

## **НАУКОВО-АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

УДК 543.27.08

### **АВТОМАТИЧНИЙ СТАЦІОНАРНИЙ ПОСТ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ “АТМОСФЕРА-10”**

*Грабар В.Я., Мазира, Л.Д., Міхеєва І.Л., Орлов М.О., ЗАТ “Всеукраїнський НДІ аналітичного приладобудування” (ЗАТ “Украналіт”), м. Київ, Україна*

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

#### **Вступ**

В Україні мережа спостережень за забрудненням навколишньої 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 забруднювачів, 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 і 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 документу щодо 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 за замовленням управління екології при Київській міській Державній адміністрації (КМДА) 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 і системи моніторингу довкілля м. Києва [2].

#### **Структурна побудова АСЕМА**

АСЕМА складається з 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 у пості “АТМОСФЕРА-10”. Таких модулів може бути декілька.

**Другий модуль** містить у собі центральний ПК із модемом, які розміщуються в центрі оперативного моніторингу (ЦОМ) при КМДА.

Блок-схема АСЕМА представлена на рис.1. Газоаналізатори 645ХЛ10, 667ФФ05, 621ЭХ07, мають вбудований мікропроцесорний пристрій і енергонезалежну пам'ять, що дозволяють обробляти і зберігати у пам'яті результати вимірів за певний період.

