

УДК 543.27.08

В. Я. Грабар, к. т. н.;

І. Л. Міхєєва, к. т. н.;

М. О. Орлов, к. т. н.

АВТОМАТИЧНИЙ СТАЦІОНАРНИЙ ПОСТ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ «АТМОСФЕРА-10»

Проаналізовано стан і проблеми екологічного моніторингу довкілля України. Розглянуто особливості побудови та функціонування автоматизованого посту спостережень за забрудненням атмосферного повітря

В Україні мережа спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища працює на базі центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО). Оцінка стану атмосферного повітря здійснюється в 53 містах різних областей України на 162 стаціонарних постах спостережень за забрудненням (ПСЗ) і на двох станціях трансграничного моніторингу. В атмосферному повітрі визначається вміст більш як 30 забрудників зокрема оксидів азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, пилу, формальдегіду, важких металів і бенз(а)пирену [1]. У діючих ПСЗ збір і обробка інформації не автоматизовані. Виміри, засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб, використовуються не стільки для прийняття оперативних управлінських рішень, скільки для статистичного аналізу. Так, відбір проб атмосферного повітря здійснюється в робочі дні чотири рази на добу: о 1, 7, 13 і 19 годинах. Хімічний аналіз відібраних проб здійснюється в лабораторіях ЦГО відповідно до керівного документа з контролю забруднення атмосфери РД 52.04.186—89.

У м. Києві сьогодні працює 16 стаціонарних ПСЗ, які розташовані у різних районах міста.

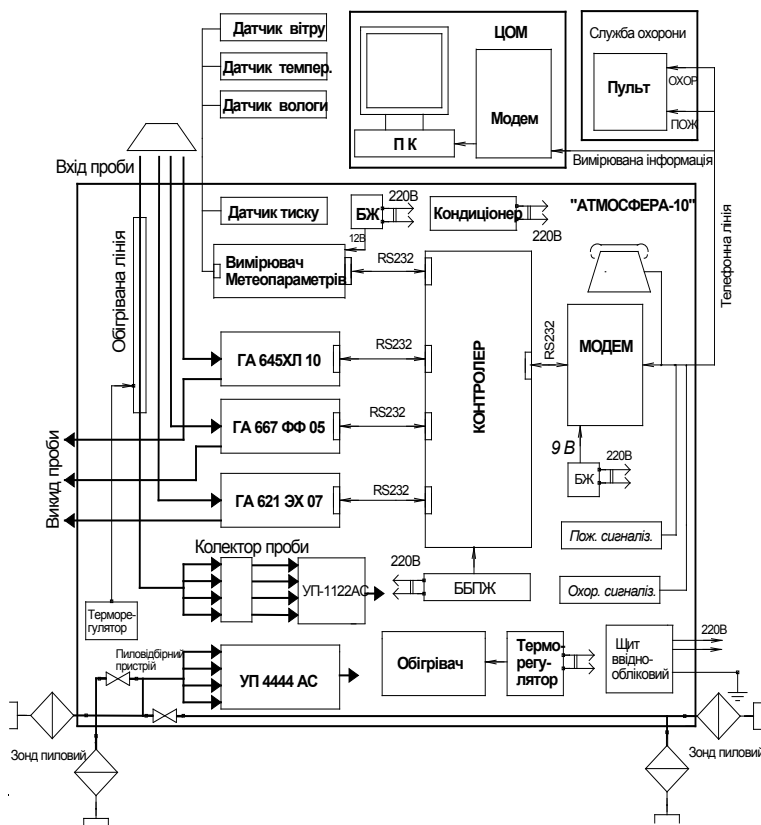
У 2005 році ЗАТ «Всеукраїнський НДІ аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт») розробив новий автоматичний стаціонарний пост спостереження за станом атмосферного повітря «АТМОСФЕРА-10», що являє собою вимірювально-інформаційну систему (ВІС), призначену для автоматичного безупинного спостереження (моніторингу) за станом приземної атмосфери міст і

великих промислових центрів. Пост призначений для використання в автоматизованих системах екологічного моніторингу атмосфери (АСЕМА) у складі Державної системи моніторингу довкілля України і системи моніторингу довкілля м. Києва [2].

