

УДК 628.4: 504

МЕТОДИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

В.Д. Погребенник, І.І. Коваль

*Національний університет "Львівська політехніка",
вул. Ген. Чупринки, 130, Львів, 79057, Україна*

Розроблено методи побудови комп'ютерної системи моніторингу побутових відходів, в основу якої покладено екологічний контроль водного середовища, атмосферного повітря, ґрунтів, фільтратів та небезпечних відходів. Визначено основні етапи моніторингу відходів та мінімальну частоту вимірювань параметрів поверхневих та підземних вод і звалищного газу. Запропоновано новий метод вимірювання концентрації речовини, який полягає у вимірюванні часових параметрів імпульсних ультразвукових сигналів в контрольованій та в еталонних речовинах, який характеризується високою точністю.

Ключові слова: *комп'ютерна система, моніторинг, статистичне опрацювання інформації, побутові відходи.*

Вступ. Нині стратегія сталого розвитку є пріоритетним напрямом для досягнення гармонії між ростом економічних показників, стабільністю в соціальній сфері та охороною довкілля. Забезпечення сталого розвитку будь-якої держави супроводжується створенням безпечного стану довкілля для нинішнього і майбутніх поколінь. Тому, екологічна безпека є елементом системи сталого розвитку.

Нині в Україні однією з найважливіших і найактуальніших проблем забруднення довкілля є неконтрольоване накопичення промислових та побутових відходів, їх захоронення на полігонах. Утилізація побутових відходів (ПВ) сьогодні для України є надзвичайно актуальною. За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва, житлово-комунального господарства України в Україні нараховується 6,5 тисячі законних і близько 35 тисяч незаконних сміттєзвалищ, річний обсяг утворення відходів становить 59 млн. м³ (біля 13 млн. т.) [1]. Розвиток урбанізаційних процесів, виробництва та споживання призводять до щорічного збільшення обсягу твердих побутових відходів на 4–7% і до зростання проблем управління ними. Україна, порівняно з європейськими країнами, в питанні поводження з відходами знаходиться на останньому, кризовому місці (рис. 1).

Інтеграцію систем управління відходами у розвинених країнах давно налагоджено. Для сталого розвитку України необхідно впроваджувати комп'ютерні системи екологічного моніторингу [3, 4], інтегровані системи управління та моніторингу відходами [5–7].

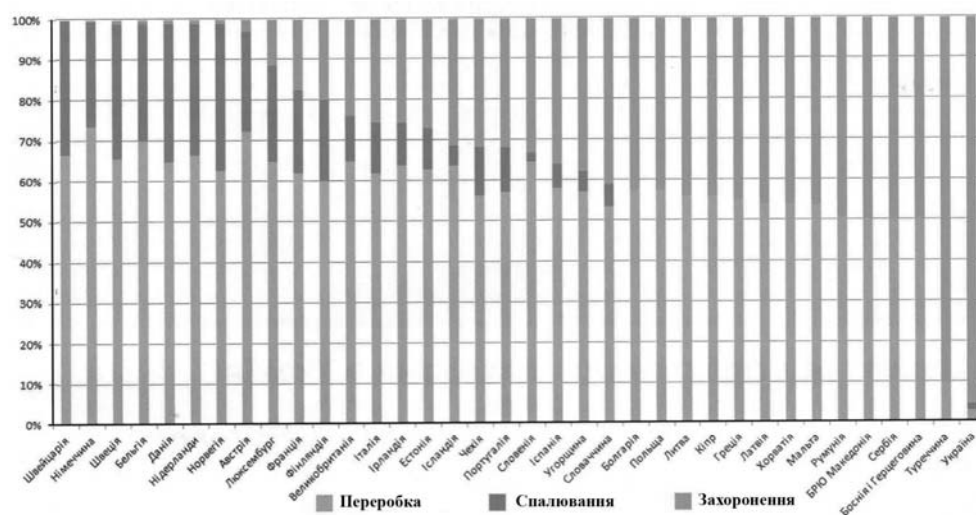


Рис. 1. Показники переробки, спалювання та захоронення побутових відходів в країнах ЄС та Україні [2]

Питання поводження з ПВ, дослідження впливу сміттєзвалищ на довкілля розглянуто різними методами – наземними та дистанційними [8–12]. Проте, низка аспектів управління ПВ залишаються висвітленими недостатньо, наявні підходи до вивчення цієї проблеми не задовольняють потреби користувачів інформації та органів управління, тому існує потреба в розробленні засобів моніторингу, зокрема, на регіональному та локальному рівні.

Метою статті є розроблення методів побудови комп'ютерної регіональної системи моніторингу побутових відходів.

Моніторинг побутових відходів. У праці [13] описано підходи до моніторингу побутовими відходами.

Моніторинг відходів повинен стати засобом з реалізації екологічної політики країни, де одним з пріоритетних завдань є управління відходами.

Моніторинг побутовими відходами у населених пунктах України має здійснюватися на державному, регіональному та місцевому рівнях.