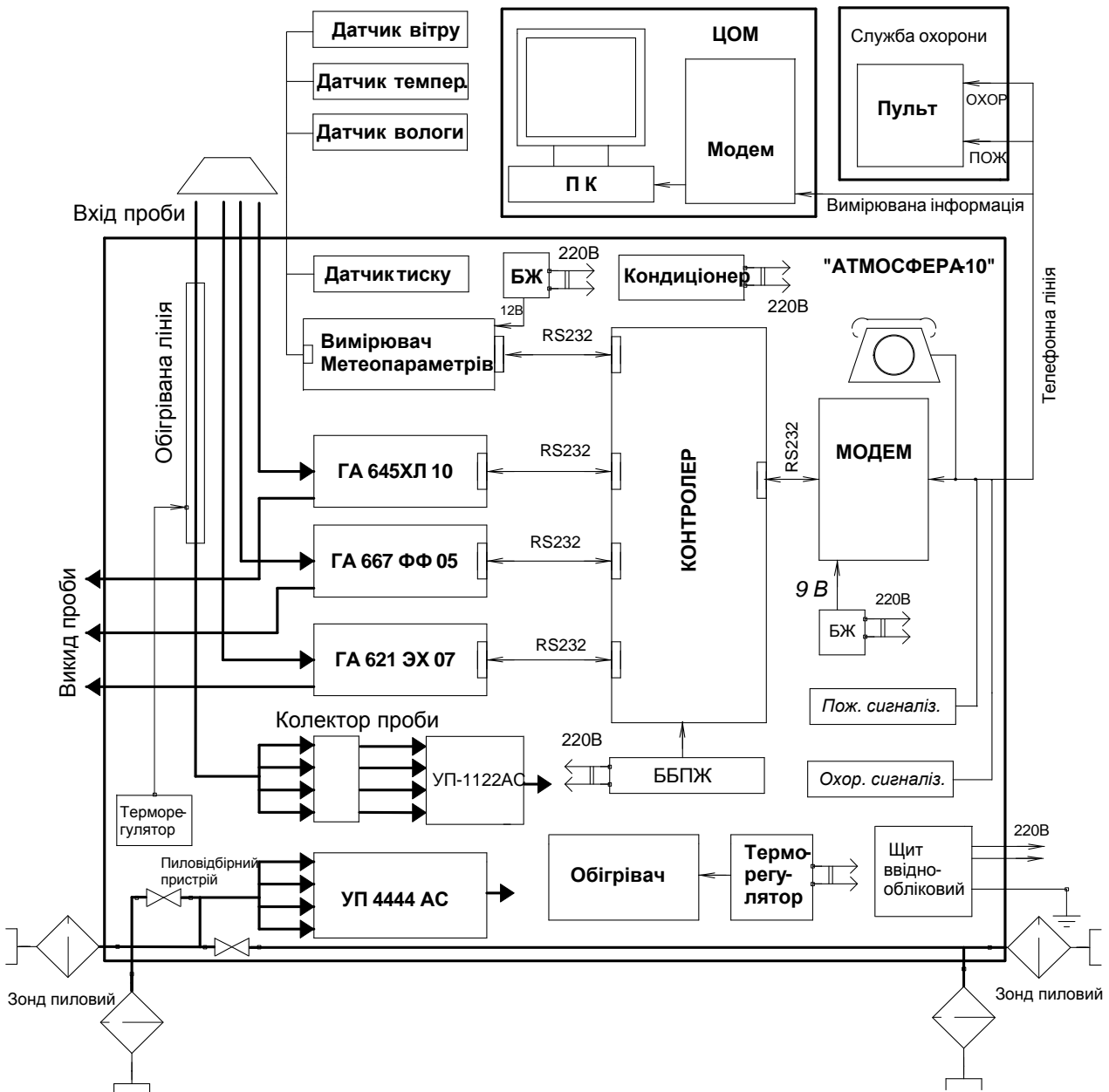


Рисунок 1 – Блок-схема АСЕМА

Основу **першого модулю** (посту “АТМОСФЕРА-10”) становлять сучасні автоматичні газоаналізатори (ГА) розробки ЗАТ “Украналіт”, на загальнопоширені забруднюючі речовини: оксиди азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ), оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ) та вимірювач метеопараметрів: температури, відносної вологості навко-

лишнього 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 посту “АТМОСФЕРА -10”

<b>Тип приладу</b>	<b>Вимірюваний параметр</b>	<b>Метод виміру</b>
ГА 645ХЛ 10	Концентрація NO, NO <sub>2</sub>	Хемілюмінесцентний
ГА 667ФФ 05	Концентрація SO <sub>2</sub>	Флуоресцентний
ГА 621ЭХ 07	Концентрація СО	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	

Газоаналізатори розміщені у павільйоні на полицях стійки для приладів.

Вимірювач метеопараметрів повітря “Атмосфера-1М” складається з трьох блоків: індикаторний блок із вбудованим датчиком тиску, розміщеним всередині павільйону, блок датчика швидкості та напрямку вітру ИСНВ-1 і блок датчика температури та вологості повітря ИТВ-1, які розташовані на щоглі даху павільйону.

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

Центральний мікропроцесор блока ИСНВ-1 забезпечує нормування й 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 й вологості повітря). Блок датчика ИТВ-1 забезпечує безперервне вимірювання температури й вологості повітря з розрахунком мінімальної та максимальної температури за останню годину.

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

Передача інформації від ГА 645ХЛ 10, 667ФФ 05, 621ЭХ 07 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 вимірів концентрацій NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> та метеопараметрів на центральний ПК по запиту з нього. Контролер має резервні канали, що дозволяють розширити перелік забруднюючих речовин, які можуть вимірюватись в автоматичному режимі за допомогою інших ГА (наприклад, сума вуглеводнів, озон та інші).

Як контролер застосовано 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-ти 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) у 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.

Таблиця 2 – Основні технічні характеристики посту “АТМОСФЕРА-10”

<b>Вимірюваний параметр</b>	<b>Діапазон вимірів</b>	<b>Межі допустимої основної абсолютної похибки, Δ<sub>д</sub></b>
Діоксид азоту (NO <sub>2</sub> ), мг/м <sup>3</sup>	0,000...10,000	±( 0,005+ 0,15Сх)
Оксид азоту (NO), мг/м <sup>3</sup>	0,000...10,000	±( 0,005+ 0,15Сх)
Оксид вуглецю (CO), мг/м <sup>3</sup>	0,00...50,00	±( 0,2+ 0,15Сх)
Діоксид сірки (SO <sub>2</sub> ), мг/м <sup>3</sup>	0,000 ... 1,000	±( 0,005+ 0,15Сх)
Температура, °С	Мінус 40 ...+50	± 0,8
Відносна вологість, % відн.	30...98	± 10
Атмосферний тиск, гПа	650... 1080	± 1,0
Швидкість вітру (v), м/с	1,5...50	± 0,5 при v ≤ 5 м/с ± 10 % при v > 5 м/с
Напрямок вітру, град	0... 359	± 10
де Сх - номінальне значення масової концентрації вимірюваного компонента в аналізованій суміші на вході в газоаналізатор, мг/м <sup>3</sup>		

Оснoву **другого модуля** (ЦОМ) становить модем та центральний ПК зі спеціалізованим ПЗ, яке розроблене фахівцями ЗАТ “Украналіт” 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 та надає по телефонній лінії зв'язку вимірювальну

інформацію в ПК, на підставі 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 у графічній та цифровій формі. Оператор також має можливість спостерігати на моніторі в графічному чи цифровому вигляді поточні значення концентрацій газових забруднювачів 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 обраний термін спостережень. Результати розрахунків у вигляді графіків чи таблиць можуть бути представлені на моніторі ПК або роздруковані на принтері.

