

## СЕКЦІЯ 4

### ПРИЛАДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, РЕЧОВИН, МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ

УДК 621.307.13

**Порєв В.А. (Україна, Київ)**

#### ТЕЛЕВІЗІЙНІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Серед оптико-електронних приладів, які можуть використовуватися для аналізу оптичних полів різноманітного походження, телевізійні інформаційно - вимірювальні системи (ТІВС) мають найбільший показник інформативності.

При цьому, з одного боку, наявний постійно зростаючий попит на вимірювальні прилади з характеристиками, які можуть бути забезпечені тільки телевізійною системотехнікою, робляться численні спроби вирішення конкретних задач екологічного моніторингу, а також важливих задач в астрономії, на транспорті, в металургійному виробництві, в лазерних та електронно-променевих технологіях обробки матеріалів, в медичній діагностиці тощо, а з іншого – внаслідок спрощеного підходу до методології застосування ТІВС існує реальна небезпека отримати результат, неадекватний їх можливостям.

Концепція використання телевізійних систем для дослідження оптичних полів базується на припущенні про світлоелектричний перетворювач як упорядковану сукупність ідентичних і незалежних елементів розкладу зображення. Фактично світлоелектричний перетворювач є матрицею великої кількості мікроперетворювачів, що при малому часі формування виборки відкриває широкі перспективи впровадження ТІВС, зокрема, в екологічні дослідження. Адекватність реальних характеристик та вказаного вище припущення забезпечується корекцією світло-сигнальної характеристики та роботою ТІВС в діапазоні лінійності.

З точки зору застосувань в задачах екологічного моніторингу телевізійна система викликає особливу цікавість як вимірювальний прилад з потенційно високим просторовим розрізненням. В більшості випадків вважають, що роздільна здатність ТІВС зумовлюється лінійним розміром пікселя вздовж відповідної координати. При цьому розміри пікселя визначаються типом світлоелектричного перетворювача і можуть бути в діапазоні від одиниць до десятків мікрометрів. Встановивши діапазон лінійності, визначимо межі застосування теорії лінійних систем до аналізу перетворень сигналів в ТІВС, зокрема, визначимо роздільну здатність через функцію передачі модуляції та пороговий рівень контрасту, що є більш строгою оцінкою роздільної здатності порівняно з тією, коли вона визначається розмірами пікселя.

В той же час, існує клас екологічних задач, наприклад, вимірювання розмірів, вимірювання величини зміщення від заданого положення тощо, в яких треба визначати координати меж ділянок зображення.

В таких випадках, використовуючи залежність вихідного сигналу пікселя від співвідношення між більш освітленою і менш освітленою ділянками пікселя, отримаємо можливість підвищити роздільну здатність приладу без зміни його структури та оптичної схеми.

Певною мірою при вирішенні відзначених вище задач можна спиратися на результати теоретичних та практичних досліджень, які провадяться в НТУУ “Київський політехнічний інститут”, де сформована науково-педагогічна школа з використання телевізійних приладів для аналізу оптичних полів різноманітного походження та виконано ряд проектів, які є переконливою ілюстрацією потенційних можливостей ТІВС.

УДК 54.084

**Сторонський Ю. Б. (Україна, Львів)**  
**СУЧАСНІ ВІТЧИЗНЯНІ ПРИЛАДИ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ**  
**ТОРГОВОЇ МАРКИ “ЕКОТЕСТ”**

Науково-виробниче підприємство „Спаринг-Віст Центр” було організоване науковцями воєнно-промислового комплексу колишнього СРСР, які поставили перед собою задачу налагодити випуск сучасних, надійних, точних і, в той же час, конкурентоспроможних приладів і систем радіаційного контролю. На сьогоднішній день колектив підприємства працює в галузі приладобудування вже чотирнадцятий рік, здійснюючи повний цикл науково-виробничої діяльності: від розробки – до серійного випуску власної продукції – сучасних компактних приладів та систем радіаційного контролю, відомих як прилади торгової марки „ЕКОТЕСТ”. Сьогодні в доробку підприємства вже біля півтора десятка моделей приладів та їх модифікацій для застосування у системі радіаційного контролю. Усі вони відносяться до професійних засобів вимірювальної техніки, які пройшли сертифікацію Держспоживстандарту України та внесені в Держреєстр засобів вимірювальної техніки. Прилади користуються популярністю за межами України і вже пройшли місцеву сертифікацію у декількох країнах світу. Серед країн-замовників нашої продукції (а їх налічується вже півтора десятка) є США, Росія, Болгарія та ін. Підприємство „Спаринг-Віст Центр” володіє новітніми технологіями в проектуванні радіоелектронної апаратури із застосуванням програмованих логічних систем фірми "Xilinx" та мікропроцесорів "Texas Instruments", а також використовує газорозрядні, напівпровідникові та сцинтиляційні детектори іонізуючих випромінювань. На підприємстві сформована відповідна інфраструктура для здійснення науково-виробничої діяльності. В структурі підприємства є науково-дослідна лабораторія, відділ проектування цифрових систем, конструкторсько-технологічний відділ, метрологічна лабораторія, монтажна, регулювальна та складальна дільниці. Підприємство активно взаємодіє з приладобудівними підприємствами та науковими закладами України, Росії, Східної Азії. Підприємство виконує замовлення багатьох міністерств та відомств.

За своїм призначенням продукція підприємства „Спаринг-Віст Центр” поділяється на:

- прилади радіаційного контролю;
- блоки детектування: БДБГ-09 - гамма-випромінювання, БДПН-07 - нейтронного випромінювання, БДПА-07 - альфа-випромінювання;
- автоматизовані системи радіаційного контролю: АСІДК-21 - автоматизована система індивідуального дозиметричного контролю;
- програмне забезпечення для автоматизованих систем радіаційного контролю: ПДК "ЕКОМОНІТОР", АСДК "ЕКОМОНІТОР".

Сьогодні прилади радіаційного контролю „ЕКОТЕСТ” знаходяться на озброєнні в Українській армії. Їх використовують практично усі силові структури. Вони працюють в атомній енергетиці та в народному господарстві України. Багато типів приладів, які випускаються підприємством „Спаринг-Віст Центр”, успішно застосовують для оснащення формувань цивільного захисту. Приладами радіаційного контролю „ЕКОТЕСТ” оснащені військові окремого українського 19-го батальйону РХБ-захисту, який виконував миротворчу місію в Перській затоці. Прилади радіаційного контролю торгової марки „ЕКОТЕСТ” активно використовують військові екологи для дослідження військових полігонів та інших об’єктів у рамках міжнародної програми з контролю за нерозповсюдженням зброї масового ураження та всеосяжної заборони ядерних випробувань. Прилади виробництва нашого підприємства успішно використовуються на кордонах України для запобігання несанкціонованого переміщення радіоактивних та ядерних матеріалів. Наші вироби включено до програми з переоснащення санітарно-епідеміологічних станцій України.