На державному рівні до методів моніторингу входять:

- аналіз результатів виконання Державної програми управління побутовими відходами, визначення та оновлення цілей та завдань держави у сфері поводження з ними, а також розроблення законопроектів та нормативних вимог;
- оцінювання та визначення пріоритетності проектів у сфері управління побутовими відходами, фінансування яких може бути здійснене з державного бюджету;
- дослідження можливості внесення змін до законодавства України щодо створення економічних, правових та соціальних умов для впровадження роздільного збирання побутових відходів;

- дослідження відповідності законодавства України у сфері управління побутовими відходами відповідному європейському законодавству.

На регіональному рівні до методів моніторингу входять:

- визначення можливостей співробітництва регіонів у сфері управління побутовими відходами, в тому числі створення міжрегіональних об'єктів управління побутовими відходами, зокрема, підприємств сортування та перероблення окремих компонентів побутових відходів;
- вивчення впливу об'єктів управління побутовими відходами на навколишнє природне середовище, особливо – полігонів побутових відходів, розміщених на земельних територіях областей та обласних центрів, які приймають побутові відходи.

На місцевому рівні до методів моніторингу належать:

- визначення обсягів утворення побутових відходів (твердих, великогабаритних, ремонтних, рідких);
- визначення морфологічного складу побутових відходів та оцінювання й визначення організаційних заходів із впровадження роздільного збирання окремих компонентів побутових відходів;
- дослідження обсягів побутових відходів, що утворюються у населеному пункті, які можуть бути перероблені або утилізовані, визначення рівня зменшення надходження побутових відходів на захоронення та відповідного коригування терміну експлуатації полігонів твердих побутових відходів;
- визначення обсягів фінансування з місцевого бюджету впровадження роздільного збирання та інших технологій перероблення та утилізації побутових відходів;
- аналіз шляхів та стимулів для залучення приватного бізнесу (вітчизняного та закордонного) до впровадження роздільного збирання окремих компонентів твердих побутових відходів, зокрема, для придбання контейнерів, проектування, будівництва та експлуатації підприємств із перероблення вторинної сировини, вилученої з твердих побутових відходів.

Найважливішими завданнями системи моніторингу є:

- кількісне та якісне оцінювання відходів від їх утворення до використання та знешкодження (у тому числі складування);
- інформування про загрози відходів для середовища;
- верифікація ефективності управління відходами.

Рівень екологічної безпеки регіону E_w можна описати функціоналом

$$E_w = F(Mw, Kw, Ko, Kr, Mwn; E; P), \quad (1)$$

де: Mw – маса утворення ПВ;

Kw – кількість утворених сміттєзвалищ та полігонів;

Ko – питома кількість маси ПВ на душу населення;

Kr – відсоток відходів, що переробляється;

Mwn – відсоток небезпечних відходів в обсязі ПВ.

Максимальний рівень екологічної безпеки регіону E_{wmax} можна отримати тільки за виконання таких умов:

$$Mw \rightarrow \min; Kw \rightarrow \min; Ko \rightarrow \min; Kr \rightarrow \max; \Sigma W \rightarrow \min; Mwn \rightarrow \min, E \rightarrow \min. \quad (2)$$

Тут $E \rightarrow \min$ та $P \rightarrow \text{opt}$, відповідно, – кошти на управління відходами; P – соціальний показник якості життя.

Для опису значення рівня екологічної безпеки регіону введемо такі показники, наведені в таблиці.

Таблиця

Значення рівня екологічної безпеки регіону

Значення	Рівень екологічної безпеки регіону E_w
$0 \geq E_w \leq 0,2$	Дуже низький
$0,2 \geq E_w \leq 0,5$	Низький
$0,5 \geq E_w \leq 0,7$	Середній
$0,7 \geq E_w \leq 0,9$	Високий
$E_w \geq 0,9$	Дуже високий

Моніторинг відходів організовано на інших засадах, ніж моніторинг стану середовища, наприклад повітря чи води, з огляду на те, що відходи не тільки забруднюють середовище, але існує також можливість їх використання.

Тому в рамках моніторингу потрібно слідкувати за утворенням і переміщенням відходів, але одночасно й контролювати вплив звалищ відходів на стан забруднення середовища. Завдяки цьому він може бути підставою для прийняття рішень для:

- раціонального використання відходів;
- знешкодження відходів, які не можна використати в господарці;
- безпечного складування відходів.

Умовою досягнення основної мети моніторингу відходів, яким є участь у формуванні та реалізації його політики, є створення інформаційної бази.

Моніторинг звалища має такі етапи:

- етап перед експлуатаційний – період до дня отримання дозволу на використання звалища відходів;
- етап експлуатації – період від дня отримання дозволу на використання звалища до дня отримання згоди на закриття звалища відходів;
- етап після експлуатаційний – період 30 років, від дня отримання рішення про закриття звалища.

