

Ю. Г. Даник, М. М. Климаш, Л. О. Комарова, В. О. Пелішок

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ МОБІЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

У статті розглянуто шляхи підвищення ефективності систем екологічного моніторингу у разі використання стаціонарних та мобільних вимірювальних пристроїв. На основі розглянутого запропоновано ефективну структуру системи як глобального, так і локального моніторингу з використанням стаціонарних та мобільних вимірювальних пристроїв.

Постановка проблеми. Системи екологічного моніторингу параметрів навколишнього середовища знаходять широке застосування в сучасних умовах. Вони можуть здійснювати збір інформації в глобальних масштабах, наприклад, навіть у межах держави. При цьому найбільш поширеними є системи, що використовують стаціонарні вимірювальні пристрої (ВП) тих параметрів середовища, відносно яких здійснюється моніторинг. Однак такі системи забезпечують моніторинг лише в декількох стаціонарних точках, чого може бути недостатньо в межах держави. Можливі випадки, коли у фіксованих точках параметри навколишнього середовища не будуть перевищувати допустимої норми, а між ними ситуація може бути загрозливою. Тому актуальною є проблема реалізації системи моніторингу параметрів навколишнього середовища із збільшеною інформативністю про точки проведення вимірювань шляхом забезпечення функціонування в системі не тільки стаціонарних ВП, але й мобільних. При цьому можна використати відомі структури систем моніторингу зі стаціонарними ВП, розширивши їх шляхом доповнення значною кількістю мобільних ВП. Але такі розширені системи будуть малоефективними. Тому актуальними є питання формування ефективної структури систем моніторингу, у першу чергу радіомоніторингу, що використовують, крім стаціонарних ВП, значну кількість їх мобільних варіантів.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Аналіз літератури [1, 2] показує, що найбільш поширені системи моніторингу містять невелику кількість стаціонарних ВП. Прикладом такої системи [3] є контроль за радіаційним фоном на території Німеччини. Також розглядаються системи [4], що містять незначну кількість мобільних ВП (як правило, у спеціально обладнаних автомобілях). Але практично відсутні відомості про структуру систем моніторингу, що містять сотні-тисячі мобільних ВП.

Формулювання завдання дослідження. Досліджувані в даній роботі системи динамічного моніторингу суттєво відрізняються від існуючих систем тим, що в них наявна надзвичайно велика кількість ВП. При цьому різко збільшується обсяг переданої інформації та трудоємність її подальшої обробки. Відповідно до викладеного вище **метою статті** є обґрунтований вибір ефективної структури системи моніторингу, що містить велику кількість мобільних ВП.

Виклад основного матеріалу

1. Будова систем моніторингу зі стаціонарними ВП. Нижче наведено функціональну схему системи моніторингу рівня радіації [3], що містить лише стаціонарні ВП, в якій отриману інформацію розміщують на спеціально виділеному сайті в мережі Інтернет (рис. 1).

