

УДК 681.51

**В. Б. Мокін**, д. т. н., доц.;**Г. В. Горячев**, к. т. н., доц.;**Д. І. Кательніков**, к. т. н., доц.;**С. О. Жуков**, асп.;**І. А. Моргун**, студ.

## РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ТА ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ КОНТРОЛЮ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ

*Розглянуті питання створення пакету комп'ютерних програм для автоматизації процесу визначення параметрів викидів безпосередньо на місці контролю. Наведено результати порівняльного аналізу мобільних засобів обчислювальної техніки за встановленими критеріями. Розроблено програмне забезпечення, що здійснює розрахунки результатів вимірювань швидкості, об'ємної витрати газопилового потоку, об'ємної витрати при відборі проб речовин у вигляді суспендованих твердих частинок та розрахунки даних з паспорту проб з протоколу вимірювання вмісту забруднювальних речовин у викидах паливовикористовувального обладнання.*

### 1. Коротка характеристика проблеми

Фахівці Державної екологічної інспекції Мінприроди України здійснюють постійний контроль шкідливих викидів у навколишнє середовище. Процес контролю передбачає збір та обробку великої кількості даних, під час якого виконується значна частка рутинних операцій. Для підвищення ефективності обробки даних контролю перед колективом викладачів та студентів Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) була поставлена задача розробки та створення Єдиної автоматизованої системи контролю, до складу якої увійшли підсистеми «Викиди», «Вода і скиди» та «Ґрунти і відходи».

Задача підсистеми «Викиди» полягає в автоматизації роботи екоінспекторів при здійсненні контролю викидів в атмосферне повітря. Одними з найбільш кропітких та рутинних операцій є збір даних безпосередньо біля джерела утворення викидів та реєстрація і попередня обробка даних розрахунків під час відбору проб на місці контролю. Для автоматизації цих операцій потрібно розробити спеціальне апаратно-програмне забезпечення, яке повинно інтегруватись до основної підсистеми «Викиди». Специфіка задачі висуває певні вимоги до цього забезпечення. По-перше, пристрій повинен бути мобільним, оскільки в ході контролю інспектор постійно пересувається по об'єкту. По-друге, пристрій повинен мати невеликі розміри, адже на місці контролю інспектор працює з іншими хіміко-аналітичними пристроями і в переважній більшості випадків вільного місця не вистачає. По-третє, пристрій повинен мати достатню обчислювальну потужність та об'єм пам'яті для зберігання та обробки даних контролю. По-четверте, пристрій повинен забезпечувати можливість програмування, що дозволяло б вносити відповідні корекції до програмного забезпечення у випадках зміни методик обчислень. По-п'яте, пристрій повинен бути забезпечений засобами експорту інформації до стаціонарних персональних комп'ютерів, на яких здійснюються подальші етапи обробки даних контролю, формування звітів, накопичення інформації у базах даних тощо.

Існує широкий вибір засобів обчислювальної техніки, які задовольняють вказані критерії: мобільні комп'ютери (notebook), кишенькові персональні комп'ютери (КПК), смарт-фони та комунікатори. Аналіз наведених пристроїв з точки зору додаткових вимог до пристроїв реєстрації та обробки даних на об'єкті контролю та цінових характеристик дозволяє визначити КПК сучасних моделей як оптимальний варіант реалізації.

Вибираючи моделі КПК, слід враховувати такі характеристики: ціну, обчислювальну потужність, тривалість роботи з використанням автономного живлення, об'єм пам'яті, поширеність, можливість нарощування зовнішньою клавіатурою та операційну систему, яка керує роботою пристрою. Порівняльний аналіз існуючих моделей показав, що оптимальним варіантом є модель HP iPAQ rz 1700. При досить компактних розмірах та невеликій масі (близько 100—150 г) цей пристрій має необхідну продуктивність для вирішення поставлених задач. Дуже важливою перевагою цієї моделі є те, що вона працює під керуванням операційної системи Microsoft Windows Mobile, що є аналогом широко розповсюдженої операційної системи Microsoft

Windows XP. Це дозволяє значно скоротити час, необхідний для навчання екоінспекторів, адже інтерфейс та програмне забезпечення, яке використовує ця операційна система, знайомий більшості користувачів звичайних персональних комп'ютерів.