Визначено мінімальну частоту визначень параметрів поверхневих, стічних та підземних вод і звалищного газу на вказаних етапах звалища відходів:

- на перед експлуатаційному етапі – одноразово значення припливу поверхневих вод та їх склад, а також рівень та склад підземних вод;
- на етапі експлуатації – щомісячно обсяг стічних вод, а також викидів та склад звалищного газу; що 3 місяці – обсяг припливу та рівень підземних

вод та їх склад та склад стічних вод;

- на етапі після експлуатаційному – що 6 місяців – обсяг припливу поверхневих вод та їх склад, рівень підземних вод та їх склад, а також склад стічних вод.

На рис. 2 показано загальну схему здійснення моніторингу, де:

- ВІС АП – вимірювально-інформаційна система атмосферного повітря,
- ВІС ПВ – вимірювально-інформаційна система поверхневих вод,
- ВІС ГВ – вимірювально-інформаційна система ґрунтових (підземних) вод, ВІС Г – вимірювально-інформаційна система ґрунтів, ВІС Ф – вимірювально-інформаційна система фільтратів, ВІС НР – вимірювально-інформаційна система небезпечних речовин, зокрема, гудронів, УС, УОЗ, УДФС, УДМС – відповідно, управління статистики, охорони здоров'я, державної фіскальної служби, державної митної служби, ГІС – геоінформаційна система.

Структурну схему вимірювально-інформаційної системи для моніторингу поверхневих вод показано на рис.3, де: МВІП – модуль вимірювання інтегральних параметрів, МВСП – модуль вимірювання селективних параметрів, МВГП – модуль вимірювання гідрофізичних параметрів, ПК – персональний комп'ютер, БК – блок керування, БЖ – блок живлення. МВІП містить такі вимірювальні канали: загальної концентрації C_{Σ} домішок у воді BKC_{Σ} , питомої електропровідності $BK\sigma$, температури $\gamma BK\gamma$, водневого показника рН $BKpH$, нелінійний акустичний параметра $g BKg$, окисно-відновного потенціалу $Eh BKEh$, показника світло пропускання $\alpha BK\alpha$. МВСП містить вимірювальні канали: нітратів $BKNO_3$, хлоридів $BKCl$, амонію $BKNH_4$, сульфатів $BKSO_4$, кисню BKO_2 , заліза $BKFe$, свинцю $BKPB$.

МВГП містить вимірювальні канали: компонентів течії $v_x, v_y, v_z - BKv_x, BKv_y, BKv_z$, швидкості звуку $c BKC$, вихрового компонента швидкості потоку $rotv BKrotv$, глибини $H BKH$. Кожний з вимірювальних каналів містить сенсор C , вторинний вимірювальний перетворювач $ВВП$ та аналого-цифровий перетворювач $АЦП$. Отримані дані надходять через інтерфейс у банк даних і систему прийняття рішення на основі персонального комп'ютера ПК.