Прилади радіаційного контролю торгової марки „ЕКОТЕСТ” відрізняються від своїх аналогів високою надійністю, сучасним дизайном, простотою у використанні та суттєво нижчою вартістю. Менеджери нашого підприємства активно співпрацюють з замовниками і завжди готові надати необхідні поради та технічні консультації. Наші інженери постійно працюють над новими розробками та над вдосконаленням серійної продукції нашого підприємства. Підприємство здійснює гарантійне (18 місяців) та післягарантійне обслуговування виготовленої продукції. Доставка продукції торгової марки „ЕКОТЕСТ” по Україні здійснюється спецв’язком.

УДК 543.426

**Карманов В.І., Зеленіна А.І., Кравчук Г.Г., Терещенко В.А. (Україна, Київ)**

## **ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЕКОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ СПЕКТРАЛЬНИМИ МЕТОДАМИ**

Рівень забруднення довкілля, а також проблема охорони навколишнього середовища в теперішній час є однією з найактуальніших проблем сучасності. Щоб визначити склад екологічних матеріалів широко використовують методи хімічного аналізу, фізико-хімічні, а в останній час – інструментальні фізичні методи, а саме: атомно-адсорбційний аналіз (AAS), атомно-емісійний (OSA), рентгенофлюоресцентний (XRF).

В роботі розглянуто методичні особливості спектральних методів аналізу екологічних матеріалів – ґрунтів, аерозолів повітря, природних і стічних вод, промислових відходів. Разом із тим, в широкому застосуванні методів (AAS) та (OSA) для аналізу твердих матеріалів (ґрунтів, аерозолів повітря) перешкоджає необхідність переведення цих матеріалів у рідкий стан.

Вільним від зазначених недоліків є метод (XRF), який дозволяє визначити хімічний склад твердих і рідких проб з точністю, яка не поступається точності методів аналітичної хімії або інших методів.

Особлива увага звернута на методичні етапи та перевагу рентгенофлюоресцентного аналізу. Показано, що (XRF) природних матеріалів і екологічних об’єктів у випадку насичених („товстих”) зразків не поступається точністю за хімічними методами та (AAS), але суттєво перевищує їх за експресністю виконання: час, який витрачається на (XRF) типового багатоконпонентного зразка (наприклад зварювального аерозолу) складає не більше 20-40 хв.

Рентгеноспектральний контроль об’єктів навколишнього середовища базується на порівнянні вимірюваної характеристичної інтенсивності випромінювання елемента в аналізованому зразку й стандартизованого зразку та наступному розрахунку його вмісту.

Найзагальнішим способом розрахунку концентрації елементів у багатоконпонентному зразку є розв’язання системи рівнянь зв’язку, які відображають залежність між інтенсивністю і хімічним складом проб з урахуванням матричних ефектів.

Залежно від способу отримання й виду рівнянь останні поділяються на три групи.

До першої з них належать рівняння зв’язку, що базуються на використанні фундаментальних фізичних закономірностей, так звані фундаментальні рівняння зв’язку, а метод має назву – метод фундаментальних параметрів (МФП). Його важлива перевага в тому, що для реалізації він потребує всього один взірець.

Другу групу складають рівняння, які знаходять із використанням математичної статистики – апарату регресивного аналізу.

Третю групу репрезентують гібридні рівняння зв’язку, в яких враховано фізичні закономірності збудження флуоресценції, однак фундаментальні параметри до них не входять, а визначаються методами математичної статистики.

В доповіді приводиться порівняння (XRF) та хімічного аналізу зварювальних аерозолів, порівняння аналізу проб атмосферних аерозолів методами (XRF) та (AAS).

Особливо необхідно відзначити економічну ефективність використання методів (XRF) у порівнянні з методом (AAS) та іншими методами, а також той позитивний факт, що певні види необхідної для застосування методу (XRF) рентгеноспектральної апаратури виробляють в Україні.

УДК 543.252.541

Галімова В.М., Рідей Н.М., Карнаухов О.І., Суровцев І.В., Бузов О.В., Гончар С.О.,  
Пилипенко Н.В., Татарінов О.Е. (Україна, Київ)

## КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВОДИ НА ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗАТОРА М-ХА1000-5

В зв’язку з подальшим погіршенням екологічного стану довкілля та постійно діючими джерелами забруднення важкими металами навколишнього середовища гостро стоїть проблема оцінки стану поверхневих та підземних вод та якості питної води. В Україні гостро постала проблема створення системи лабораторій екологічного надзору та моніторингу токсикантів, що можливо на базі державного приладобудування, яке відповідало б сучасним вимогам до аналітичних приладів: висока чутливість і точність аналізу, надійні метрологічні показники, мінімальна кількість підготовчих операцій, автоматизація і комп’ютеризація процесів вимірювань; низька собівартість аналізу.

На основі електрохімічного методу інверсійної хронопотенціометрії кафедрою аналітичної і біоорганічної хімії НАУ спільно з Інститутом Кібернетики НАН України та ТОВ „Міріада” створено програмно-комп’ютерний аналізатор М-ХА1000-5 для контролю важких металів в об’єктах довкілля з новим програмним забезпеченням (Windows XP), який відповідає поставленим вимогам і не поступається кращим зарубіжним аналогам, але має значно нижчу вартість. М-ХА1000-5 не має аналогів в державному аналітичному приладобудуванні і має такі переважні особливості:

- чутливість вимірювань 1,0 – 0,0005 мкг/см<sup>3</sup> (Pb, Cu, Cd, Zn, Sn);
- всі операції електрохімічного циклу, за винятком внесення стандарту і зміни проби, виконуються в автоматичному режимі за допомогою програми створеної для операційної системи Windows XP;
- результати вимірювань в графічному і цифровому варіантах вносяться в банк даних і можуть бути роздруковані за допомогою принтера;
- ітеративна обробка хронопотенціограм завершується разом з параметрами електрохімічної інверсії;
- повністю автоматизована операція врахування фонових показників (холостий дослід);
- програма передбачає до 5 добавок. Результати апроксимуються методом найменших квадратів.

Розроблені методологічне, алгоритмічне і програмне забезпечення методик визначення свинцю, міді, кадмію, цинку у воді різного природного походження.

Для проведення аналізу питна або природна вода підлягає фільтруванню через фільтр „біла” або „синя” смуга. Отриманий фільтрат в кількості 100 см<sup>3</sup> повільно випаровується в термостійкому хімічному стакані до об’єму 5-8см<sup>3</sup>, охолоджується.

Для подальшої мінералізації розчинених у воді органічних речовин додається 1см<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> (густина 1,40 г/см<sup>3</sup>) та 2 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%). Суміш залишається на 15 хвилин, а потім випаровується до сухого стану. Сухий залишок розчиняється у 25см<sup>3</sup> 2М соляної кислоти. Вимірювання проводяться згідно електрохімічного циклу, який введено в програму приладу.

