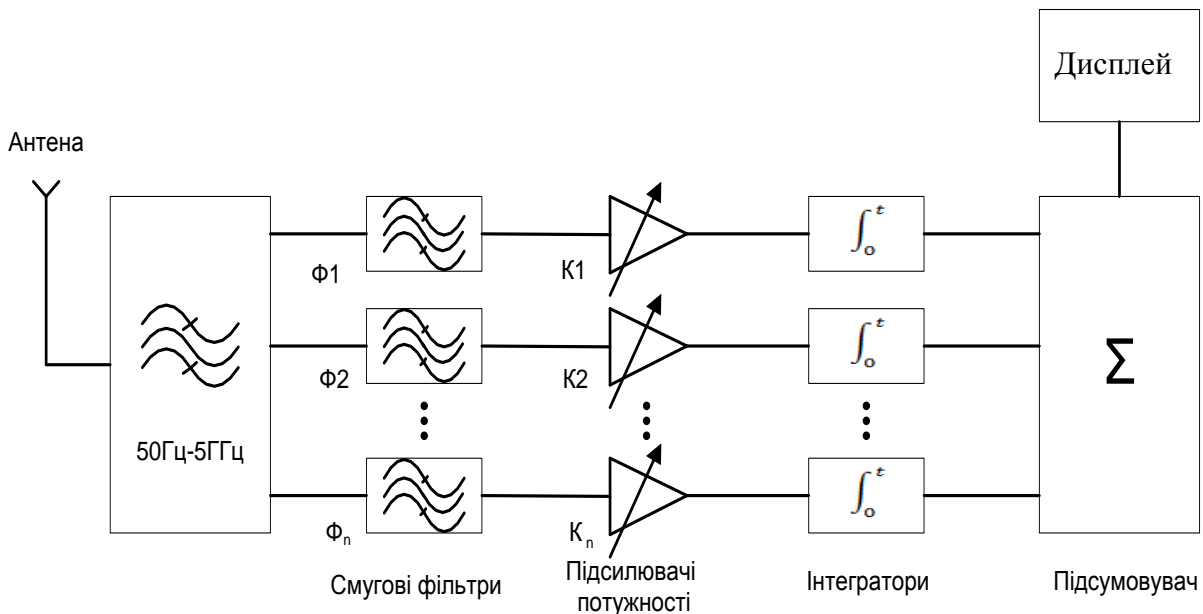
2. Проводимо ділення граничнодопустимих значень для інших спектральних діапазонів частот на максимальне значення. Отримані значення записуємо до табл. 3.

На основі запропонованої моделі можна створити структурну схему детектора еквівалентного шкідливого електромагнітного випромінювання, яка показано на рисунку.

Таблиця 3

### Нормовані показники

Значення нормованих коефіцієнтів у спектральних діапазонах частот								
0–5 Гц	5–50 Гц	0,05–1 кГц	1–10 кГц	10–60 кГц	0,06–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–1 ГГц
1	0,583333	0,058333	0,016667	0,005	0,003333	0,0025	0,001667	0,001333



Структурна схема детектора еквівалентного шкідливого електромагнітного випромінювання

### Принцип роботи схеми

По-перше, прилад повинен мати приймач з дуже високою чутливістю (мкВ).

Шкідливе електромагнітне випромінювання детектується антеною приймача, з якої надходить на селективний приймач.

Приймач працює в широкому діапазоні частот (у запропонованому вигляді — від 50 до 5 ГГц).

Такий широкий діапазон дасть змогу фіксувати як випромінювання від електромережі, так і від базових станцій *GSM*, *CDMA*, *Wi-MAX*, точок доступу *Wi-Fi* тощо.

Після цього сигнал надходить на смугові фільтри, які виконують розподіл первинного прийнятого випромінювання за рядом спектральних піддіапазонів.

Піддіапазони доцільно вибирати, користуючись граничнодопустимими нормами на електромагнітне випромінювання для різних діапазонів.

У нашому випадку, наприклад, пропонується поділити весь діапазон частот на піддіапазони, наведені в табл. 3 і доповнити останнім від 1 до 5 ГГц.

Надалі сигнал надходить на підсилювачі, які мають різні коефіцієнти підсилення, що в свою чергу, вибирають обернено до нормованих коефіцієнтів з табл. 3.

Наступним кроком є інтегрування та підсумування.

Останнім є виведення значення еквівалентного випромінювання на дисплей приладу.

## Висновки

У роботі було розглянуто наростаючу швидкими темпами проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища, наведено граничнодопустимі норми на електромагнітне випромінювання. Оскільки розглянута проблема постала достатньо гостро в наш час, то необхідно визначити методи боротьби, захисту від випромінювань, методи визначення рівнів шкідливого електромагнітного випромінювання. Тому було запропоновано структурну схему приладу, який дозволить визначати еквівалентний рівень шкідливого електромагнітного випромінювання, яке шкідливо впливає на організм людини. Слід відзначити, що вплив на організм людини випромінювання з різною частотою не до кінця вивчений, тому буде доволі складно визначати необхідні коефіцієнти підсилення для різних спектральних діапазонів частот.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Думанський В. Ю.* Гігієнічна оцінка електромагнітної ситуації та наукове обґрунтування вимог до її безпеки в сучасних населених місцях України : автореферат до дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня д-ра мед. наук. — К. : 2009. — С. 42.

2. *Наказ* Міністерства охорони здоров'я України № 476 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів» від 18.12.2002.

3. *Наказ* міністерства охорони здоров'я України № 476 «Про затвердження Державних санітарних правил та норм» від 01.08.1996.

Стаття надійшла до редакції 14.12.2010.