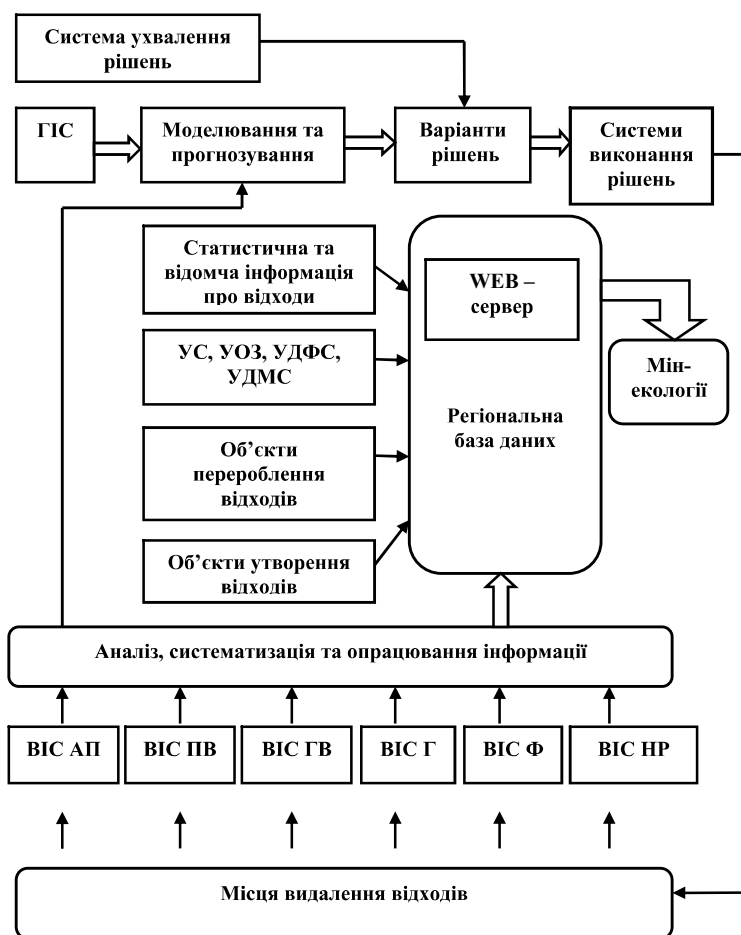


Рис. 2. Загальна схема здійснення моніторингу побутових відходів

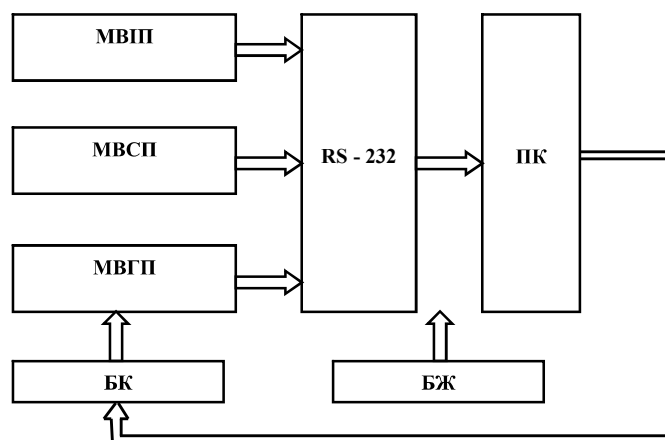


Рис. 3. Структурна схема вимірювально-інформаційної системи для моніторингу поверхневих вод

Метод вимірювання загальної концентрації речовини. Одним з елементів моніторингу відходів є визначення концентрації водного середовища. Метод визначення параметрів матеріалів та ультразвукового контролю матеріалів шляхом вимірювання часу поширення ультразвуку описано в [14]. Але відомий спосіб не враховує вплив температури на швидкість ультразвуку в контрольованих речовинах.

Інший метод ультразвукового контролю хімічного складу навколишнього середовища, який полягає в тому, що визначають хімічний склад середовища вимірюванням часу поширення ультразвуку від акустичного випромінювача через середовище з контрольованим хімічним складом до акустичного приймача та порівнюють час поширення ультразвуку в контрольованому та еталонному середовищах [15]. Однак цей метод має недостатню точність, оскільки він дає змогу визначати хімічний склад середовища порівнянням його з одним еталонним.

Авторами [16] створено метод вимірювання концентрації речовин, в якому введення нових операцій та зв'язків дає змогу підвищити точність перетворення та кількісно оцінити концентрацію речовини.

Це поставлене завдання досягається тим, що в методі вимірювання концентрації речовин, який полягає у випромінюванні та прийманні імпульсного ультразвукового сигналу в контрольованій та першій еталонній речовині, додатково вводять n еталонних речовин, причому концентрації еталонних речовин вибирають рівномірно в діапазоні вимірювання концентрацій, випромінюванні та прийманні імпульсного ультразвукового сигналу в n еталонних речовинах, вимірюванні різниці часів поширення ультразвукових сигналів в контрольованій та еталонних речовинах протягом m тактів вимірювання, а концентрацію C домішок в речовині визначають за формулою

$$C = \frac{1}{m\alpha} \sum_{i=1}^{i=n} \lg \left[\frac{(T_k - T_{i+1})10^{-\alpha C_i} + (T_i - T_k)10^{-\alpha C_{i+1}}}{(T_i - T_{i+1})} \right], \quad (3)$$

де α – нахил градувальної характеристики, $\text{дм}^3/\text{Мг}$;

m – кількість тактів вимірювання;

n – кількість еталонних речовин;

T_k, T_i, T_{i+1} – часи поширення ультразвукових сигналів у досліджуваній, i -ій та $i+1$ -ій еталонній речовині;

C_i, C_{i+1} – концентрації еталонних речовин.

На рис. 4 подано структурну схему пристрою, де: 1 – багатоканальний комутатор; 2 – блок ультразвукових випромінювачів; 3 – канал з n речовинами; 3.1 – канал з контрольованою речовиною; 3.2 – 3. n – канал з еталонними речовинами; 4 – багатоканальний комутатор; 5 – блок ультразвукових приймачів; 6 – генератор зондування; 7, 8, 9 – підсилювачі; 10, 11, 12 – детектори; 13, 14, 15 – відповідно, блок вимірювання різниці часу поширення звуку в контрольованій та $(i+1)$ еталонній речовинах; блок вимірювання різниці часу поширення

звуку в (i) еталонній та контрольованій речовинах, блок вимірювання різниці часу поширення звуку в (i) та ($i+1$) еталонній речовинах; 16 – кварцовий генератор; 17, 18, 19 – лічильники імпульсів, 20 – мікроконтролер; а на рис. 5 – часові діаграми роботи, де: а) – зондувальний сигнал; б) – перший прийнятий сигнал; в) – i -ий прийнятий сигнал; д) ($i+1$)-ий прийнятий сигнал.

Сутність запропонованого методу полягає в наступному.