Варіантний аналіз інструментальних засобів створення програмного забезпечення для КПК показав, що оптимальним варіантом є пакет Pocket Excel. Використання цього пакету, який є аналогом широкорозповсюдженої електронної таблиці Microsoft Excel, дозволяє будувати інтерактивні електронні таблиці з можливостями введення зібраної інформації, задання відповідних формул обчислення контрольних величин та різнофункціонального кольорового оформлення, що полегшує сприйняття інформації.

#### 2. Постановка задачі

Таким чином, задача [1] полягає в тому, щоб, використовуючи КПК HP iPAQ rz 1700 та електронну таблицю Pocket Excel, розробити модуль реєстрації інформації з відбору проб і вимірювань, що виконуються безпосередньо на місці проведення контролю. При цьому, мають бути реалізовані [2—5]:

- розрахунки результатів вимірювань швидкості, об'ємної витрати газопилового потоку;
- об'ємної витрати при відборі проб речовин у вигляді суспендованих твердих частинок;
- розрахунки даних з паспорту проб для протоколу вимірювання вмісту забруднювальних речовин у викидах паливовикористовувального обладнання.

При розробці слід враховувати також додаткові вимоги до інтерфейсу, що їх висуває використання портативного комп'ютера, адже повинні бути забезпечені: відповідний рівень контрасту зображення, мінімізація необхідних операцій введення, автоматичний контроль за правильністю введеної інформації та сигналізація про некоректне введення та пропуски даних.

#### 3. Апаратне забезпечення

Відповідно до [http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press\\_kits/2004/ipaq/products.html](http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2004/ipaq/products.html), КПК моделі HP iPAQ rz 1700 має сенсорний кольоровий рідкокристалічний дисплей з діагоналлю близько 9 сантиметрів, інфрачервоний порт, роз'єм для підключення до персонального комп'ютера або портативної клавіатури, роз'єм для зовнішньої карти пам'яті, стандартний аудіовихід з регулятором гучності, вбудований динамік. Управління програмами і введення даних здійснюються за допомогою стилуса, який є пристроєм на зразок указки. Вся видима область дисплея є чутливою до використання стилуса. Вбудований акумулятор забезпечує функціонування пристрою протягом від 8 до 12 годин при інтенсивній роботі або до 4-х діб у звичайному режимі. Операційна система і базові програми зберігаються в постійній енергонезалежній пам'яті. Введення алфавітно-цифрової інформації здійснюється за допомогою клавіатури, зображення якої виводиться на екран КПК у разі потреби. Клавіші клавіатури чутливі до натискування стилуса.

#### 4. Розробка електронних таблиць

Використання електронної таблиці Pocket Excel дозволяє заздалегідь побудувати шаблони таблиць з відповідними формами представлення інформації, спеціально визначеними полями для введення вхідних даних та формулами, які автоматично обчислюються і, таким чином, забезпечують отримання результатів. Протоколи розрахунків результатів вимірювань швидкості та об'ємної витрати газопилового потоку передбачають використання дещо різних формул в залежності від:

- різних форм перерізу: округлої (позначається у назвах файлів-шаблонів як «krugl»), квадратної («quad»);
- різних одиниць вимірювання: кПа («кра»), мм. рт. ст («mm»);
- різних методик обчислювання швидкості: з безпосереднім вимірюванням швидкості («speed») або коли швидкість обчислюється за результатами вимірювань повного та статичного тиску (-).

Відповідно до цього розроблено 8 різних файлів-шаблонів. Наприклад, якщо треба побудувати протоколи вимірювань швидкості та об'ємної витрати газопилового потоку для випадку, коли форма вимірювального перерізу є округлою, одиниці вимірювання — мм. рт. ст, швидкість газопилового потоку обчислюється за результатами вимірювання повного та динамічного тисків, то назва відповідного файла-шаблону буде kpk\_krugl\_mm.xlt.

