

МІСЦЕ ІНДИКАТИВНИХ ВИМІРЮВАНЬ У СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Суха Н.О., Григор'єва Л.І.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили
вул. 68 Десантників, 10, 54003, м. Миколаїв
natali.sukha2020@gmail.com

У рамках імплементації положень Директив ЄС щодо якості атмосферного повітря у національне законодавство України нині пропонується запровадження громадського екологічного моніторингу якості атмосферного повітря на підставі індикативного вимірювання показників якості повітря через сенсорні датчики. У роботі представлено результати аналізу застосування поняття «індикативний моніторинг» у системі моніторингу якості атмосферного повітря. Для цього проаналізовано поняття «індикативні вимірювання» і власний досвід розроблення, розгортання на Миколаївщині автоматизованої системи радіаційного контролю, яка базувалася на індикативних вимірюваннях. Показано, що на Миколаївщині у постчорнобильський період тривалий час (1986–2000 рр.) функціонувала автоматизована система радіаційного контролю, яка давала змогу в постійному режимі мати інформацію про рівні потужності експозиційної дози у сімнадцяти населених пунктах Миколаївської області. За цією системою населення області мало поточну інформацію про рівень потужності експозиційної дози у всіх райцентрах області, а керівництво області володіло інструментом для оперативного прийняття необхідного рішення у разі зміни радіаційної ситуації. Показано, що системи громадського індикативного моніторингу якості атмосферного повітря за прикладом тих, що ефективно функціонують в Європі, дадуть змогу вирішити питання, які не можуть бути вирішені за допомогою стаціонарних постів спостереження за якістю атмосферного повітря: 1) питання безперервності вимірювань вмісту поллютантів в атмосферному повітрі; 2) питання широкого територіального охоплення вимірювання вмісту поллютантів в атмосферному повітрі. Показано можливості застосування окремих сенсорних датчиків у системі індикативного моніторингу якості атмосферного повітря: станції моніторингу якості повітря Air Fresh Max та станції Oxygen з CH_2O . Показано, що індикативні вимірювання вмісту поллютантів у повітрі за допомогою компактних станцій добре справляються із завданням інформування користувачів про стан повітря. При цьому не виключається необхідність фіксованих вимірювань, які залишаються джерелом офіційної інформації. *Ключові слова:* атмосферне повітря, система моніторингу, індикативні вимірювання.

Place of indicative measurements in the atmospheric air quality monitoring system. Sukha N., Grygorieva L.

As part of the implementation of the regulations of the EU Directives on atmospheric air quality in the national legislation of Ukraine, it is proposed to introduce public environmental monitoring of air quality based on indicative measurement of air quality indicators through sensor probes. The paper presents the results of the analysis of the application of the concept of “indicative monitoring” in the air quality monitoring system. For this purpose, the concept of “indicative measurements” and own experience of its development, and deployment in the Mykolaiv area of the automatic system of radiation control based on indicative measurements are analyzed.

It is shown that in the Mykolaiv region in the post Chernobyl period for a long time (1986–2000) there was an automatic radiation monitoring system, which allowed to have information about the levels of exposure dose rate in seventeen settlements of the Mykolaiv region. Under this system, the population of the region had current information on the level of the exposure dose rate in all district centers of the region, and the regional leaders had a tool for decision-making in the case of the radiation situation change.

It is shown that the systems of public indicative monitoring of atmospheric air quality, following the example of those that function effectively in Europe, will solve issues that cannot be solved with the help of stationary air quality monitoring posts: 1) continuity of measurements of pollutants in the atmospheric air; 2) the issue of wide territorial coverage of measuring the content of pollutants in the air. Possibilities of separate sensor probes application in the system of indicative monitoring of atmospheric air quality are introduced on the example of the air quality monitoring stations “Air Fresh Max” and “Oxygen” stations with CH_2O . It is stated that indicative measurements of the air pollutants content with the help of compact stations cope well with the task of informing users about the state of the air. Meanwhile, the necessity of fixed measurements as a source of the official information is not excluded. *Key words:* atmospheric air, monitoring system, indicative measurements.