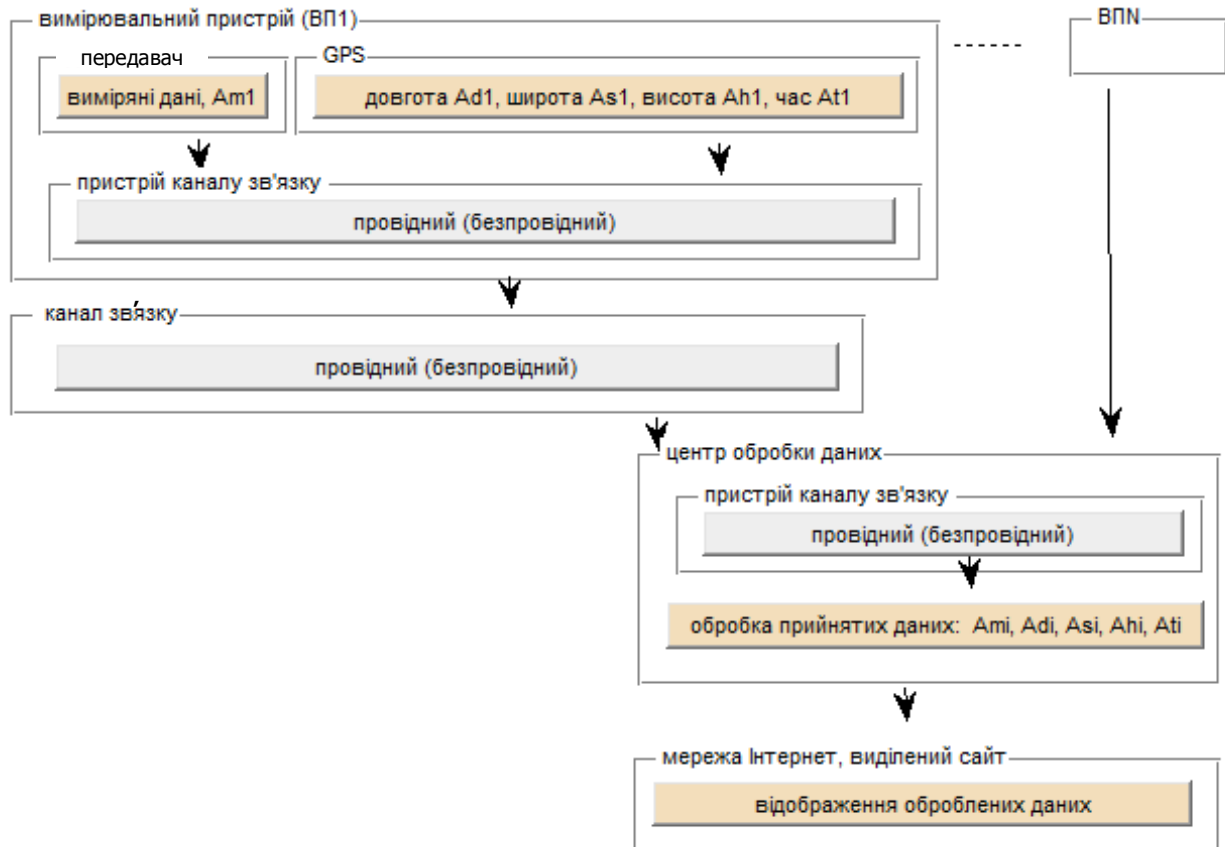


Рис. 1. Система динамічного моніторингу при використанні стаціонарних ВП

Система складається з певної кількості стаціонарних ВП ($ВП_1 \dots ВП_N$), кожен з яких $ВП_i$ містить: передавач для вимірювання рівня радіації Am_i , пристрій (як правило, GPS) із здатністю формувати дані про довготу Ad_i , широту As_i , висоту Ah_i його розташування, час проведення вимірювань At_i . Далі масив даних через канал зв'язку (провідний або безпроводний) передається в центр обробки даних та відображається на виділеному сайті в мережі Інтернет. Однак така система забезпечує моніторинг лише в декількох стаціонарних точках, чого може бути недостатньо.

Тому актуальною є проблема реалізації системи моніторингу параметрів навколишнього середовища із збільшеною інформативністю про точки проведення вимірювань шляхом забезпечення функціонування в системі не тільки стаціонарних ВП, але також і мобільних. При цьому як пристрій каналу зв'язку (рис. 1) найбільш доцільно використати мобільний телефон. Пристрій GPS може бути наявний у передавачі або в мобільному телефоні. За їх відсутності необхідно використати додатковий GPS пристрій. Така система є більш гнучкою та інформативною, тому що мобільні вимірювальні пристрої можна роздати значній частині населення. Якщо функціонування системи

моніторингу здійснюється під егідою держави, то ВП можуть бути роздані багатьом мобільним абонентам (наприклад, водіям міських, обласних та міжобласних автобусів). У результаті можна отримати інформацію про стан навколишнього середовища не лише в небагатьох стаціонарних пунктах, а практично на території всієї держави або навіть сусідніх держав. Але при побудові системи з мобільними ВП їх кількість збільшується в десятки-сотні разів, що зумовлює різке збільшення завантаженості каналу зв'язку та обсягу інформації, яку необхідно обробити в центрі обробки даних. Тому виникає потреба модернізації структури системи з метою зменшення вказаної завантаженості.