АСЕМА складається із двох (або більше) територіально рознесених модулів, сполучених між собою міською телефонною лінією зв'язку.

Перший модуль являє собою ВІС із приймально-передавальною апаратурою, яка розміщена на пості «АТМОСФЕРА-10». Таких модулів може бути декілька.

Другий модуль містить у собі центральний ПК із модемом, які розміщуються в центрі оперативного моніторингу (ЦОМ). Блок-схема АСЕМА показана на рисунку.



Блок-схема АСЕМА

Основу першого модуля (посту «АТМОСФЕРА-10») становлять сучасні автоматичні газоаналізатори (ГА) на загальнопоширені забрудники: оксиди азоту (NO , NO_2), діоксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO) та вимірювач метеопараметрів: температури, відносної вологості навколишнього повітря, атмосферного тиску, швидкості і напрямку вітру [3]. Типи приладів та методи вимірювання, на яких побудовані ці прилади, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Типи приладів, які входять до складу поста «АТМОСФЕРА –10»

Тип приладу	Вимірюваний параметр	Метод вимірювання
ГА 645ХЛ 10	Концентрація NO , NO_2	Хемілюмінесцентний
ГА 667ФФ 05	Концентрація SO_2	Флуоресцентний
ГА 621ЭХ 07	Концентрація CO	Електрохімічний
Вимірювач метеопараметрів повітря «Атмосфера-1М»	Температура повітря	Напівпровідниковий елемент з потенціальним виходом
	Відносна вологість	Ємкісний елемент з полімеру з потенціальним виходом
	Атмосферний тиск	Мембрана з кремнію з тензоелектричним мостом
	Швидкість вітру	Диференційний тензодатчик з напівпровідниковим датчиком температури
Напрямок вітру		

Прилади ГА 645ХЛ10, 667ФФ05, 621ЭХ07 мають вбудований мікропроцесорний пристрій і енергонезалежну пам'ять, що дозволяють обробляти і зберігати в пам'яті результати вимірювань за певний період. Розміщені ГА в павільйоні на полицях стійки для приладів.

Вимірювач метеопараметрів повітря «Атмосфера-1М» складається з трьох блоків: індикаторного блока з вбудованим датчиком тиску, розміщеним всередині павільйону, блока датчика швидкості і напрямку вітру ИСНВ-1 і блока датчика температури і вологості повітря ИТВ-1, які розташовані на щоглі на даху павільйону.

Датчик ИСНВ-1 забезпечує розрахунок таких параметрів: середньої швидкості вітру за 2 та 10 хвилини; максимальної швидкості вітру за 2 та 10 хвилин; середнього напрямку вітру за 2 та 10 хвилин.

Центральний мікропроцесор блока ИСНВ-1 забезпечує нормування і термокомпенсацію сигналів, автокорекцію нульового сигналу, розрахунок швидкості і напрямку вітру за відповідними сигналами, видачу цифрової інформації в інтерфейс у стандарті RS485. Обчислювач вимірювача «Атмосфера-1М», здійснює корекцію показань датчика ИСНВ-1 за фактичною щільністю повітря (з урахуванням тиску, температури і вологості повітря).

Блок датчика ИТВ-1 забезпечує безперервне вимірювання температури і вологості повітря з розрахунком мінімальної та максимальної температури за останню годину.

Вимірювач метеопараметрів перетворює аналогові електричні сигнали з чутливих елементів тиску, температури і вологості повітря в цифрові коди, забезпечує їхнє нормування і термокомпенсацію. Система підігріву запобігає обмерзанню поверхні датчиків у зимовий час.

Передача інформації від ГА та вимірювача метеопараметрів здійснюється через інтерфейси RS232 до контролера, який обробляє, формує щодобову контрольно-вимірювальну інформацію й зберігає її в енергонезалежній пам'яті за період не менш ніж 5 років. Контролер забезпечує передачу через модем по телефонній мережі результатів вимірювань концентрацій CO , NO , NO_2 , SO_2 та метеопараметрів на центральний ПК за запитом з нього. Контролер має резервні канали, що дозволяють розширити перелік забруднюючих речовин, які можуть вимірюватись в автоматичному режимі за допомогою інших ГА.