В таблиці 1 приведені результати вимірювань вмісту важких металів в зразках води Голосіївського району м. Києва на приладі М-ХА1000-5 (таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати визначення важких металів у воді на приладі М-ХА1000-5

Проби води	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>			
	Pb	Cu	Cd	Zn
Голосіївський р-н, м.Київ				
Вода питна, бювет, вул. Героїв Оборони, 10	0,000156	0,00356	0,0000905	0,0359
Вода питна, бювет, Голосіївська площа	0,000213	0,00445	0,000109	0,0496
Вода озеро Дідорівка	0,00089	0,0556	0,000621	0,0758
Вода озеро Голосіївське	0,00145	0,0451	0,000947	0,0697

Аналіз вимірювання проводили за методом добавок.

УДК 543.27.08

**Грабар В.Я., Міхєєва І.Л., Орлов М.О. (Україна, Київ)**

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

В Україні мережа спостережень за забрудненням навколишньої природного середовища працює на базі центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО). Оцінка стану атмосферного повітря здійснюється на стаціонарних постах спостережень за забрудненням (ПСЗ). В атмосферному повітрі визначається вміст більш як 30 забрудників зокрема оксидів азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, пилу, формальдегіду, важких металів і бенз(а)пірену. У діючих ПСЗ збір і обробка інформації не автоматизовані. Вимірювання, 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 по 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 інформаційно-вимірювальну систему (ІВС), 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.

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 у пості “АТМОСФЕРА-10”. *Другий модуль* містить у собі центральний ПК із модемом, які розміщуються в центрі оперативного моніторингу (ЦОМ). Основу *першого модулю* (посту “АТМОСФЕРА-10”) становлять сучасні автоматичні газоаналізатори (ГА) на загальнопоширені забрудники: оксиди азоту (NO, NO<sub>2</sub>), діоксид сірки (SO<sub>2</sub>), оксид вуглецю (CO) та вимірювач метеопараметрів: температури, відносної вологості навколишнього повітря, атмосферного тиску, швидкості і напрямку вітру. 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”

Тип приладу	Вимірюваний параметр	Метод виміру
ГА 645ХЛ 10	Концентрація NO, NO <sub>2</sub>	Хемілюмінесцентний
ГА 667ФФ 05	Концентрація SO <sub>2</sub>	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	

Основу *другого модуля* становить модем та центральний ПК зі спеціалізованим програмним забезпеченням (ПЗ), яке розроблене фахівцями ЗАТ “Украналіт” для користувачів ПК з урахуванням вимог РД 52.04.186-89 щодо форми представлення статистичних характеристик забруднення атмосфери.

В доповіді представлена інформація про конструктивні рішення посту “АТМОСФЕРА-10”, технічні та експлуатаційні характеристики аналітичного обладнання, яке входить до його складу, особливості побудови ПЗ для забезпечення автоматичного контролю за станом атмосферного повітря, обробки, зберігання та передачі вимірювальної інформації до ЦОМ.

УДК 543.27.08

Дашковський А.А., Максименко Ю.Н. (Україна, Київ)

## ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ГАЗООБРАЗНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ВЫБРОСАХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Одними из основных стационарных источников загрязнения окружающей среды Украины являются источники, связанные с выбросами результатов сжигания органического топлива, в первую очередь, тепловая энергетика [1]. На ТЭС Украины приходится около 30% выбросов вредных веществ, в том числе до 59%  $SO_2$ , 10 – 12%  $NO_x$  и 25 – 27% твердых частиц. Однако, автоматический непрерывный контроль на ТЭС отсутствует (за редким исключением). Основные причины – высокая стоимость импортных приборов, а также отсутствие необходимого количества и квалификации специалистов в области газоаналитики на предприятиях, регулярного повышения квалификации имеющихся специалистов.

Нормативами предельно допустимых выбросов стационарными источниками газообразных неорганических соединений и твердых частиц регламентированы следующие значения:  $SO_2$ –0,5 г/м<sup>3</sup>;  $NO_x$  ( $NO_2$  и  $NO$ ) в пересчете на  $NO_2$  – 0,5 г/м<sup>3</sup>;  $CO$  – 0,25 г/м<sup>3</sup>; твердые частицы – 50 мг/м<sup>3</sup>. На практике [2] выбросы токсичных газов существенно отличаются от нормативных, причем в большую сторону:  $SO_2$  достигает 3 г/м<sup>3</sup>;  $NO_x$  – 1,5 г/м<sup>3</sup>;  $CO$  – в установившемся режиме не превышает 0,1 г/м<sup>3</sup>, а в переходных и пиковых режимах – более 1,0 г/м<sup>3</sup>. Кроме этого количество пыли реально превышает нормативное значение в 100 – 200 раз.

Для непрерывного автоматического одновременного контроля выбросов в атмосферу газообразных неорганических веществ, класса IV, разработаны и серийно выпускаются более 10 лет многокомпонентные инфракрасные газоанализаторы «МАРС-5», 305 ФА01, «Спектр-4». Они позволяют одновременно измерять концентрацию  $SO_2$  в диапазоне до 5 г/м<sup>3</sup>;  $CO$  (1 г/м<sup>3</sup>);

$NO(1,5 \text{ г/м}^3)$ ;  $NO_2(0,3 \text{ г/м}^3)$ . Газоанализатор «МАРС-5» сертифицирован Госстандартом Украины и внесен в Государственный реестр средств измерительной техники, допущенных к применению в Украине, за № У1307 – 04. Прибор является функционально законченным изделием и содержит в своем составе зонд заборный, блок пробоподготовки, блок измерительный, при необходимости поставляется электрически обогреваемая линия транспортирования газа. Выходной сигнал по каждой измеряемой газовой компоненте: 0 – 5 мА.

В качестве измерителя количества твердых частиц в выбросах промышленных предприятий предлагается применять измеритель оптической плотности пылегазовой среды ВОГ–1 [3]. Прибор имеет диапазон измерения оптической плотности 0-2 Б с пропорциональным выходным сигналом 0-5мА. Основная приведенная погрешность измерения:  $\pm 2\%$ . При установке на газоходе после дымососа измеритель позволяет измерять количество твердых частиц в г/м<sup>3</sup> при калибровке его аттестованным гравиметрическим пылемером или стандартной методикой по реальной пыли.

### Литература

1. Паливно-енергетичний комплекс України у цифрах і фактах / за редакцією М.П.Ковалка. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2000. –152с.
2. Яцкевич С.В., Струц Ю.В., Ярошевская И.И. Проблемы экологии в энергетике Украины и пути их решения / Первая американо-украинская конференция «Защита атмосферного воздуха от вредных выбросов ТЭС». 9-10 сентября 1996г. – Киев. – С.3-9.
3. Гулей В.В., Максименко Ю.Н. Оптический пылемер ВОГ-1. / П’ята науково-технічна конференція “Приладобудування 2006: стан і перспективи”: 25-26 квітня 2006р., Київ, Україна. Збірник тез доповідей. – Київ, 2006. – С. 199-200.