2. Будова модернізованої системи моніторингу (зі стаціонарними та мобільними ВП). Нижче наведено структуру модернізованої системи (рис. 2).

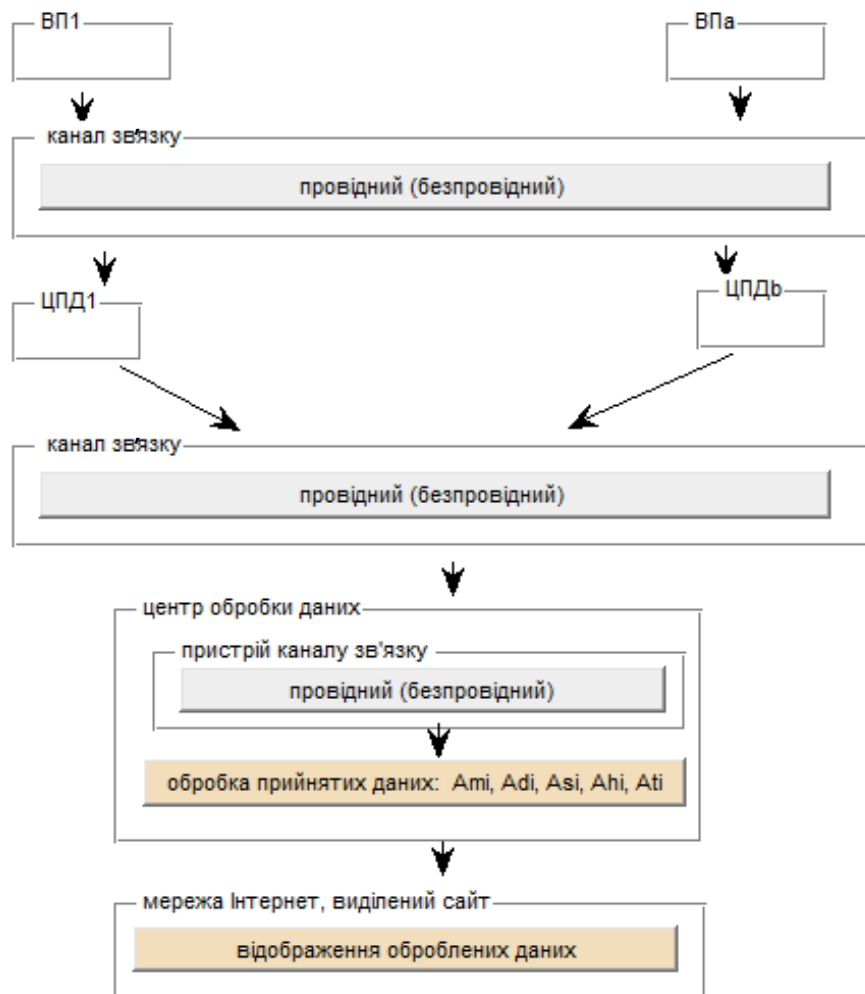


Рис. 2. Модернізована система моніторингу при використанні стаціонарних та мобільних ВП

У даному випадку сигнали в центр обробки даних надходять не від кожного ВП, а лише від центрів пакетних даних (ЦПД), кількість яких значно менша від кількості ВП:

$$N_c \ll N_v, \tag{1}$$

де N_c , N_v – кількість ЦПД та ВП відповідно.

