

СТАТИСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ МІСТА

Хворов М.М., Гривківська О.В., Кургузенкова Л.А.
Європейський університет
бульвар Академіка Вернадського, 16в, 03115, м. Київ
m_khvorov@ukr.net

У статті проведено вимірювання і статистичну обробку параметрів радіаційного фону об'єктів міста Києва. Зазначено, що в межах допустимої норми радіаційного фону спостерігаються значні коливання, які зумовлені внеском техногенного складника. *Ключові слова:* радіаційний фон, статистична обробка результатів вимірювання, гістограми частотного розподілу.

Статистические параметры радиационного фона города. Хворов М.М., Гривківська О.В., Кургузенкова Л.А. В статье проведены измерения и статистическая обработка параметров радиационного фона объектов города Киева. Отмечено, что в пределах допустимой нормы радиационного фона наблюдаются значительные колебания, обусловленные вкладом техногенной составляющей. *Ключевые слова:* радиационный фон, статистическая обработка результатов измерений, гистограммы частотного распределения.

Statistical parameters of the radiation background of the city. Khvorov M., Hryvkivska O., Kurhuzenkova L. Measurement and statistical processing of radiation background parameters of the city of Kiev was carried out. It is noted that within the allowable radiation background there are significant fluctuations that are due to the contribution of the technogenic component. *Key words:* radiation background, statistical processing of measurement results, frequency distribution histograms.

Постановка проблеми. Одним із головних складників екологічної безпеки міста є радіаційна безпека, яка визначається як дотримання допустимих меж радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище, встановлених нормами, правилами і стандартами з безпеки [1]. Оцінювання радіаційної небезпеки урбанізованої території є важливим складником аналізу й управління екологічним ризиком. Сучасні міста характеризуються підвищеною густиною населення, яка безперервно зростає, і, відповідно, значними масштабами антропогенної діяльності. Така діяльність включає використання радіаційних технологій передусім у медицині й техніці. Дослідження шкідливого впливу радіаційного випромінювання стають особливо важливими і складними в умовах дії ефекту синергізму – одночасної дії спектру негативних факторів антропогенного походження – промислових і комунальних хімічних забруднень, викидів транспорту та енергетики. Складниками радіаційного фону (порядку 3,0 мЗв/рік) є природний радіаційний фон – доза опромінення, створювана космічним випромінюванням, а також природними радіонуклідами в землі, воді, повітрі, інших елементах біосфери, харчових продуктах та організмі людини; внесок у формування глобальної середньої річної ефективної дози – 2,4 мЗв/рік; і техногенно змінений фон – доза опромінення, що створюється в результаті діяльності людини, в основному за рахунок медичних джерел випромінювання, глобальних випадів радіонуклідів, будматеріалів, телебачення, авіації; це природний радіаційний фон, змінений у процесі діяльності людини; його внесок у форму-

вання глобальної середньої річної ефективної дози – 0,6 мЗв/рік.

Виклад основного матеріалу. Відносно новим джерелом радіаційного випромінювання є сучасна техніка мобільного зв'язку, а саме система тоталітарного охоплення всієї території країни та її міст мережею потужних передавачів сигналу стільникового зв'язку. Прибутки від мобільного зв'язку вже зараз перевищують прибутки від міжнародного зв'язку в стаціонарних телефонних мережах, а в майбутньому ця різниця обіцяє зрости ще більше. У деяких країнах ємність мереж стільникового зв'язку вже перевищила аналогічний показник для стаціонарних мереж. Високі темпи розвитку стільникових мереж спостерігаються в Україні, випереджаючи темпи зростання в Західній Європі, яка вже зараз практично наближається до 100-відсоткового насичення ринку [2], у зв'язку з чим темпи приросту мобільних абонентів останніми роками знижуються (рис. 1). За результатами проведених за останні десять років вимірювань, рівні електромагнітного випромінювання на території житлової забудови, в приміщеннях житлових і громадських будинків у зоні можливого впливу передавальних антен базових станцій коливались у межах від 0,32 до 1,6 мкВт/см² при гранично допустимому рівні для населення 2,5 мкВт/см².

Під час роботи мобільного телефону електромагнітне випромінювання сприймається не лише приймачем базової станції, а й тілом користувача, насамперед його головою. Відмінною особливістю стільникового телефону як джерела електромагнітного випромінювання є його максимальне набли-

ження до голови користувача на відстань два-п'ять сантиметрів у неконтрольованих умовах. Впливу зазнають головний мозок, периферичні рецепторні зони вестибулярного, слухового аналізаторів, сітківка очей. Негативної дії випромінювання стільникового телефону зазнають також і люди, які його оточують, коли він розмовляє по телефону.