УДК 543.27.08

**Курінний В.К., Мазира Л.Д., Міхеєва І.Л. (Україна, Київ)**

## **АВТОМАТИЧНІ ГАЗОАНАЛІЗАТОРИ ОКСИДІВ АЗОТУ, ДІОКСИДУ СІРКИ І ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ**

Оксиди азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ) і оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ) є високотоксичними забруднювачами атмосферного повітря.

За діючими в країнах СНД санітарними нормами середньодобові гранично допустимі концентрації (ГДК<sub>сд</sub>) цих газів в атмосферному повітрі знаходяться на рівні мікроконцентрацій і складають: для  $\text{SO}_2$  – 0,05 мг/м<sup>3</sup>, для  $\text{NO}$  – 0,06 мг/м<sup>3</sup>, для  $\text{NO}_2$  – 0,04 мг/м<sup>3</sup>, для  $\text{CO}$  – 3,0 мг/м<sup>3</sup>.

Методи, покладені в основу роботи газоаналізаторів для контролю забруднення атмосферного повітря, повинні мати дуже високу чутливість і вибірковість до кожного аналізованого компонента, а також дозволяти здійснювати безупинний аналіз без спеціального відбору і підготовки проби.

В ЗАТ “Украналіт” освоєні найсучасніші методи газового аналізу. На їхній основі створена серія стаціонарних автоматичних газоаналізаторів (ГА) забруднення атмосферного повітря, які використовуються в системах екологічного моніторингу, а також автономно для наукових досліджень і локальних вимірювань у різних галузях промисловості.

Для контролю  $\text{SO}_2$  використовується метод *ультрафіолетової (УФ) молекулярної флуоресценції*. Він заснований на збудженні молекул  $\text{SO}_2$  УФ випромінюванням з наступною реєстрацією інтенсивності флуоресцентного випромінювання, що виникає при переході молекул зі збудженого стану в основне. Інтенсивність флуоресцентного випромінювання є мірою концентрації  $\text{SO}_2$  в атмосферному повітрі. На базі цього методу розроблена нова модель (667ФФ 05) стаціонарного автоматичного газоаналізатора діоксиду сірки в атмосферному повітрі [1]. Для контролю  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  використовується *хемілюмінесцентний* метод аналізу. Він заснований на залежності інтенсивності хемілюмінесцентного випромінювання від концентрації оксиду азоту в аналізованій газовій суміші. У газоаналізаторах оксидів азоту використовується хімічна реакція між озоном і оксидом азоту, у результаті якої утворюються збуджені молекули  $\text{NO}_2$ . Перехід молекул  $\text{NO}_2$  в основний стан супроводжується хемілюмінесцентним випромінюванням. На базі цього методу розроблена нова модель (645ХЛ 10) автоматичного газоаналізатора оксидів азоту [2].

Для контролю  $\text{CO}$  використовується *електрохімічний* метод газового аналізу. Він заснований на принципі перетворення концентрації оксиду вуглецю в електричний струм на основі електрохімічного ефекту. Цей ефект спостерігається в результаті електролізу постійним струмом при збереженні визначеного потенціалу на поверхні електрода. Сила струму, який генерується триелектродною електрохімічною коміркою, прямо пропорційна концентрації оксиду вуглецю в аналізованому повітрі [3]. На базі цього методу розроблені декілька моделей (621 EX07, 621 EX15) стаціонарних автоматичних газоаналізаторів оксиду вуглецю в атмосферному повітрі. Зазначені ГА складають основу автоматичного стаціонарного посту спостережень за забрудненням атмосферного повітря “АТМОСФЕРА-10”. ГА виконані з використанням мікропроцесорної техніки. Мають аналогові і цифрові (RS-232) вихідні сигнали.

В доповіді представлена інформація про технічні, метрологічні та конструктивні особливості побудови автоматичних ГА розробки ЗАТ “Украналіт”, які використовуються для безперервного екологічного моніторингу атмосферного повітря.

### Література

1. Міхеєва І.Л. Флуоресцентний газоаналізатор діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ) в атмосферному повітрі // Методи та прилади контролю якості, 2002. – №9. – С.68-71.
2. Міхеєва І.Л., Курінний В.К., Мазира Л.Д. Хемілюмінесцентний метод газового аналізу оксидів азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) // ВІСНИК НТУУ “КПІ”, серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, 2004. – № 28. – С.46-54.
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.

УДК 543.27.08

**Максименко Ю.Н. (Україна, Київ)**

## **СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

Процесс измерения содержания токсичных веществ в выбросах промышленных предприятий в настоящее время становится все более многопараметрическим и более информационным. Увеличивающееся количество датчиков и приборов, привлекаемых к процессу измерения, стимулирует создание измерительных комплексов и систем контроля и учета выбросов.

Особый интерес представляют системы контроля выбросов предприятиями токсичных веществ, в первую очередь, большими котельными и ТЭЦ, находящимися в пределах городской черты.

Требования к таким системам следующие:

- одновременное непрерывное измерение в автоматическом режиме содержания в дымовых газах токсичных веществ – NO; NO<sub>2</sub>; NO<sub>x</sub>, приведенное к NO<sub>2</sub>; CO; SO<sub>2</sub> (при сжигании в котлоагрегатах также и мазута);
- сбор, обработка, накопление информации;
- передача информации в информационный центр администрации города;
- представление информации в виде таблиц, графиков за любой период наблюдения,
- единичное значение;
- копирование необходимой информации на дискеты и диски;

В состав системы входит:

- многокомпонентный газоанализатор MAPC-5 с блоком пробоподготовки и зондом газозаборным [1];
- электрически обогреваемая линия транспортирования пробы;
- компьютер с периферией;
- программируемое АЦП i-7018;
- источник питания TML-10105c;
- модем для канала связи RS 485;
- источник бесперебойного питания на случай кратковременного аварийного отключения электропитания.

Более сложные системы включают в свой состав и другие датчики:

- газоанализатор кислорода 151ЭХ02 [2];
- датчик скорости потока газа ДСПГ;
- датчик температуры ТСП-1088 с преобразователем ПИ-СО11;
- измеритель оптической плотности пылегазового потока (пылемер) ВОГ-1 [3].

Такие системы позволяют контролировать не только концентрации токсичных газов, но и их валовые выбросы. Кроме этого, при наличии полной информации о составе и параметрах дымовых газов, разработанные системы выдают важную технологическую информацию: это значение избытка воздуха –  $\alpha$ , потери тепла от химической неполноты сгорания топлива –  $q_3$ .

### Литература

1. Максименко Ю.Н. Многокомпонентные газоанализаторы / Вісник НТУУ “КПІ”: Серія приладобудування, 2005. – Вып.30. – С. 54-61.
2. Василенко В.С., Гончар В.М., Кривошей В.І., Цокало В.Ф. Стационарный циркониевый анализатор кислорода в дымовых газах / Вісник НТУУ “КПІ”: Серія приладобудування, 2004. – № 28. – С. 64-67.
3. Гулей В.В., Максименко Ю.Н. Оптический пылемер ВОГ-1 / П’ята науково-технічна конференція “Приладобудування 2006: стан і перспективи: 25-26 квітня 2006р., Київ, Україна. Збірник тез доповідей, 2006. – С. 199-200.