Ультразвукові імпульсні сигнали заданої амплітуди і частоти випромінюють у напрямку до ультразвукових приймачів одночасно в каналі 3.1 з контрольованою речовиною і у двох еталонних каналах 3.2 і 3.3 з еталонними речовинами C_i та C_{i+1} (рис. 5а). Ці сигнали поширюють в контрольованій та двох еталонних речовинах і надходять на ультразвукові приймачі, через часи T_p , T_{i+1} і T_k (рис. 5б, в, д). Визначають різниці часових параметрів ($T_k - T_{i+1}$), ($T_i - T_k$), ($T_i - T_{i+1}$) протягом m тактів вимірювання, використовуючи по чергово пари еталонних речовин від C_1 до C_n , а концентрацію C речовин у контрольованій речовині після m тактів вимірювання визначають за формулою (3).

При лінійній залежності вихідного часового інтервалу від інтенсивності I ультразвукового сигналу, що поширився через контрольоване середовище, маємо

$$T_k = a_0 + a_1 I_k, \quad (4)$$

де a_0 і a_1 – коефіцієнти реальної функції перетворення, а при проходженні ультразвукового сигналу через i -ту та ($i+1$)-у речовини, які заповнено еталонними речовинами з концентраціями C_i і C_{i+1} , відповідно отримуємо

$$T_i = a_0 + a_1 I_i, \quad (5)$$

$$T_{i+1} = a_0 + a_1 I_{i+1}. \quad (6)$$

Коефіцієнти a_0 і a_1 змінюються у часі при впливі зовнішніх збурень на електричні та акустичні елементи схеми, що особливо виявляється при ультразвукових вимірюваннях, але за короткий період вимірювану концентрацію C_k і коефіцієнти функцій перетворення можна вважати постійними.

При збереженні лінійного закону поширення ультразвукових хвиль в однакових з акустичної точки зору речовинах

$$\begin{aligned} I_k &= I_0 10^{-\alpha C_k}; \quad I_1 = I_0 10^{-\alpha C_1}; \quad I_2 = I_0 10^{-\alpha C_2}; \\ I/I_0 &= 10^{-\alpha C_k} \quad I_1/I_0 = 10^{-\alpha C_1}; \quad I_2/I_0 = 10^{-\alpha C_2}; \end{aligned} \quad (7)$$

де I_0 , I_p , I_{i+1} , I_k – інтенсивність випромінювання на входах і виходах каналів, α – нахил градувальної характеристики.

З врахуванням (5.3) – (5.5) залежність (5.2) набуде вигляду

$$T_k = (T_{i+1} 10^{-\alpha C_1} - T_i 10^{-\alpha C_2}) / (10^{-\alpha C_1} - 10^{-\alpha C_2}) + [(T_i - T_{i+1}) / (10^{-\alpha C_1} - 10^{-\alpha C_2})] 10^{-\alpha C_k} \quad (8)$$

звідки визначають загальну концентрацію речовин у контрольованій речовині після m тактів вимірювання за виразом (3).

Пристрій для вимірювання концентрації речовин у середовищі реалізовано у вигляді багатоканального пристрою, в одному каналі якого знаходиться контрольована речовина, а в інших – еталонні речовини, причому концентрації еталонних речовин вибирають рівномірно в діапазоні вимірювання концентрацій $C_1 - C_n$ (рис. 4).