Саме базові станції покривають усю зону дії стільникового зв'язку техногенним електромагнітним полем. Базові станції частіше за все розташовуються в місцях постійного перебування людини, тобто відбувається цілодобовий вплив на людину низькоінтенсивного електромагнітного поля радіочастотного діапазону.

Біологічний ефект дії електромагнітного випромінювання формується залежно від дальності абонента від базової станції й тривалості дії (частоти і тривалості телефонної розмови); вихідного стану об'єкта дії (вік, стать, стан здоров'я, індивідуальна чутливість тощо); розподілу енергії в біологічних тканинах (вид тканин, глибина проникнення високо-частотного поля в організм).

В Україні діють Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань [3], які узгоджені зі світовими стандартами [4]. Ці санітарні норми разом із методичними вказівками до них дають змогу регламентувати умови експлуатації й розміщення засобів випромінювання стосовно житлової забудови й тим самим забезпечити охорону здоров'я населення від впливу електромагнітних полів, що виникають у навколишньому середовищі.

Метою роботи є експериментальне дослідження рівня радіаційного фону низки об'єктів м. Києва та математична обробка результатів, зважаючи на принципово статистичний характер показників. Вимірювання проводили за допомогою індикаторів

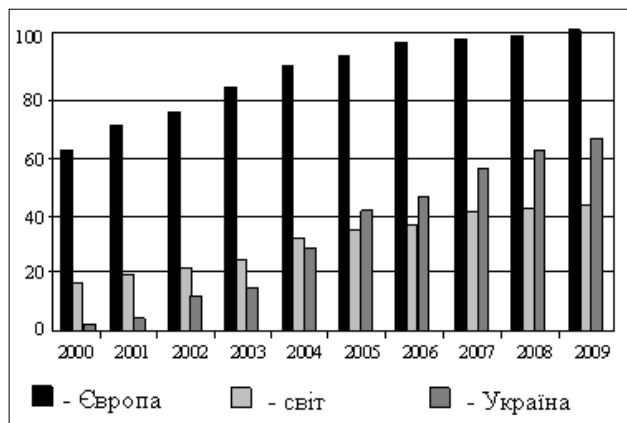


Рис. 1. Темпи приросту мобільних абонентів в Україні й Західній Європі [2]

радіоактивності Soeks-01M і РАДЕКС РД503, які проводять оцінювання радіаційного фону об'єкта за величиною потужності іонізуючого випромінювання (гама, бета, рентгенівський діапазони). Діапазон вимірювань потужності експозиційної дози – 0,05–9,99 мкЗв/год. (5–999 мкР/год.), випадкова похибка при довірчій достовірності – 0,95 (відтворюваність показників), % – +/- (15+6/P), де P – потужність дози в мкЗв/год. Вибірка кількості вимірювань фону на кожному об'єкті – 50 із кратністю 2 двома приладами.

Математична обробка експериментальних даних включала розрахунки в програмі Excel параметрів [5]: математичне сподівання випадкової величини радіаційного фону кожного об'єкта як суми попарних добутоків величини потужності дози фону x_i на ймовірність її появи p_i

$$M(X) = \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i;$$

дисперсія (середнє арифметичне квадратів відхилень кожного значення величини фону від загальної середньої величини, або середній квадрат відхилень)

Таблиця 1

Статистичні параметри радіаційного фону об'єктів м. Києва

№ з/п	Об'єкт спостереження	Мінімальна величина фону x_{\min} , мкР/год. (мкЗв/год.)	Максимальна величина фону x_{\max} , мкР/год. (мкЗв/год.)	Математичне сподівання мкР/год. (мкЗв/год.) $M(x)$	Дисперсія S^2	Середнє квадратичне відхилення мкР/год. (мкЗв/год.) S
1	Цегляний будинок	14 (0,14)	19 (0,19)	11 (0,11)	1,1	1,0 (0,01)
2	Бетонний будинок	12 (0,12)	21 (0,21)	15 (0,15)	1,3	1,1 (0,01)
3	Площа «Майдан незалежності»	13 (0,13)	20 (0,20)	17 (0,17)	2,5	1,6 (0,02)
4	Станція метро «Майдан незалежності»	5 (0,05)	11 (0,11)	9 (0,09)	5,5	2,3 (0,02)
5	Станція метро «Арсенальна»	11 (0,11)	16 (0,16)	13 (0,13)	8,9	3,0 (0,03)
6	Станція метро «Гідропарк»	16 (0,16)	27 (0,27)	21 (0,21)	10,7	3,3 (0,03)
7	Бульвар Вернадського	10 (0,10)	18 (0,18)	14 (0,14)	6,2	2,2 (0,02)
8	Лісопарк «Феофанія»	8 (0,08)	19 (0,19)	12 (0,12)	9,0	3,0 (0,03)