Як контролер застосований системний блок ПК із вбудованим помножувачем COM- портів та спеціалізованим програмним забезпеченням (ПЗ) розробки ЗАТ «Украналіт». ПЗ забезпечує опитування щохвилини кожного ГА та вимірювача метеопараметрів, формування 20 хвилинних усереднених значень, з яких складається добовий файл (72 значення по кожному вимірюваному компоненту) у текстовому форматі (txt). Файли архівуються за датою і розміщуються у відповідних папках (місяць, рік) в пам'яті контролера. Сформовані файли містять також службову інформацію про технічний стан ГА та модемної лінії зв'язку, яка використовується сервісними службами для дистанційної оцінки технічного стану ВІС.

Основні технічні характеристики посту наведені в табл. 2.

Основні технічні характеристики посту «АТМОСФЕРА-10»

Вимірюваний параметр	Діапазон вимірювань	Межі допустимої основної абсолютної похибки, Δ_d
Концентрація NO ₂ , мг/м ³	0,000...10,000	$\pm(0,005+ 0,15C_x)$
Концентрація NO, мг/м ³	0,000...10,000	$\pm(0,005+ 0,15C_x)$
Концентрація CO, мг/м ³	0,00...50,00	$\pm(0,2+ 0,15C_x)$
Концентрація SO ₂ , мг/м ³	0,000... 1,000	$\pm(0,005+ 0,15C_x)$
Температура, °C	-40...+50	$\pm 0,8$
Відносна вологість, % відн.	30...98	± 10
Атмосферний тиск, гПа	650... 1080	$\pm 1,0$
Швидкість вітру (v), м/с	1,5...50	$\pm 0,5$ при $v \leq 5$ м/с ± 10 % при $v > 5$ м/с
Напрямок вітру, град	0... 359	± 10

Примітка. C_x — номінальне значення масової концентрації вимірюваного компонента в аналізованій суміші на вході в газоаналізатор, мг/м³

Основу другого модуля становить модем та центральний ПК зі спеціалізованим ПЗ, яке розроблене для користувачів ПК з урахуванням вимог РД 52.04.186-89 щодо форми представлення статистичних характеристик забруднення атмосфери (ЗА).

ПЗ дозволяє здійснювати оператору (користувачу) керування обміном інформацією між постом «АТМОСФЕРА-10» і ПК. Черговий оператор центрального ПК за допомогою певних команд із клавіатури встановлює модемний зв'язок з контролером й перекачує по телефонній лінії зв'язку вимірювальну інформацію в ПК, на основі якої формується архів у вигляді тих самих, що і в контролері, текстових файлів. Оператор має можливість виводити з архіву на монітор ПК інформацію про обмірювані концентрації забруднювачів атмосфери та значення метеопараметрів в графічній і цифровій формі. Оператор має можливість також спостерігати на моніторі в графічному чи цифровому вигляді поточні значення концентрацій газових забрудників та значення метеопараметрів у масштабі реального часу. При роботі з архівом в режимі розрахунків ПЗ забезпечує можливість одержати середньодобові, середньомісячні, середньорічні максимальні показники ЗА по кожному компоненту та метеопараметрах, а також розрахунки коефіцієнтів перевищень над гранично допустимими концентраціями (ГДК) за вибраний термін спостережень. Результати розрахунків можуть бути представлені на моніторі ПК або роздруковані на принтері у вигляді графіків чи таблиць.

Конструктивно пост розміщений в контейнері, в якому передбачене основне приміщення площею близько 6 м², де розміщується контрольовано-вимірювальне обладнання і тамбур площею до 2,5 м², де розташовується обладнання інженерного забезпечення (електрощити, щити охоронно-пожежної сигналізації тощо).

Нормальний температурний режим приміщень контейнера забезпечується подвійною комплексною конструкцією стін, в яку включений ефективний утеплювач із базальтового волокна або мінеральної вати. Матеріали, які застосовані, забезпечують посту тривалий термін служби при мінімальних затратах, в т. ч. енергетичних, невибагливість до обслуговування.

Приміщення павільйону забезпечено вентиляцією та охолодженням влітку за допомогою кондиціонера, контрольованим автоматичним обігрівом у холодний період року та охоронно-пожежною сигналізацією.