УДК 504.064:614.777(477)

**Крайнов І.П., Єфремова О.О. (Україна, Київ, Хмельницький)**

## **БІОТЕСТУВАННЯ БУТИЛЬОВАНИХ ВОД МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЇ ДОПЛЕРІВСЬКОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ**

Однією з головних проблем сьогодення є якість питної води. До останнього часу оцінка потенційної токсичності вод, що надходять споживачу взагалі не розглядалася. Більшість українських фірм, що випускають воду в пляшках, не здійснюють контролю якості продукту. Основні причини – відсутність нормативних документів, що регламентують якість такої води; складність проведення аналізів на відповідність вище зазначеної води вимогам до води питної та велика плутанина щодо віднесення води, яка знаходиться у пляшці, до конкретного типу. Існуючі фізико-хімічні методи аналізу кількісного та якісного складу присутніх забруднювачів не дають відповідь на основне питання: який характер та ефект комбінованої дії забруднюючих речовин, що в незначній кількості присутні у питній воді. Єдиним об’єктивним показником характеру комбінованого впливу може бути лише відгук біологічного об’єкту.

Шляхи вирішення проблеми комбінованої дії хімічних речовин полягають у застосуванні видів - біоіндикаторів для кількісної оцінки токсичності. Цей метод є біотестуванням і дає можливість по відповідній реакції тест-організму отримати інтегральну інформацію по всій сукупності токсичних агентів, що впливають на тест-об’єкт. Завдяки простоті, оперативності та доступності біотестування отримало широке визнання у всьому світі і його все частіше використовують поряд з методами аналітичної хімії. Значною перевагою цього методу є можливість виявлення токсичного впливу комплексу речовин, які аналітично не визначаються.

Методи біотестування постійно вдосконалюються. Створюються програми для комп’ютерного проведення та обробки інформації. Комп’ютеризація дозволяє значно скоротити час обробки результатів та підвищити точність розрахунків. Одним із таких автоматизованих методів є біотестування з використанням лазерної доплерівської спектроскопії.

Метою проведених у даній роботі досліджень було вивчення можливості використання лазерної доплерівської спектроскопії (ЛДС) [1,2] для біотестування [3,4] пляшкової води.

Використання методу ЛДС дає можливість за одиниці секунд реєструвати усереднені по декільком тисячам клітинок такі показники:

- доля рухомих мікроорганізмів (%);
- кількість клітин у одиниці об’єму;
- середню швидкість поступового руху клітин (мкм/сек);
- відносні енерговитрати популяції на рух (ум.од.);
- зміна чуйності клітин до зовнішнього впливу.

У якості біотесту вибрана прісноводна водорість *Pedinomonas tenuissima Masyuk (Pedin. T. M.)*. Досліджували пляшкові води різних марок, які зберігаються у пластиковій та скляній тарі. Для проведення вимірів брали розведення досліджуваних вод із культурою у співвідношенні (1:1). В якості контрольного зразка – чиста культура.

По динаміці змін параметрів за часом по різних маркам пляшкових вод та культури можна робити висновки про наявність або відсутність негативного впливу.

На наш погляд, біотестування з використанням саме цього приладу може дати точну оцінку якості питної води. Адже для визначення якості питної води, де забруднюючі речовини знаходяться у незначних концентраціях, головною вимогою до тесту є висока чутливість біо-об’єкту та точність розрахунків. Отже, метод лазерної доплерівської спектроскопії є зручним у використанні його для біоіндикаційної оцінки якості питної води (в тому числі, пляшкової).

### Література

1. Laser Light Scattering in Biochemistry/ Ed. by Harding S.E., Satelle D.B., Bloomfield V.A. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, 1992.
2. Vlasenko V.V., Penkov F.M. // Biofizika, 1990. – Vol. 35, N3. – P.450-453.
3. Остроумов С.А. Методика биотестирования // Ecological Studies, Hazards, Solutions, 2001. – vol. 5. – P.137-138.
4. Руководство по контролю качества питьевой воды. – Женева: ВОЗ. – 1994. – 256с.

УДК 541.013 (075)

**Бидюк І.В. (Україна, Хмельницький)**

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНА МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ**

В связи с повышением требований к экологической безопасности выдвигается задача создания более совершенных приборов, обладающих большой точностью, высокой чувствительностью. Поэтому разработка и исследование измерительных преобразователей нового типа приобретают большую важность, особенно сейчас, когда в нашей стране проблема загрязнения окружающей среды стала так остро.

Известно, что существующий на сегодня контактный кондуктометрический метод контроля параметров электролитов осуществляется обычно на одной частоте, используя экспериментально определенную электролитическую постоянную кондуктометрической ячейки. Контроль параметров растворов контактным способом кондуктометрической ячейкой с электродами, имеющими определенную площадь, не обеспечивает получение корректных результатов из-за наличия межэлектродной емкости, шунтирующей сопротивление раствора. Кроме того, в процессе измерения в диапазоне частот постоянство напряженности электрического поля между электродами не принимается во внимание.

Так, например, устройство для кондуктометрического анализа [1] имеет следующие недостатки:

- наличие температурной погрешности, определяемой изменениями физико-химических параметров раствора, возникающей в результате проходящего через ячейку тока;
- наличие междуэлектродной емкости, зависящей от физико-химических параметров электролита, и связанной с непостоянством напряженности поля в межэлектродном пространстве;
- зависимость составляющей напряженности электрического поля между электродами кондуктометрической ячейки, определяемой током, проходящим через раствор и входное сопротивление регистратора.

Основной задачей данного исследования, является разработка метода и устройства измерения параметров электролитов в кондуктометрической ячейке, которые позволят исключить погрешности от межэлектродной емкости и от изменения емкости двойного электрического слоя на электродах.

В предлагаемом нами устройстве [2] с целью исключения погрешностей (возникающих в существующих устройствах) от непостоянства напряженности поля в межэлектродном пространстве, межэлектродной емкости и от изменения емкости двойного электрического слоя на электродах в него введены прецизионный резистор, соединенный последовательно с кондуктометрической ячейкой с игольчатыми электродами.

Электронный блок авторегулировки амплитуды задаваемого с выхода генератора на электроды кондуктометрической ячейки гармонического напряжения, необходим для поддержки постоянства напряженности электрического поля в межэлектродном пространстве ячейки во всем диапазоне частот, и управляющих напряжений на источники-имитаторы.

Данное устройство для измерения параметров электролитов используется в лабораторной практике, а также может быть использовано в промышленности для осуществления непрерывного химико-аналитического контроля производства, определения концентрации солевых растворов, содержание солей в минеральной, морской и речной воде, для процесса очистки и качества воды, оценки загрязненности сточных вод и т.д.