Очевидно, що при виконанні умови (1) завантаженість каналу зв'язку з центром

обробки даних різко зменшується. Для визначення кількості ЦПД та місця їх розташування вся територія, що підлягає моніторингу, поділяється на окремі прямокутні ділянки з кроком:

$$\Delta As = (Ad_e - Ad_n) / N_s \text{ – для широти;} \quad (2, \text{ а})$$

$$\Delta Ad = (Ad_e - Ad_n) / N_d \text{ – для довготи,} \quad (2, \text{ б})$$

де $As_n, As_e (Ad_n, Ad_e)$ – мінімальне та максимальне значення широти (довготи) території, що підлягає моніторингу;

N_s, N_d – кількість ділянок за широтою та довготою відповідно.

Отже, кожен з ділянок можна охарактеризувати набором коефіцієнтів m та n , причому для координат точок As_i та Ad_i всередині кожної ділянки виконується умова

$$As_n m \leq As_i \leq As_n (m + 1) \text{ – для широти;} \quad (3, \text{ а})$$

$$Ad_n n \leq Ad_i \leq Ad_n (n + 1) \text{ – для довготи,} \quad (3, \text{ б})$$

де $1 \leq m \leq N_s - 1, 1 \leq n \leq N_d - 1$.

Очевидно, що загальна кількість окремих ділянок становить

$$N_{ds} = N_d N_s. \quad (4)$$

Всередині кожної з ділянок N_{ds} встановлюється ЦПД_{*i*}. Через пристрій (як правило, мобільний телефон) вихідного каналу зв'язку (рис. 3) з кожного ЦПД сигнал подається в центр обробки даних (рис. 2). На пристрій (також, як правило, мобільний телефон) вхідного каналу зв'язку ЦПД (рис. 3) надходять дані лише від певної групи ВП, які розташовані в околі даного ЦПД. Для цього ВП ускладнюються (порівняно з наведеними на рис. 1) шляхом додавання до них пристрою обробки сигналів (рис. 4).