Як приймально-контрольний пристрій (ПКП) використовується приймально-контрольний охоронно-пожежний прилад МАКС-4-DLK-640, з кодовою клавіатурою. Передбачається блокування периметра приміщення, яке здійснюється шляхом обладнання дверей магніто-контактними сповіщувачами та включення в зону ПКП з програмуванням за типом «з затримкою».

Для організації пожежної сигналізації використовуються 2 зони ПКП з програмуванням за типом «24 години», в які включаються сповіщувачі СПД-1/12 та СПТ-70. Передача сигналів «пожежа» та «тривога» здійснюється до апаратури централізованого нагляду виділеними каналами зв'язку в запрограмованому форматі.

Павільйон обладнаний пристроєм забору аналізованого повітря, який являє собою пробозабірний колектор, що виступає на 800...1200 мм над дахом павільйону, всередині якого розміщені трубопроводи, виконані з фторопластових трубок, протилежні кінці яких приєднані до газоаналізаторів. Проаналізована проба виводиться назовні посту по трубках, які приєднані до штуцерів газових виходів кожного ГА.

Забірна частина пробозабірника розташована на даху павільйону і захищена дефлектором, який запобігає проникненню атмосферних опадів усередину трубок пробозабірника і павільйону.

Пост оснащений двома пневматичними установками, які забезпечують ручний відбір проб повітря для визначення за стандартними методиками масових концентрацій пилю, бенз(а)пирену, свинцю, формальдегіду.

В холодний період року проба повітря, яка підводиться до установки пневматичної УП-1122АС, за допомогою якої здійснюється відбір проби для визначення вмісту бенз(а)пирену, свинцю, формальдегіду в повітрі, підігрівається до температури 20...22 °С у пробозабірнику, який обладнаний гнучкою підігрівною лінією з автоматичним термостатом.

Установка пневматична УП-4444АС забезпечує проходження проби через зонди пилові, в яких установлені фільтри АФА для визначення гравіметричним методом вмісту пилю в аналізованому повітрі. Зонди пилові можуть установлюватись в чотирьох положеннях в залежності від напрямку вітру. Для цього в павільйоні зроблені люки з заглушками.

Пост може бути дооснащений іншими автоматичними приладами. Розглядається можливість установлення в постах «АТМОСФЕРА-10» автоматичних пиломірів, газоаналізаторів озону, вуглеводнів. При розташуванні посту поблизу підприємств, які можуть бути джерелами специфічних екологічно небезпечних викидів (аміак, хлор, сірководень тощо) є можливість комплектувати пости газоаналізаторами на необхідні компоненти. Контролер та ПЗ посту і ПЗ користувача ПК мають гнучку конфігурацію, яка дозволяє досить швидко адаптувати їх під необхідну комплектацію контрольно-вимірювального обладнання.

Висновки

Розроблений пост «АТМОСФЕРА-10» пройшов лабораторні випробування. Два таких пости будуть встановлені до кінця 2006 року в м. Києві на Харківському масиві та житловому масиві Троєщина для експлуатаційних випробувань і подальшої експлуатації в мережі спостереження за забрудненням атмосферного повітря. В даний час пости проходять експлуатаційні іспити і налагодження спеціалізованого ПЗ.

За рішенням управління екології при КМДА планується провести модернізацію існуючих в м. Києві старих ПЗС. Вже у 2006 році в чотирьох ПЗС будуть встановлені автоматичні газоаналітичні комплекси, які будуть включені в АСЕМА м. Києва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 2000 р. / Відп. за вип. О. Величко; Уклад. В. Романчук. — Міністерство екології та природних ресурсів України. — К., 2001. — 184 с.
2. Міхеєва І. Л., Орлов М. О., Трокоз. В. А. Система моніторингу довкілля м. Києва // Вісник НТУУ КПІ, серія Приладобудування. — 2004. — № 28. — С. 37—46.
3. Михеева И. Л., Куринный В. К., Таякин В. Ю., Мазыра Л. Д. Автоматические газоанализаторы загрязнения атмосферного воздуха // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2003. — № 1. — С. 28—31.

Грабар Володимир Якович — завідувач відділом; **Міхеєва Інна Леонідівна** — вчений секретар; **Орлов Михайло Олександрович** — заступник директора з питань науки і техніки.

ЗАТ «Всеукраїнський НДІ аналітичного приладобудування».