### Литература

1. Неаполитанский Е.А., Хажуев В.Н. Измерения удельной электрической проводимости морской воды на основе метода Ван дер Пау – Исследования в области электрических измерений. Сборник научных трудов под ред. Е.Д. Колтика. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – С. 41-44.
2. Патент України №10280. Пристрій для вимірювання параметрів електrolітів / І.В.Бідюк, Л.О.Галкін. Опубл. 15.11.2005, Бюл. №11.– 10 с.: ил.

УДК 621.385.6

Моставлюк А.С. (Україна, Хмельницький)

## ВИМІРЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НВЧ ЕКРАНУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ: ВИМІРЮВАЧ КОЕФІЦІЄНТУ ВІДБИТТЯ ТА ПРОХІДНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Теоретичні та експериментальні дані дозволяють досить точно показати, що вплив електромагнітного поля (ЕМП), навіть незначної інтенсивності, на біологічні об’єкти може призвести до так званої радіохвильової хвороби. Активність впливу ЕМП зростає із збільшенням частоти і досить серйозно впливає у НВЧ діапазоні. НВЧ установки широко використовують і в промисловості, і в побуті. Прикладом цього є значне поширення мікрохвильових печей. Тому дослідження шляхів захисту від НВЧ опромінення набуває все більшої актуальності [1, 2].

Одним з найпоширеніших методів захисту біологічних об’єктів, в тому числі людини, від шкідливого НВЧ електромагнітного опромінення є екранування робочого місця чи джерела НВЧ ЕМП. Застосування якісних екранів дозволяє розв’язати задачі захисту персоналу від підвищеного рівня ЕМП та забезпечення сприятливої екологічної обстановки навколо працюючих установок та НВЧ пристроїв.

*Вимірювання ефективності НВЧ екрануючих матеріалів.* Ефективність екранування – це ступінь послаблення складових ЕМП, який визначається як відношення діючих значень напруженостей поля в даній точці простору за відсутності  $E_0$  та наявності  $E_1$  екрану  $k_{ef} = E_0/E_1$ . Форма екрану впливає на його ефективність в незначній мірі. Головним фактором, який визначає якість екрану, є радіофізичні особливості матеріалу та його конструкційні особливості. Для вимірювання ефективності використання екрануючих матеріалів використовують підхід, який базується на представленні ефективності одношарового екрану як суми окремих складових  $k = k_{ногл} + k_{відб}$ , де  $k_{ногл}$  – ефективність екранування внаслідок поглинання екраном електромагнітної енергії,  $k_{відб}$  – ефективність екранування за рахунок відбиття електромагнітної хвилі екраном. Для реальних екранів, в яких  $k_{відб} \gg k_{ногл}$ , ефективність екрануючого матеріалу буде визначатись коефіцієнтом відбиття

$$k_{відб} = E_{відб}/E_{над}, \quad (1)$$

а прохідна потужність визначатись із співвідношення

$$E_{пр} = E_{над} - E_{відб}, \quad (2)$$

де  $E_{над}$  та  $E_{відб}$  – напруженості падаючої та відбитої хвиль відповідно.

Пропонується вимірювач коефіцієнту відбиття НВЧ електромагнітної потужності за виразом (1) та прохідної потужності НВЧ ЕМП відповідно до співвідношення (2). Вимірювачі мають наступні спільні особливості: 1) в якості первинного перетворювача використано детекторний квадратичний сенсор НВЧ потужності, побудований за методом структурного симетризування, що забезпечує інваріантність відносно нестабільних параметрів детектора; 2) вимірювальні канали падаючої та відбитої хвиль розділені у просторі, що дозволяє уникнути використання нестабільного та інерційного НВЧ комутатора; 3) вимірювальні канали падаючої та відбитої хвиль мають спільний симетричний канал, який забезпечує додаткову інваріантність відносно неідентичності каналів прямої та відбитої хвиль. Відмінністю вимірювача прохідної потужності є те, що різниця падаючої та відбитої потужностей визначається за допомогою синхронного детектора; для зниження рівня похибок вимірювач побудовано за методом періодичного порівняння.

### Література

1. Тихонов М.Н. Электромагнитная безопасность: взгляд в будущее// Экологическая экспертиза, 2005. – №3. – С. 9-24.
2. Мікрохвильові технології в народному господарстві. Втілення. Проблеми. Перспективи: Вип. 2-3./ Ред. акад. МАІ Калінін Л. Г. Міжнар. акад. інформ.; Півден. філ. від-ня пром. радіоелектроніки МАІ; Український науково-технологічний центр. – Одеса, Київ, ТЕС, 2000. – 192 с.

УДК 504.064.3 + 550.832.5

**Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Андрашко Ю.В., Лемко І.С. (Україна, Ужгород)**  
**ЯДЕРНО-ФІЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СТАНУ**  
**МУЛОВОЇ ГРЯЗІ ОЗЕРА КУНІГУНДА**

На місці виходу на поверхню куполу Солотвинського масиву кам'яної солі селища Солотвино Закарпатської області утворилися карстові солоні озера. Найбільше з них – озеро Кунігунда (глибина від 1 до 8 м, площа ~ 800 м<sup>2</sup>), яке містить ропу та слабко лужну мулову грязь. Озеро є природним оздоровчим центром [1]. Протягом тривалого часу на озері Кунігунда проводиться немедикаментозне реабілітаційне лікування хворих на псоріаз. На великій кількості досліджень доведено високу ефективність лікувального впливу природних факторів озера (ропи та мулових грязей) у комбінації з сонячним опроміненням на організм пацієнтів з хронічними дерматозами. Паралельно, у місті Ужгороді, на клінічній базі НПО "Реабілітація" розроблено та впроваджено реабілітаційне лікування дерматологічних пацієнтів у водолікувальному відділенні, з використанням ропи та грязей озера Кунігунда [2]. Лікувальні властивості ропи соленого озера зумовлені її фізико-хімічним та бактеріальним складом. Його дослідженню присвячено ряд робіт [3 - 5].

Зростаюче поширення лікування та профілактики захворювань за допомогою грязей вимагає контролю за їх якістю, безпечністю для організму людини та динамікою зміни складу природних радіонуклідів як під впливом природних, так і антропогенних факторів, оскільки при цьому можливі зміни у фармакокінетиці та наявності техногенного радіаційного забруднення території озера. Для досліджень об'єктів навколишнього середовища на наявність гамма-активних радіонуклідів та їх абсолютної і питомої активності застосовується метод напівпровідникової гамма-спектрометрії, який дозволяє отримувати найбільш повну інформацію про їх вміст та концентрацію.

Дослідження проводилися у відділі фотоядерних процесів Інституту електронної фізики НАН України на гамма-спектрометричному комплексі "SBS-40" з напівпровідниковим детектором.

В результаті проведених досліджень встановлено: спектральний склад та середню питому активність гамма-випромінюючих компонент зразків мулової грязі, сталість складу природоутворюючих гамма-активних ізотопів у зразках, пробовідбір яких здійснювався на протязі 2000 – 2005 років та відсутність техногенних (забруднюючих) гамма-активних ізотопів, що вказує на їх екологічну чистоту. Таким чином, мулові грязі озера Кунігунда є екологічно безпечними, а лікування ними та препаратами на їх основі є нешкідливим для організму людини.