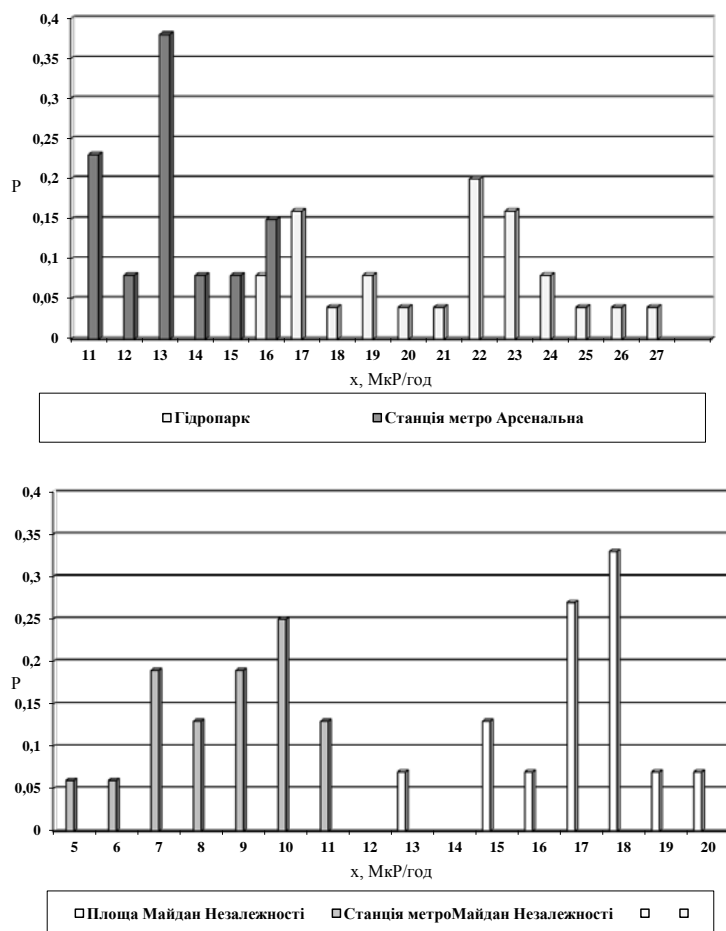


Рис. 2. Гістограми частотного розподілу радіаційного фону деяких об'єктів Києва

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{\sum n_i};$$

середнє квадратичне відхилення

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{\sum n_i}}.$$

Середнє квадратичне відхилення (мкР/год. або мкЗВ/год.) – це узагальнена характеристика абсолютних розмірів варіації величин фону в її сукупності.

Вибір об'єктів дослідження статистичного радіаційного фону зумовлений потребою охоплення території з максимальним рівнем антропогенного навантаження (площа «Майдан незалежності», станція метро «Гідропарк») з порівняно з приміською зоною (лісопарк «Феофанія»). Гістограми частотного роз-

поділу (рис. 2) наглядно демонструють статистичний характер параметрів радіаційного фону.

Головні висновки. Представлені експериментальні дані та результати їх статистичної обробки свідчать, що радіаційний фон об'єктів Києва знаходиться в межах чинних норм і не перевищує величину 30 мкР/год. (0,3 мкЗВ/год.). У зазначених межах спостерігаються значні коливання величини фону та дисперсії (таблиця 1), причиною яких є різний рівень антропогенного складника, зокрема, за рахунок внеску впливу електромагнітного випромінювання систем мобільного зв'язку. Так, на відкритій місцевості (станція метро «Гідропарк») величини фону й дисперсія даних значно вищі, ніж на глибоких станціях метро («Арсенальна»). У сучасних умовах постійного зростання антропогенного впливу необхідно регулярно проведення радіаційного моніторингу.

Література

1. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України від 8 лютого 1995 року № 40/95-ВР.
2. Бойко А.Б. Оцінка сучасного стану галузі зв'язку та інформатизації в Україні. Економіка. Управління. Інновації. 2015. № 1.
3. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 2 лютого 2005 року № 54.
4. Attix F.H. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. John Wiley & Sons, Inc, 2008. 607 с.
5. Сеньо П.С. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ: Знання, 2007. 556 с.