Запровадження системи публічного інформування громадськості передбачене Директивою 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи», яка лягла в основу Постанови Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

У рамках імплементації положень цієї Директиви у національне законодавство України нині пропонується запровадження громадського екологічного моніторингу якості атмосферного повітря на під-

ставі індикативного вимірювання показників якості повітря через сенсорні датчики. Метою роботи є дослідження застосованості поняття «індикативний моніторинг» у оцінці якості атмосферного повітря. Для цього проаналізовано поняття «індикативні вимірювання» і власний досвід розроблення, розгортання на Миколаївщині автоматизованої системи радіаційного контролю, яка базувалася на індикативних вимірюваннях.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до п. 26 ст. 2 Директиви 2008/50/ЄС від 21 травня

2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи «індикативні вимірювання – це вимірювання, які відповідають вимогам щодо якості даних, які є менш суворими, ніж вимоги до фіксованих вимірювань».

Індикативні вимірювання для оцінки якості атмосферного повітря за вмістом радіоактивних речовин застосовуються здавна. Так, автоматизовані системи зовнішнього радіаційного контролю (АСКРО) у 30-км зоні навколо АЕС працюють саме на принципі індикативних вимірювань: здійснюється оцінка вмісту радіоактивних речовин у повітрі на підставі визначення потужності експозиційної дози, яка формується від присутніх у повітрі гамма-випромінюючих речовин.

Так, на Миколаївщині у постчорнобильський період тривалий час (1986–2000 рр.) функціонувала автоматизована система радіаційного контролю (АСРК) [2; 4], яка давала змогу в постійному режимі мати інформацію про рівні потужності експозиційної дози у 17 населених пунктах Миколаївської області.

Ця система надавала можливість оперативно оцінювати якість атмосферного повітря у населених пунктах Миколаївської області, в автоматизованому режимі спостерігати за динамікою потужності експозиційної дози в цих пунктах. Розгортання цієї системи на Миколаївщині було продиктоване метою – забезпечити відкритий доступ до інформації про рівні потужності експозиційної дози на території області, у повітряний простір якої можливе потрапляння радіонуклідів від функціонуючих навколо АЕС (рис. 1).

Також ця система давала змогу оптимізувати йодну профілактику населення у разі необхідності її застосування: датчики-радіометри встановлювалися із сигналізацією про перевищення граничного порогу у 250 мкР/год. Цей поріг було визначено за результатами кореляційно-регресійного зв'язку між рівнем потужності експозиційної дози і рівнем активності ^{131}I у повітрі. Граничнодопустимому рівню активності ^{131}I у повітрі 5,55 Бк/м³ відповідав рівень 250 мкР/год (рис. 2).

У разі спрацьовування датчика про перевищення граничного рівня була відпрацьована програма оповіщення населення про необхідність блокування щитоподібної залози стабільним йодом. Таким чином, індикативні вимірювання рівня потужності експозиційної дози давали змогу ефективно провести йодну профілактику населення у разі перевищення рівня ^{131}I у повітрі.

Ця система індикативних вимірювань для оцінки радіаційного стану атмосферного повітря свого часу була метрологічно атестована. Основу цієї системи становили радіометри СРП-88Н, на базі яких було сконструйовано пороговий сигналізатор ТІК [6; 7].

Узагальнені результати спостережень за потужністю експозиційної дози у 17 населених пунктах Миколаївської області, за даними моніторингу через АСРК за 10 років (1991–2000 рр.), наведено на рис. 3. За цими даними середня величина ПЕД на території досліджених населених пунктів перебувала у межах 12–20 мкР/год. Розмах коливань цих величин не перевищував 10–15%. Середні значення ПЕД для деяких великих населених пунктів області стано-



Рис. 1. Карта-схема розміщення діючих АЕС, які розташовані у південному регіоні України і поблизу останнього

вили: для м. Южноукраїнська – $13,5 \pm 1,4$ мкР/год; для смт Арбузинка – $20,0 \pm 1,6$ мкР/год; для м. Вознесенська – $13,5 \pm 1,7$ мкР/год. Підвищення ПЕД понад ці величини, які спостерігалися протягом часу досліджень, були короткотривалими (не перевищували 3–5 хвилин).

За цією системою обласне управління охорони здоров'я у Миколаївській області мало поточну інформацію про рівень ПЕД у м. Южноукраїнську, м. Первомайську, м. Вознесенську та в усіх районних центрах. Володіння цією інформацією давало змогу прискорювати пошук необхідного рішення у разі зміни радіаційної ситуації. Тобто система АСРК на Миколаївщині виступала громадським моніторингом стану радіаційного фону, бо дозволяла в постійному режимі отримувати відповідну інформацію.