Конструктивно пост розміщений в контейнері “ЕНЕРГО-МС.2”. В контейнері передбачене основне приміщення площею близько 6 м<sup>2</sup>, де розміщується контрольно-вимірювальне обладнання і тамбур площею до 2,5 м<sup>2</sup>, де розташовується обладнання інженерного забезпечення (електрощити, щити охоронно-пожежної сигналізації тощо).

Нормальний температурний режим приміщень контейнеру 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 тому числі 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 прилад приймально-контрольний охоронно-пожежний МАКС-4-DLK-640, з кодовою клавіатурою. Передбачається блокування периметру 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 дві 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, усередині якого розміщені трубопроводи, виконані з фторопластових трубок, протилежні кінці яких приєднані до газоаналізаторів. Проаналізована проба виводиться назовні посту по трубкам, які приєднані до штуцерів газових виходів кожного ГА.

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

бок пробозабірника і павільйону. Пост оснащений двома установками пневматичними, які забезпечують ручний відбір проб повітря для визначення за стандартними методикам масових концентрацій пилю, бенз-а-пирену, свинцю, формальдегіду.

В холодний період року проба повітря, що підводиться до установки пневматичної УП-1122АС, за допомогою котрої здійснюється відбір проби для визначення вмісту бенз(а)пирену, свинцю, формальдегіду в повітрі, підігрівається до температури 20-22°C 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 установки 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. Буде встановлений на Харківському масиві м. Києва для експлуатаційних випробувань і подальшої експлуатації в мережі спостереження за забрудненням атмосферного повітря, що потребує подальших досліджень. Другий пост “АТМОСФЕРА-10” заплановано встановити у житловому масиві Троєщина м. Києва до кінця 2006 року. 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 ПСЗ. Вже у 2006 році в чотирьох ПЗС будуть встановлені автоматичні газоаналітичні комплекси, які будуть включені в АСЕМА м. Києва.

### **Література**

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

Грабарь В.Я., Мазыра Л.Д., Михеева И.Л., Орлов М.А. Автоматический стационарный пост наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха "АТМОСФЕРА-10" Проанализированы состояние и проблемы экологического мониторинга окружающей среды Украины. Рассмотрены особенности построения и функционирования автоматизированного поста наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.	Grabar V., Mazyra L., Mikheyeva I., Orlof M. Automatic stationary station of air quality monitoring "ATMOSPHERE-10". The state and problems of the ecological monitoring of environment of Ukraine is analyzed. The features of construction and functioning of the automated station of atmospheric air contamination monitoring are considered.
--	--

Надійшла до редакції  
28 лютого 2006 року

УДК 543.271.3

## ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ГАЗОАНАЛІТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Безрук З.Д., Порєв В.А., Приміський В.П., Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

В статті розглянуті особливості інструментального вимірювання випаровувань паливно-мастильних матеріалів в автомобілях за допомогою високочутливого газоаналізатора. Розглянуто створення вимірювального комплексу з твердополімерним генератором водороду

### Вступ. Постановка задачі

Різне збільшення кількості автомобілів призводить до зростаючого техногенного навантаження на довкілля відпрацьованими газами автотранспорту. Ступінь токсичності компонентів відпрацьованого пального не однаковий: одну з найбільш загроз становлять ароматичні вуглеводні —  $C_nH_m$ , котрі справляють різноманітний фізіологічний вплив на організм людини і характеризуються мінімальними значеннями гранично допустимих концентрацій в повітрі. Серед них найбільш небезпечними є бензол і бенз-а-пірен, які мають канцерогенну дію і перетворюються в організмі людини в стійкий високотоксичний фенол. Забруднення атмосфери автомобільним транспортом виникає не тільки відпрацьованими газами, а й за рахунок випаровування вуглеводнів з паливного баку, систем подачі пального — карбюратора й картерних газів. Негерметичність елементів паливної системи автомобіля також додає долю випаровувань. Середньорічний викид одного автомобіля з бензиновим двигуном 600-700 кг оксиду вуглецю ( $CO$ ), 30-40 кг оксидів азоту ( $NO_x$ ) і більше 200 кг вуглеводнів. В загальній кількості вуглеводнів доля картерних газів становить 25%, доля випаровувань з бака і карбюратора становить 20%, а 50% припадає на гази, що викидаються з вихлопної труби автомобіля. У бензині також є поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), найбільш небезпечним є бенз-а-пірен (БП) — ( $C_{20}H_{12}$ ), який має дуже значні канцерогенні та мутагенні властивості.

Аналіз повітря в дев'яти великих містах України (Київ, Харків, Одеса, Львів, Дніпропетровськ, Донецьк, Запоріжжя, Маріуполь, Кривий Ріг) показав, що