Порівняння питомої активності гамма-активних компонент комерційного косметичного продукту "Health & Beauty from Dead Sea" на основі грязі з Мертвого моря (Ізраїль) з величинами питомої активності зразків мулової грязі озера Кунігунда свідчить про близький їх склад.

Література

1. Лемко І.С., Шаркань Й.П., Січка М.Ю та інші. Бальнеологічна характеристика соляних озер курорту Солотвино // Бальнеологія, 1999. – С. 87- 93.
2. Андрашко Ю.В. Лікування хворих на базі водолікувального комплексу НПО "Реабілітація" // Укр. бальнеологічний журнал, 2001. – №3. – С. 80-83.
3. Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Бузаш В.М. та інші. Про спектральний склад зразків соленого озера (с.м.т. Солотвино) досліджених методом напівпровідникової гамма-спектрометрії // Вісник УжНУ. Серія: Хімія, 2001. – В. 6. – С. 103-107.
4. Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Бузаш В.М., Чундак С.Ю. Порівняльний аналіз продуктів фотоядерної активації солей Мертвого моря та озера Кунігунда // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Фізика. – 2003, В. 13. – С. 76-81.
5. Андрашко Ю.В., Миронюк І.С., Парлаг О.О. Результати вивчення окремих показників екологічної чистоти лікувальних факторів (мулової грязі) озера Кунігунда селища Солотвино Закарпатської області // Укр. бальнеологічний журнал, 2002. – №1. – С. 24-27.

УДК 577.34

Посудін Ю.І., Кожем'яко Я.В., Залоїло І.А., Годлевська О.О. (Україна, Київ)

### ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИН У СТРЕСОВИХ УМОВАХ

У зв'язку з негативною дією антропогенного забруднення навколишнього середовища на рослини розробка оперативних і точних методів оцінки функціонального стану рослин у стресових умовах є актуальною проблемою фундаментальних досліджень стресової дії на рослини в природному середовищі та екологічного моніторингу.

Реєстрація індукції флуоресценції дає можливість спостерігати часову кінетику інтенсивності флуоресценції попередньо адаптованого до темряви зеленого листка, або індукцію флуоресценції. Причому, в цій часовій поведінці флуоресценції можна виділити повільне спадання до стаціонарного рівня протягом 3–5 хвилин. Індукцію флуоресценції можна пояснити порушенням зв'язку між фотосистемами I і II у темряві і переходом фотосинтетичного апарату із стану I у стан II при освітленні. Форма індукційної кривої є чутливою до змін стану фотосинтетичного апарату у результаті дії несприятливих факторів або фізіологічно-активних речовин, наприклад, гербіцидів.

Основною метою цього повідомлення є експериментальне дослідження залежності характеру індукції флуоресценції хлорофілу зелених листків ярої пшениці "Рання 93" від дії зовнішніх параметрів середовища – характеру обробки ґрунту, водного та температурного режимів, типу, концентрації гербіцидів та тривалості їх застосування.

Для досліджень було використано розроблений нами двоухвильовий флуориметр для реєстрації індукції флуоресценції на довжинах хвиль 690 нм та 735 нм. Як критерії впливу стресових факторів було застосовано флуоресцентні індекси життєздатності  $Rfd(690)$  та  $Rfd(735)$ , а також індекс адаптації до стресів  $A_p$ .

Розроблена нами комп'ютерна програма обробки даних дозволяє спостерігати індукційну кінетику візуально, а також зберігати дані у текстових файлах, придатних для подальшої трансформації у спеціалізованих пакетах наукової графіки. Можливості програми також дозволяють сортувати масиви одержаних результатів за обраними характеристиками. Ця аналітична особливість селективності оцифрованих даних є зручним та ефективним засобом для швидкого пошуку кореляційних властивостей параметрів та статистичної обробки значних масивів даних. Таким чином, створений комплекс АЦП-ЦАП вкупі з оригінальним спеціалізованим програмним забезпеченням значно знижує тривалість експерименту. Дана розробка також дозволяє значно спростити процедуру подальшої обробки результатів та розширити аналітичний діапазон теоретичних розрахунків.

Результати експериментів довели, що флуоресцентні індекси життєздатності  $Rfd(690)$ ,  $Rfd(735)$  та індекс адаптації до стресів  $A_p$  демонструють залежність від характеру обробки ґрунту, типу внесених у ґрунт добрив, температурного та водного режимів вирощування рослин, типу, концентрації та тривалості дії застосованих гербіцидів.

УДК 628.395 : 543.544.45

**Дмитриков В.П., Бойко В.И., Свидерский В.А. (Украина, Киев, Днепродзержинск)**

## **УЛУЧШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ СРЕД**

Существует причинно-следственная связь между количеством техногенных выбросов органических веществ (антропогенными изменениями в окружающей среде) и численностью населения отдельных регионов планеты. Вследствие этого, идентификация органических загрязнителей является главной задачей экологического мониторинга. Совершенствование системы экологического мониторинга техногенных загрязнителей необходимо для изучения и улучшения экологической обстановки в Украине, что имеет важное социальное значение. Критический обзор опубликованных исследований свидетельствует о том, что проблема обнаружения микропримесей органических загрязнителей в окружающей среде в отсутствие стандартов остается не решенной. Актуальной задачей настоящего времени является развитие методологии физико-химических измерений, что может значительно расширить их прикладные возможности с получением достоверной информации о загрязнителях природных сред.

Прогресс в практическом использовании хроматографических методов состоит в переходе от сравнительно простых к более сложным многокомпонентным системам (процессам) измерений, позволяющим получать непосредственную информацию о загрязнителях природной среды. Таким образом, актуальность данного исследования определяют потребности повышения точности анализа, расширение области их применения на новые многокомпонентные и микропримесные количества, смешанные и организованные системы.

Значительные успехи в качественном анализе органических веществ достигнуты с помощью сорбционно-структурных корреляций, основанных на зависимостях между хроматографическим удерживанием и физико-химическими (структурными) характеристиками анализируемых соединений. Корреляции хроматографического удерживания с молекулярными характеристиками аналитов составляют основу выбора хроматографической системы и имеют большое значение для идентификации сложных смесей соединений.

Принцип линейности свободных энергий в хроматографии является основой корреляционных соотношений «структура – удерживание» (КССУ). В обобщенном виде этот принцип охватывает линейные соотношения между логарифмами констант скоростей и равновесий двух различных реакционных серий при одинаковых условиях (изменениях условий) реакций.