Ця система існувала впродовж тривалого часу (1987–2001 рр.). І зараз мешканці м. Миколаєва згадують її як інструмент зниження занепокоєності у суспільстві з приводу відсутності інформації про стан радіаційного фону у регіоні, де розташовані АЕС.

Системи громадського індикативного моніторингу якості атмосферного повітря за прикладом тих, що ефективно функціонують в Європі, призначені для безперервних спостережень за вмістом поллютантів у повітрі. Ці системи мають вирішити питання безперервності вимірювань вмісту поллютантів та питання широкого територіального охоплення цими вимірювання – питання, які не можуть бути вирішені за допомогою стаціонарних постів спостереження за якістю атмосферного повітря.

У м. Миколаєві, як ми показали у попередній статті [1], характерним є наявність інтенсивного транспортного потоку вантажного автотранспорту через автомагістралі міста. Також встановлено, що у м. Миколаєві за показником Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) найбільший внесок серед 7 поллютантів, за якими ведеться моніторинг, вносять: формальдегід (ІЗА H_2CO близько 5); фтороводень (ІЗА HF близько 5); діоксид азоту (ІЗА NO_2 близько 1); вуглекислий газ (ІЗА CO більше 1); пил (ІЗА пилу близько 1). Тому бажано, щоб за індикативним моніторингом повітря в м. Миколаєві велися спостереження за цими поллютантами.

Для цих цілей нами проаналізовано технічні характеристики станції моніторингу якості повітря Air Fresh Max та станції Oxugen з CH_2O [5].

Станція моніторингу якості повітря Air Fresh Max мультигаз – це пристрій, який дає змогу здійснювати контроль і реєстрацію стану повітря, а саме показники температури, вологості, концентрації пилу $PM_{2,5}$ і PM_{10} , CO , NO_2 , NH_3 , а також рівень формальдегіду в режимі реального часу. За визначенням виробників модуль є економічно ефективним інструментом, задовольняє потреби всіх зацікавлених у підтримці належного рівня навколишнього середовища. Показник $PM_{2,5}$ відображає концентрацію твердих частинок діаметром до 2,5 мікрметра. Показник PM_{10} відображає концентрацію твердих частинок діаметром до 10 мікрметрів. Станція Oxugen з CH_2O дає змогу здійснювати всі ці вимірювання на відкритій місцевості.

Функціональні можливості станцій дозволяють не тільки отримувати оперативні дані про якість атмосферного повітря, а й накопичувати великі дані для оцінки і прогнозування індексів забруднення і ризиків для здоров'я населення, використовуючи для цього персональний кабінет на сайті eco-city.org.ua.

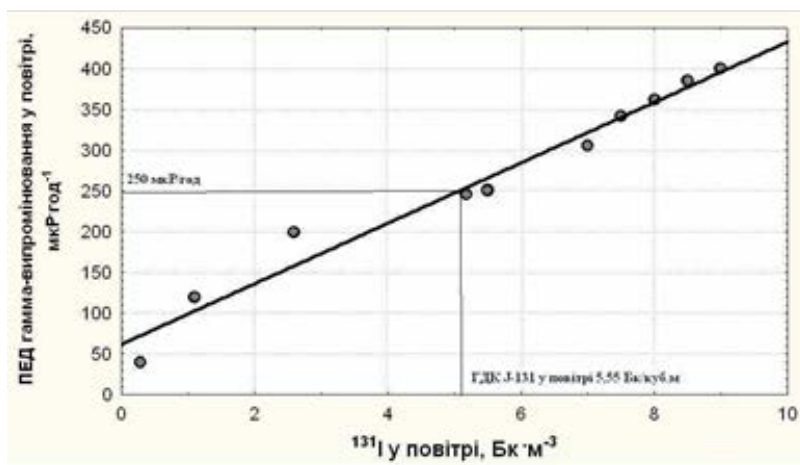


Рис. 2. Залежність між вмістом ^{131}I у повітрі та потужністю експозиційної дози у травні 1986 р. у м. Миколаєві