Розроблена електронна таблиця розрахунків даних з паспорта проб для протоколу вимірювання вмісту забруднюючих речовин у викидах паливовикористовувального обладнання є дещо незалежною, тому для неї було розроблено окремий файл-шаблон, який має назву kpk\_prot\_oksi.xlt.

Дії користувача полягають у тому, щоб відкрити необхідний файл-шаблон і ввести дані вимірювань. Результати будуть обчислені автоматично, а користувач повинен при закритті файла змінити назву, додавши до неї для інформативності дату проведення вимірювань.

#### 4.1. Введення загальних та геометричних параметрів джерела викиду

У разі відкриття необхідного файла-шаблону, на екран виводиться інформація про його призначення, для того, щоб користувач мав змогу перевірити, чи було зроблено правильно вибір файла-шаблону. В першу чергу користувач вводить інформацію про дату та час проведення вимірювань. Далі відбувається введення загальних відомостей про джерело викиду, які включають назву джерела, місце вимірювання, орієнтацію ділянки газоходу (вертикальна, горизонтальна чи похила) та розташування вимірювальних приладів відносно до вентиляторів.

На наступному етапі користувач визначає геометричні параметри джерела викиду, до яких відносяться такі: довжина прямої ділянки, діаметр  $D$  для газоходів з округлим перерізом або висота  $A$  та ширина  $B$  для газоходів з прямокутним перерізом. Дуже важливим елементом є значення кількості ліній та розташованих на них точок вимірювання. На рисунку 1 показані відповідні конфігурації з максимальною кількістю точок вимірювання для газоходів з округлим (а) та прямокутним (б) перерізами.

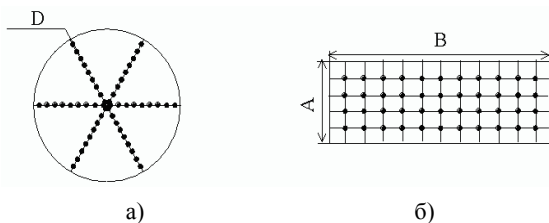


Рис. 1. Конфігурації ліній вимірювання з максимальною кількістю точок

Формули, що містяться в файлі-шаблоні, здійснюють автоматичну обробку введених геометричних параметрів джерела викиду і отримують рекомендовану кількість точок вимірювання. Користувач може погодитись із запропонованою кількістю, а може й змінити з якихось додаткових міркувань вказану цифру. Для зручності, цифри, які вводить користувач, мають червоний колір, який добре відрізняється від отриманих в результаті автоматичного обчислення цифр синього кольору.

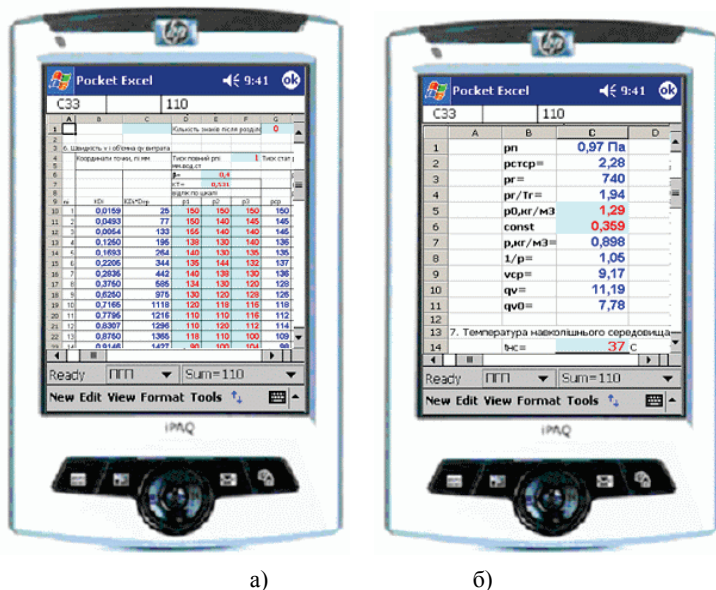


Рис. 2. Вигляд екрану КПК на етапі введення даних з точок вимірювання (а) та отримання обчислень параметрів газопилового потоку