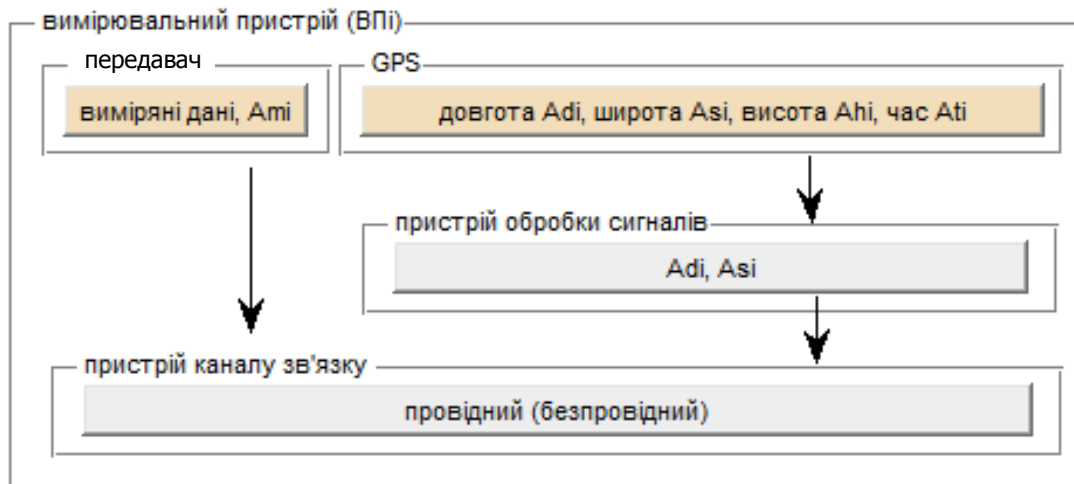


Рис. 3. Центр пакетних даних

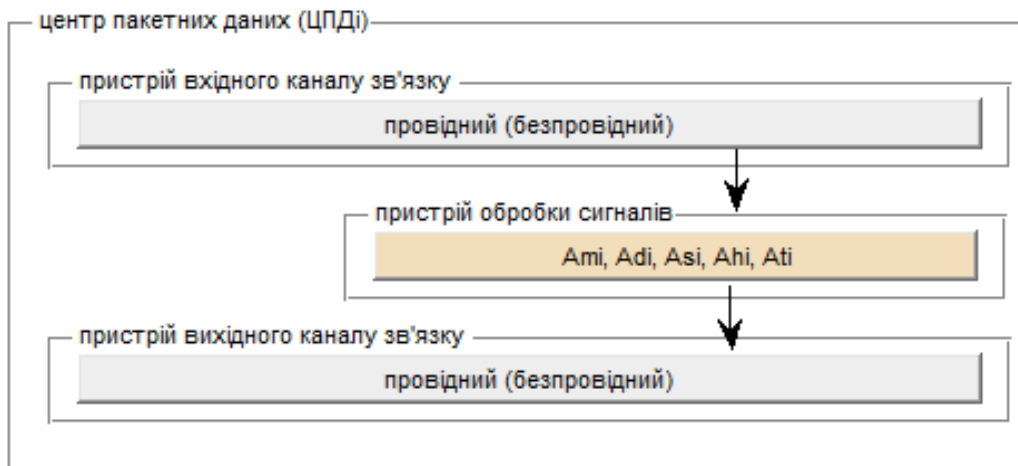


Рис. 4. Ускладнені ВП

У пристрої обробки сигналів на основі отриманих даних про координати (As_i, Ad_i) розташування ВП_{*i*} у певний момент часу та залежностей (4, а, б) визначаються коефіцієнти m та n , тобто ЦПД_{*i*}, на який необхідно посилати сигнал від конкретного ВП_{*i*} (рис. 2), залежно від місця його розташування в даний момент часу.

3. Переваги модернізованої системи. Моніторинг може здійснюватись як глобальний, так і локальний, наприклад, у межах одного приміщення у разі виникнення у ньому надзвичайної ситуації.

Для координат точок As_i та Ad_i ВП, що здійснює локальний моніторинг, виконується умова

$$Bs_n \leq As_i \leq Bs_e - \text{для широти;} \quad (5, \text{а})$$

$$Bd_n \leq Ad_i \leq Bd_e - \text{для довготи,} \quad (5, \text{б})$$

де $Bs_n, Bs_e (Bd_n, Bd_e)$ – мінімальне та максимальне значення широти (довготи) території, для якої здійснюється локальний моніторинг.

Якщо для прийнятих ЦПД даних від різних ВП виконуються умови (5, а) та (5, б), то в центр обробки даних (рис. 2) досить передати лише одне значення з найбільшим значенням виміряних даних Am_i . Справа в тому, що користувачів виділеного сайту в мережі Інтернет не цікавить те, як змінюється ситуація в межах приміщення, їх цікавить лише максимальне значення виміряного параметра на території його розміщення. Зміна ситуації всередині приміщення становить інтерес для замовника даного локального моніторингу. Така інформація для замовника формується в ЦПД, на який надійшли сигнали локального моніторингу. Таким чином, при здійсненні локального моніторингу суттєво зменшується (рис. 2) завантаженість каналу зв'язку та центру обробки даних порівняно з використанням структури (рис. 1).

Ще одна перевага модернізованої системи наявна у можливих випадках, коли мобільні ВП знаходяться деякий час у стані спокою (наприклад, автобуси на зупинках або

в неробочі години). При цьому ЦПД замість передачі даних про координати ВП може передати лише коротку умовну «мітку» про те, що координати даного абонента не змінилися. У центрі обробки даних на основі прийнятої мітки для даного ВП на сайті змінюють лише значення вимірних даних Am_i . Зауважимо, якщо мобільний ВП навіть знаходиться в стані спокою, то його все одно відключати не можна, адже він виконує свою функцію – здійснює вимірювання в даній точці, де може в будь-який момент часу виникнути надзвичайна ситуація.