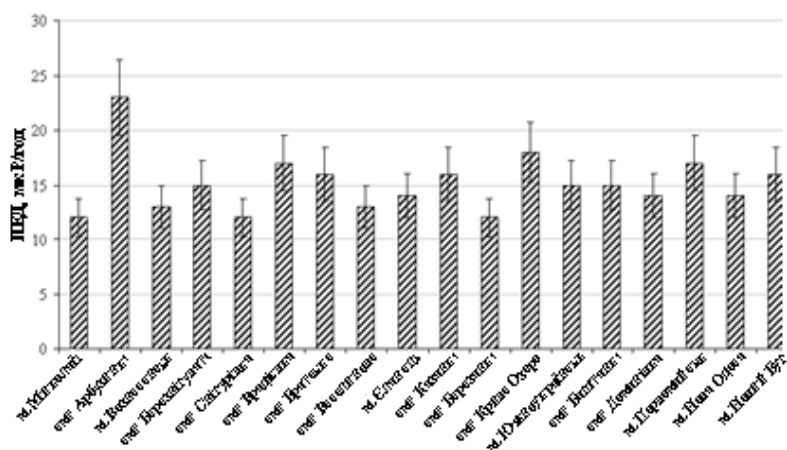


Рис. 3. Середньорічні величини ПЕД для населених пунктів Миколаївської області (за період 1991–2000 рр.)

Можна здійснити калібрування станції Охуген з CH_2O стосовно показників вимірювання CH_2O на стаціонарних постах м. Миколаєва. Це дасть змогу зменшити похибку вимірювань CH_2O сенсорними станціями Охуген.

Висновки. Індикативні вимірювання вмісту полютантів в об'єктах довкілля дають змогу розв'язати питання безперервності вимірювань та питання широкого територіального охоплення вимірюваннями.

Досвід експлуатації автоматизованої системи радіаційного контролю на Николаївщині, яка базувалася на індикативних вимірюваннях потужності експозиційної дози, свідчив про суттєвість переваги за таких вимірювань:

– населення області мало поточну інформацію про рівень потужності експозиційної дози у всіх районах області;

– керівництво області володіло інструментом для оперативного прийняття необхідного рішення у разі зміни радіаційної ситуації. Володіння цією інформацією давало змогу прискорювати пошук необхідного рішення у разі зміни радіаційної ситуації.

Індикативні вимірювання вмісту полютантів у повітрі за допомогою компактних станцій добре справляються із завданням інформування користувачів про стан повітря. При цьому не виключається необхідність фіксованих вимірювань, які є джерелом офіційної інформації.

Література

1. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А., Суха Н.О. Комплексна оцінка забруднення атмосферного повітря в місті Миколаєві. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»* 2018. № 4 (23). С. 19–23.
2. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Система екстреної йодної профілактики населення у разі аварії на АЕС. *Наукові праці. Серія «Техногенна безпека»*, 2009. Вип. 103, Т. 116. С. 39–44.
3. Обоснование расстановки постов контроля МЭД АСКРО ЮУАЭС на основании численного критерия полноты контроля / Отчет о НИР «Обоснование расстановки постов автоматизированного контроля регистрации МЭД в окружающей среде и на площадке ЮУАЭС. Разработка раздела отчета по анализу безопасности системы» (промежуточный, этап 1) – ГНТЦ ЯРБ. Николаев, 2004. С. 87.
4. Распоряжение исполнительного комитета Николаевского областного Совета народных депутатов от 20.07.90 № 186-р «О развертывании автоматизированной системы радиационного контроля на территории области (АСРК)».
5. Станция мониторинга качества воздуха «Oxygen». URL: <https://beegreen.com.ua/universalna-stanciya-yakosti-povitrya-oksiden-formaldehid-16719> (дата звернення: 08.07.2020).
6. Томилин Ю.А., Гальвец В.П. Пороговый сигнализатор измерения гамма-фона ТИК-87. Журнал «Гигиена и санитария». Москва, 1990. № 7. С. 23.
7. Томилин Ю.А., Григорьева Л.И., Воробьев В.И. Система раннего обнаружения радиационного загрязнения, ее роль в своевременном проведении йодной профилактики при аварии на АЭС: материалы IV Междунар. конф. «Итоги 8 лет работы по ликвидации последствий на ЧАЭС». Припять, 1994. С. 184–185.