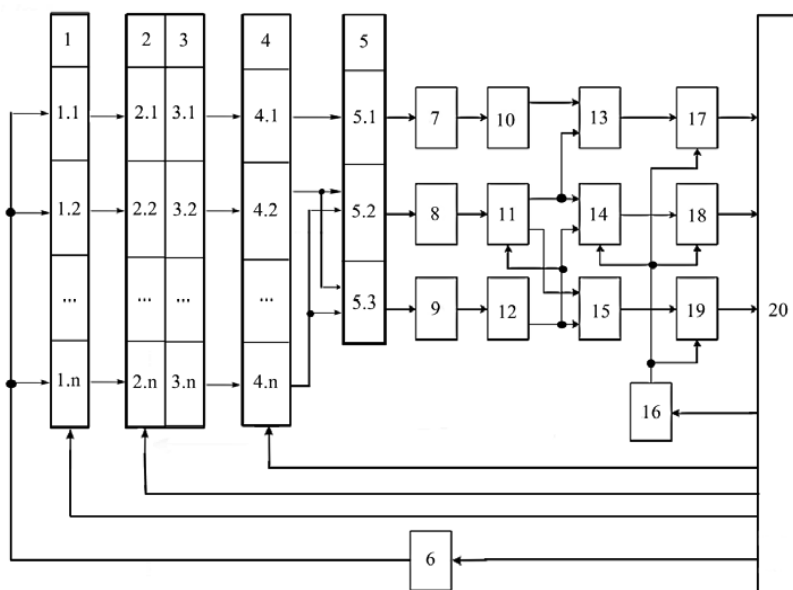


Рис. 4. Структурна схема пристрою для вимірювання концентрації речовин

Пристрій працює так. Імпульси з частотою відліків f_0 від мікроконтролера 20 запускають генератор зондування 6. Електричний імпульс зондування одночасно надходить через багатоканальний коммутатор 1 на блок 2 ультразвукових випромінювачів, які перетворюють його в ультразвукові імпульси. Ці імпульси поширюються в контрольованій 3.1 та двох еталонних речовинах 3.2 і 3.3 – на базі L (рис. 4) і надходять через багатоканальний комутатор 4 на блок 5 ультразвукових приймачів, які перетворюють їх в електричні імпульсні сигнали, які, відповідно, надходять на підсилювачі 7, 8 і 9 та детектори 10, 11, 12, далі надходять на входи блоків 13, 14, 15 вимірювання різниці часів поширення звуку в речовинах, на виході яких формують часові інтервали $(T_k - T_{i+1})$, $(T_i - T_k)$, $(T_i - T_{i+1})$, тривалості яких визначають лічильниками імпульсів 17, 18, 19, куди надходять імпульси еталонної частоти f_0 з генератора 16. Ці дані заносять у мікроконтролер 20. Комутатор 4 дає змогу під'єднувати до блоків 3 ультразвукових випромінювачів та приймачів 5 по чергово пари еталонних речовин. Мікроконтролер 20 визначає загальну концентрацію речовин у контрольованій речовині після m тактів вимірювання за виразом (3).

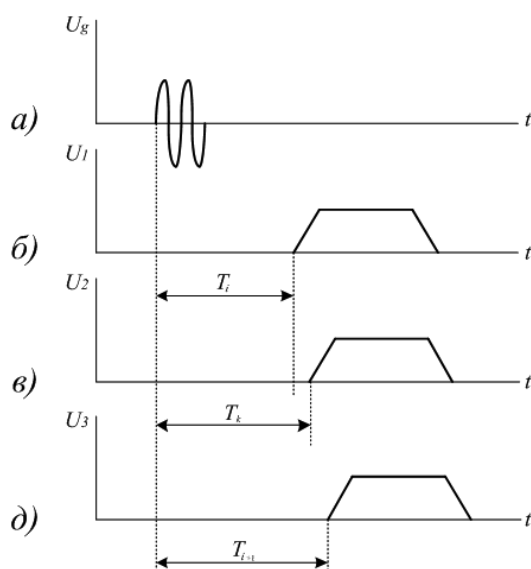


Рис. 5. Часові діаграми роботи пристрою

Метод характеризується високою точністю внаслідок того, що для рідин порівняно легко приготувати і атестувати з високим ступенем точності (за ГОСТ 14870-77) однорідні та однотипні розчини рідин з відомими концентраціями (вбудовані стандартні зразки підприємства за ГОСТ 8.315-78), а це дає змогу зменшити систематичну та повільнозмінну похибки вимірювання. Також використання n еталонних речовин та m тактів вимірювання дає змогу суттєво підвищити точність визначення концентрації речовин.

Висновки. Розроблено підходи до побудови комп'ютерної системи моніторингу побутових відходів, в основу якої покладено екологічний контроль атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів та фільтратів і небезпечних відходів. Подано структуру та основні завдання системи моніторингу відходами. Визначено основні етапи моніторингу відходів і мінімальну частоту визначень параметрів поверхневих, стічних та підземних вод і звалищного газу. Запропоновано ультразвуковий метод вимірювання концентрації речовини, який дає змогу підвищити точність перетворення та кількісно оцінити концентрацію речовини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: publications.chamber.ua/2017/F_B/Strategy.doc
2. Ігнатенко О. П. Куди подіти сміття / О.П. Ігнатенко // Житлово-комунальне господарство України. Інформаційно аналітичне видання для фахівців. – 2014. – №5 (68). – С. 37–39.
3. Погребенник В.Д. Оперативне вимірювання інтегральних параметрів водного середовища та донних відкладів: монографія / В.Д. Погребенник // Львів: СПОЛОМ, 2011. – 280 с.