#### 4.2. Введення результатів вимірювання параметрів газопилового потоку

На рис. 2а показано, як виглядає екран КПК на етапі введення даних вимірювань у запропонованих точках. Слід звернути увагу на те, що користувач отримує готові координати точок вимірювання, які обчислюються для заданих геометричних параметрів джерела викиду з використанням довідників, що зберігаються в КПК. Задача користувача на даному етапі полягає у тому, щоб ввести дані вимірювань динамічного, статичного або повного тисків, швидкості газопилового потоку та коефіцієнтів  $\beta$  та  $k$ . Введення інформації про температуру навколишнього середовища завершує

дії користувача, і далі параметри газопилового потоку автоматично обчислюються, як це показано на рис. 2б.

#### 4.3. Використання додаткових засобів інтерфейсу

Використання допоміжних засобів кольорового оформлення, що входять до складу Pocket Excel, дозволяє відчутно покращити сприйняття інформації. По-перше, різними кольорами виділяються букви та цифри, залежно від того, чи належать вони до статичних повідомлень, які не змінюються з часом, чи введені користувачем, чи були отримані шляхом обчислень за формулами, що записані у файлах-шаблонах. По друге, для того, щоб одразу спрямувати увагу користувача на

комірки, які потребують введення даних, вони виділяються спеціальним кольором, який, з одного боку, достатньо помітний, а з другого боку, не погіршує сприйняття інформації. По-третє, використання спеціальних умовних функцій дозволило не тільки будувати формули, які автоматично адаптуються до змін умов розрахунків (кількості ліній та точок вимірювань, розташування вимірювальних пристроїв до чи після вентилятора, способів вимірювання статичного тиску тощо), але й забезпечити сигналізацію про некоректне введення та пропуски даних.

#### Висновки

Наведено результати порівняльного аналізу мобільних засобів обчислювальної техніки за встановленими критеріями. Виявилось, що для реалізації засобів автоматизації оптимальним варіантом є КПК сучасних моделей.

Розроблене програмне забезпечення здійснює розрахунки результатів вимірювань швидкості, об'ємної витрати газопилового потоку; об'ємної витрати при відборі проб речовин у вигляді суспендованих твердих частинок та розрахунки даних з паспорта проб з протоколу вимірювання вмісту забруднювальних речовин у викидах паливовикористовувального обладнання. Використання допоміжних засобів кольорового оформлення Pocket Excel дозволяє підвищити ергономічність пристрою.

З початку 2006 року проводиться всебічне тестування розробленого забезпечення на практиці. До кінця 2006 року планується його впровадження в усіх регіональних держкоінспекціях України у складі підсистеми «Викиди» АСУ «ЕкоІнспектор».

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Розробка та впровадження єдиної автоматизованої системи Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди України із отриманням результатів вимірювань стану забруднення доквілля, викидів, скидів, і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування: Звіт про НДР / В. Б. Мокін, М. П. Боцула, Г. В. Горячев, Кательніков Д. І. та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. — 2807 (№ ДР 0105U008854). — Інв. № 0206U005422. — К., 2006. — 195 с.
2. ГОСТ 17.2.4.06-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.
3. ГОСТ 17.2.4.07-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.
4. ГОСТ 17.2.4.08-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения влажности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.
5. МВВ 081/12-0161-05. Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом.

**Мокін Віталій Борисович** — завідувач кафедри; **Горячев Георгій Володимирович** — доцент; **Жуков Сергій Олександрович** — аспірант.

Кафедра моделювання та моніторингу складних систем;

**Кательніков Денис Іванович** — доцент кафедри програмного забезпечення;

**Моргун Іван Анатолійович** — студент Інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

Вінницький національний технічний університет