Решта переваг модернізованої системи очевидні на основі розгляду основних характеристик системи (табл. 1).

Таблиця 1

Основні характеристики систем моніторингу

Назва	Значення
Точність визначення координат (широти та довготи) у точці вимірювань	ΔAs – широти, ΔAd – довготи
Точність визначення параметра, для якого здійснюється моніторинг	ΔAm

Можливі ситуації, коли мобільний абонент змінює свої координати в межах менших значень ΔAs та ΔAd (наприклад, автобус під час ремонту в автомайстерні). У ЦПД виявляються сигнали, що надходять від таких ВП, та замість передавання їх координат передаються лише «мітки». У центрі обробки даних на основі прийнятої мітки для даного ВП на сайті змінюють (аналогічно, як і для ВП, що був у стані спокою) лише значення вимірних даних Am_i .

Також можливі ситуації, коли для мобільного ВП, що знаходився в стані спокою або при зміні його координат у межах менших значень ΔAs та ΔAd зміна значення параметра Am_i не перевищує значення ΔAm . Тоді також досить відіслати відповідну мітку, на основі якої на сайті змінюють лише час надходження інформації від даного абонента.

До переваг модернізованої системи також можна віднести те, що конкретний ЦПД, до якого надійшла інформація від багатьох ВП, може не надсилати в центр обробки даних (рис. 2) дані про час надходження інформації від кожного ВП, а лише одні про один груповий час, що стосується всіх абонентів.

Вище викладено лише основні (далеко не повні) переваги запропонованої модернізованої системи моніторингу (рис. 2).

Висновки. Запропоновано ефективну структуру модернізованої системи екологічного моніторингу для випадку використання в ній як стаціонарних, так і мобільних ВП. Підвищення ефективності системи забезпечується за рахунок зменшення навантаження на канал зв'язку з центром обробки даних та обсягу інформації, що підлягає обробці, за наявності значної кількості ВП. Показано основні переваги модернізованої системи для випадків: здійснення локального моніторингу; здійснення глобального моніторингу, коли зміна координат ВП та вимірних параметрів незначна.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія багатофункціональної обробки і передачі інформації в моніторингових мережах / Б. М. Шевчук, В. К. Задірака, Л. О. Гнатів, С. В. Фраєр. – К. : Наукова думка, 2010. – 370 с.
2. Современные методы мониторинга окружающей среды: учеб. пособ. / Б. В. Карелин, Н. Р. Кустова, А. А. Чеботарев, Е. И. Прибылова. – М. : МИИТ, 2010. – 196 с.
3. О радиационном мониторинге в цивилизованных странах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://geiger.su/?p=35>.
4. Современные системы радиационной разведки и радиационного мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.atomic-energy.ru/articles/2011/04/13/21128>.

Подано 05.08.13

Ю. Г. Даник, М. Н. Климаш, Л. О. Комарова, В. А. Пелишок
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
УСТРОЙСТВ

В статье рассмотрены пути повышения эффективности систем экологического мониторинга при использовании стационарных и мобильных измерительных устройств. На основе рассмотренного предложена эффективная структура системы как глобального, так и локального мониторинга с использованием стационарных и мобильных измерительных устройств.

Y. G. Danyk, M. M. Klymash, L. O. Komarova, V. O. Pelishok
INCREASING OF ECOLOGICAL MONITORING SYSTEMS EFFICIENCY USING
MOBILE MEASURING DEVICES

In this article, ways of efficiency increasing of ecological monitoring systems with stationary and mobile measuring devices are considered. At this basis, a system with affective structure for global and local monitoring with stationary and mobile devices was proposed.