4. Погребенник В.Д. Комп'ютерні вимірювально-інформаційні системи для оперативного екологічного моніторингу водного середовища: монографія / В.Д. Погребенник, А.В. Романюк // Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. – 160 с.
5. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами у Вінницькій області. Монографія / Під ред. В. Г. Петрука. – Вінниця: УНІВЕРСУМ. – Вінниця, 2007. – 160 с.
6. Шаніна Т.П. Управління та поводження з відходами: Підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко, Т.А. Сафранов, В.Ю. Коріневська, О.О. Бедункова, А.І. Волков: Одеса, 2012. – 270 с.
7. Household waste management. The European experiences / V.G. Petruk, F. Stalder, V.A. Ishchenko, I.V. Vasytkivskiy, R.V. Petruk, P.M. Turchyk, S.M. Kvaternyuk, M.I. Shyrnin, V.V. Volovodiuk. – Vinnytsia: «Nilan-Ltd.», 2016. – 184 p.
8. Самойлік М. С. Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє середовище. Фільтрат / М.С. Самойлік, А.В. Молчанова // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2017. – № 1-2. – С. 88–91.
9. Pohrebennyk V. Impact of lviv municipal solid waste landfill on water bodies / V. Pohrebennyk, I. Podolchak // Water security: Monograph. – Mukolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016. Editors: prof. Olena Mitryasova, prof. Chad Staddon. – P. 170-181.
10. Філіпович В. Є. Дистанційний екологічний моніторинг звалищ твердих побутових відходів / В. Є. Філіпович, О. І. Кудряшов, А. Г. Мичак // Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2015. – № 4. – С. 32–36.
11. Андронов В.А. Науково-технічні основи комплексної системи моніторингу зон екологічного забруднення, яка включає автоматизовані пристрої контролю та безпілотні літальні апарати / В.А. Андронов, Г. В. Іванець, В. Д. Калугін, В. В. Тютюник // Техногенно-екологічна безпека. – 2017. – № 2. – С. 18–26.
12. Pohrebennyk V. Systems for operative environment control of energy objects / Pohrebennyk V., Palamar M.I., Petruk V.G., Babak S.V., Korostynska O., Liba N. // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки: Матеріали доповідей 5th Ukrainian Conference GEO-UA (Kyiv, Ukraine October 10-14, 2016). – 2016. – P. 43–46.
13. Боднар І.Л. Системи поводження з твердими побутовими відходами в українських містах, роль міського населення в роздільному збиранні сміття та рекомендації для органів місцевого самоврядування / І.Л. Боднар, Л.І. Полтораченко. – Київ, ПРООН/МПВСР. – 2011. – 47 с.
14. Авторське свідоцтво СРСР №1682915 МПК G01N29/18.
15. Деклараційний патент України №33870 МПК G01N29/18.
16. Патент України № 118044 на винахід за заявкою на винахід a201604086 від 14.04.2016. Спосіб вимірювання концентрації речовини. МПК G01N 29/00. Погребенник В.Д., Подольчак І.І., 12.11.2018. Бюл. № 21.

REFERENCES

1. Natsionalna stratehiia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: publications.chamber.ua/2017/F_B/Strategy.doc (in Ukrainian)
2. Ihnatenko O. P. (2014). Kudy podity smittia / O.P. Ihnatenko // Zhytlovo-komunalne hospodarstvo Ukrainy. Informatsiino analitychne vydannia dlia fakhivtsiv. – №5

- (68). – S. 37–39. (in Ukrainian)
3. Pohrebennyk V.D. (2011). Operatyvne vymiriuvannia intehralnykh parametriv vodnoho seredovyscha ta donnykh vidkladiv: monohrafiia / V.D. Pohrebennyk // Lviv: SPOLOM– 280 s. (in Ukrainian)
 4. Pohrebennyk V.D. (2013). Kompiuterni vymiriualno-informatsiini systemy dlia operatyvnoho ekolohichnoho monitorynhu vodnoho seredovyscha: monohrafiia / V.D. Pohrebennyk, A.V. Romaniuk // Lviv: Vyd-vo Lvivskoi politekhniki– 160 s. (in Ukrainian)
 5. Intehrovane upravlinnia ta povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy u Vinnytskii oblasti. (2007). Monohrafiia / Pid red. V. H. Petruka. – Vinnytsia: UNIVERSUM. – Vinnytsia– 160 s. (in Ukrainian)
 6. Shanina T.P. (2012). Upravlinnia ta povodzhennia z vidkhodamy: Pidruchnyk / T.P. Shanina, O.R. Hubanova, M.O. Klymenko, T.A. Safranov, V.Iu. Korinevska, O.O. Biedunkova, A.I. Volkov: Odesa – 270 s. (in Ukrainian)
 7. Household waste management. The European experiences (2016). / V.G. Petruk, F. Stalder, V.A. Ishchenko, I.V. Vasylykivskyi, R.V. Petruk, P.M. Turchyk, S.M. Kvaternyuk, M.I. Shyrnin, V.V. Volovodiuk. – Vinnytsia: «Nilan-Ltd.»,– 184 p. (in English)
 8. Samoilik M. S. (2017). Ekolohichni aspekty vplyvu polihoniv tverdych pobutovykh vidkhodiv na navkolyshnie seredovysche. Filtrat / M.S. Samoilik, A.V. Molchanova // Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. — № 1-2. – S. 88–91. (in Ukrainian)
 9. Pohrebennyk V. (2016). Impact of Lviv municipal solid waste landfill on water bodies / V. Pohrebennyk, I. Podolchak // Water security: Monograph. – Mukolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, Editors: prof. Olena Mitryasova, prof. Chad Staddon. – P. 170-181. (in English)
 10. Filipovych V. Ye. (2015). Dystantsiinyi ekolohichniy monitorynh zvalyshch tverdych pobutovykh vidkhodiv / V. Ye. Filipovych, O. I. Kudriashov, A .H. Mychak // Ukrainskyi zhurnal dystantsiinoho zonduvannia Zemli — № 4. – S. 32–36. (in Ukrainian)
 11. Andronov V.A. (2017). Naukovo-tekhnichni osnovy kompleksnoi systemy monitorynhu zon ekolohichnoho zabrudnennia, yaka vkluchaie avtomatyzovani prystroi kontroliu ta bezpilotni litalni aparaty / V.A. Andronov, H. V. Ivanets, V. D. Kaluhin, V. V. Tiutiunyk // Tekhnohenno-ekolohichna bezpeka. – № 2. – S. 18–26. (in Ukrainian)
 12. Pohrebennyk V. (2016). Systems for operative environment control of energy objects / V. Pohrebennyk, M. Palamar, V. Petruk, S. Babak, O. Korostynska, N. Liba // Aerokosmichni sposterezhennia v interesakh staloho rozvytku ta bezpeky: Materialy dopovidei of 5th Ukrainian Conference GEO-UA (Kyiv, Ukraine, October 10-14, 2016). — P. 43–46. (in English)
 13. Bodnar I.L. (2011). Systemy povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy v ukrainskykh mistakh, rol miskoho naseleattia v rozdilnomu zbyranni smittia ta rekomendatsii dlia orhaniv mistsevoho samovriaduvannia / I.L. Bodnar, L.I. Poltorachenko. – Kyiv, PROON/MPVSR. — 47 s. (in Ukrainian)
 14. Avtorske svidotstvo SRSR №1682915 MPK G01N29/18. (in Ukrainian)
 15. Deklaratsiinyi patent Ukrainy №33870 MPK G01N29/18. (in Ukrainian)

16. Patent Ukrainy № 118044 na vynakhid za zaiavkoiu na vynakhid a201604086 vid 14.04.2016 / Sposib vymiriuvannia kontsentratsii rehovyny. MPK G01N 29/00. Pohrebennyk V.D., Podolchak I.I. 12.11.2018. Biul. № 21. (in Ukrainian)

UDC 628.4: 504

**METHODS OF CONSTRUCTION OF THE COMPUTER SYSTEM
MONITORING OF HOUSEHOLD WASTE**

V. D. Pohrebennyk, I.I. Koval

*National University "Lviv Polytechnic",
130, Hen. Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine
vpohreb@gmail.com*

The methods of construction of a computer system monitoring of household waste based on environmental monitoring of the water environment, atmospheric air, soils, filtrate and hazardous waste have been developed. The main stages of waste monitoring and the minimum frequency of measurements of surface and groundwater and landfill gas parameters have been determined. A new method for measuring the concentration of a substance has been suggested, which is to measure the time parameters of pulsed ultrasonic signals in controlled and n-reference substances, which is characterized by high accuracy.

Keywords: *computer system, monitoring, statistical processing of information, household waste.*

*Стаття надійшла до редакції 22.02.2018
Received 22.02.2018*

UDC 628.4: 504

**METHODS OF CONSTRUCTION OF THE COMPUTER SYSTEM
MONITORING OF HOUSEHOLD WASTE**

V. D. Pohrebennyk, I.I. Koval

*National University "Lviv Polytechnic",
130, Hen. Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine
vpohreb@gmail.com*

Research Methodology. The principles of complexity, reliability and scientific objectivity have been the methodological basis of the study, having already grounded on the priority of sustainable development. To identify the degree of the topic elaboration there have been included some general scientific methods – comparison, analysis, synthesis, which have made it possible to isolate the most significant in the selected editions and series created of computer systems for monitoring household waste, and ensured the integrity of the problem considered.

Results. In the research, the methods of constructing computerized monitoring systems for household waste have been isolated and analyzed, and it has been emphasized on its distinction from environmental monitoring. The indicator of the level of ecological safety of the region, the structure of household waste monitoring and a new method for determining the concentration of a substance have been suggested.

Novelty. The scientific novelty of the obtained results is that the methods of constructing monitoring systems that extend and enrich the presentation of waste monitoring have been suggested; the essential components of its concept of sustainable development have been explored and elucidated. The novelty of the method for determining the concentration of a substance has been confirmed by the patent of Ukraine for the invention.

Practical Significance. Waste monitoring systems are part of an integrated waste management system, which has a remarkable scientific and practical value for reducing the environmental impact of waste, improving the population and reducing the annual waste of recycled raw materials. Factual findings of the article can be used in the introductory courses on the environmental technologies.

UDC 65.011.56.001.12

IDENTIFICATION OF DRONES IN A DEFINED TERRITORY

Nakonechnyy A., Berezhnyi I.

*National University "Lviv Polytechnic" 12, S.Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine
andrnakon@gmail.com*

Research Methodology. The research methodology is to obtain an approach to detect the presence of a drone by identifying and analyzing signals from the two