Принцип аддитивности свободных энергий межмолекулярных взаимодействий аналитов с неподвижной фазой или адсорбентом составляет основу КССУ. Предполагают, что параметры хроматографического удерживания пропорциональны изменению свободной энергии при хроматографическом распределении. Описывают их уравнениями линейной регрессии, учитывая случайные корреляции, которые оценивают с точки зрения физического смысла дескрипторов, входящих в состав уравнений. Вклад независимых переменных в уравнение КССУ считают наиболее значительным, если дескрипторы проявляют ортогональные свойства, т.е. их описательные характеристики принципиально различны. Другим критерием достоверности корреляционных уравнений является согласованность расчетных и действительных величин, которую оценивают методами математического моделирования с привлечением описательных характеристик.

На примере алкилнафталинов и алкилхинолинов – загрязнителей воздушной среды коксохимических производств продемонстрированы возможности уравнений, обеспечивающих достоверность КССУ для описания наборов данных, характеризующих хроматографическое удерживание.

Предложено уравнение универсальное для многочисленных хроматографических систем, интерпретированное по многим параметрам. Уравнение включает общий дипольный момент молекулы аналита, электронный заряд наиболее отрицательно заряженного атома, гидрофильную площадь поверхности молекулы по Ван-дер-Ваальсу.

УДК 62.505.5

**Шабатура Ю.В., Грицюк А.М (Україна, Вінниця)**

## **ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЮ МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ**

*Проблематика роботи та її актуальність.* Сучасний період існування людської цивілізації характеризується не тільки високим розвитком техніки та технологій, але водночас і різким загостренням екологічних проблем. Серед останніх особливо гостро стоїть проблема водних ресурсів. За даними Всесвітньої організації охорони здоров’я кожний рік в прісноводні ріки всього світу скидається до 450 мільярдів м<sup>3</sup> побутових і промислових відходів. Це вже привело до накопичення в воді більше 13 тисяч токсичних сполук. Крім того, медики дослідили, що більше 80% захворювань передається з водою, які, в кінцевому рахунку, приводять до загибелі більше 25 мільйонів людей щорічно [1].

Це послугувало причиною розробки і масового випуску різноманітних систем для очищення і фільтрування води як для промислових, так і для побутових потреб. Однак, практично всі вони є системами періодичної дії, які потребують для свого нормального функціонування періодичної заміни фільтруючих елементів, поповнення спеціальних хімічних реагентів, або виконання процесу регенерації. Разом з тим, в Україні, незважаючи на непросту економічну ситуацію, яка не дозволяє виділяти достатньо коштів на розвиток та реконструкцію водоочисних систем, розроблена і запатентована унікальна магнітогідродинамічна технологія. Водоочисні системи, які базуються на новій технології не потребують жодних енергетичних затрат. Вони не використовують ніяких хімічних реагентів, або фільтруючих елементів, які з часом можуть потребувати поповнення, або заміни, і, зрозуміло, їм непотрібні цикли регенерації. Принцип дії магнітогідродинамічних систем очищення води базується на використанні взаємодії сильних магнітних полів з водою та компонентами забруднень при її русі в каналах спеціальної конфігурації з просторовим розділенням на три потоки при виході з активної зони взаємодії. В раніше опублікованих роботах виконані дослідження з метою оптимізації просторово-часових параметрів магнітогідродинамічних систем очистки води та здійснена розробка систем автоматичного контролю та регулювання процесом на основі вимірювань електропровідності води. Разом з тим залишилась невирішеною задача побудови інформаційно-вимірювальних систем, які дозволятимуть отримувати оперативну інформацію про якість процесу очищення в умовах динамічної зміни забрудненості вхідної води на основі оцінки часових інтервалів релаксації з безперервним вимірюванням різниці потенціалів на вихідних каналах [2].

*Постановка мети та цілей роботи.* Виконати розробку і дослідження інтегрованої інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) для контролю і оптимального регулювання МГД системою очистки води в умовах динамічної зміни забрудненості вхідної води. Експериментально перевірити роботу дослідних зразків з використанням інтегрованої ІВС, проаналізувати результати досліджень, знайти значення продуктивності роботи систем, при яких досягається найбільша ефективність очищення води від основної групи забруднюючих речовин.

*Основні завдання:*

- 1). Розглянути фізичні принципи роботи (МГД) систем очистки води.
- 2). Теоретично обґрунтувати і експериментально дослідити ефект виникнення різниці потенціалів між вихідними каналами.
- 3). Розробити метод оптимального управління МГД системою на основі застосування інтегрованої ІВС контролю вихідної напруги і регулювання швидкості вхідного потоку води.

### Література

1. Микитюк О.М., Злотін О.З., Бровдій В.М. Екологія людини. Підручник – Харків: „ОВС”, 2004 – 256 с.
2. Васюра А.С., Шабатура Ю.В. Дослідження та оптимізація просторово-часових параметрів магнітогідродинамічної системи очищення води // “Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології”, 2002. – №2, – С. 185-193.

УДК 681.121

**Білинський Й.Й. (Україна, Вінниця)**

## **ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИЙ ВИМІРЮВАЧ ГУСТИНИ ГАЗУ В ПОТОЦІ**

З метою удосконалення систем обліку, підвищення рівня достовірності показань вимірювання об'єму газу та забезпечення його використання актуальною є задача створення засобів безконтактного контролю густини газу за робочих умов, які б забезпечували високу точність, малу інерційність, широкий діапазон вимірювань. Основною проблемою вимірювання густини газу в потоці на сьогоднішній день є невисока точність за рахунок збурювання газу в результаті зміни тиску в місцях звуження, вібрацій трубопроводів, створення ламінарного або турбулентного потоку газу, що призводить до виникнення неоднорідності розподілу густини (поля градієнтів густини) у полі поперечного перерізу його поширення. Крім цього, в багатьох випадках необхідно знати характер поля швидкостей у трубі. Таким чином, точне вимірювання густини газу можливо лише при відомих значеннях густини в будь-якій точці поперечного перерізу його поширення. Це дозволить візуалізувати картини потоку в цілому. В експериментальних дослідженнях у газовій динаміці на сьогоднішній день зображення поля потоку газу є основним способом одержання інформації не тільки про розподіл густини газу, але й про динаміку сильних розривів (ударних хвиль), контактних розривів, вихрів, слабких збурювань.

Основні методи дослідження поля густини газу та його градієнта можна розділити на 3 групи: засновані на залежності коефіцієнта заломлення світла від густини газу; на поглинанні газом випромінювання; на світінні молекул газу при електричному розряді. Останні 2 групи методів застосовують для дослідження густини при низьких тисках, а з методів 1-ї групи, які є найбільш точними застосовується метод Тьоплера («шлірен»-метод) і інтерферометричний, але, в основному, для експериментальних досліджень. У них використовується залежність густини газу й коефіцієнта заломлення  $n$  світла:

$$\frac{1}{\rho} \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = const.$$

В роботі запропонований спосіб вимірювання густини газу в потоці та оптико-електронний вимірювач на його основі, який оснований на залежності коефіцієнта заломлення світла від густини, що використовує не світловий промінь, а набір лазерних ліній. Для зчитування сформованого зображення лазерних ліній, що пройшли через газовий потік, використовується ПЗЗ-матриця. Кількісні дані про густину газу й величину зміни (градієнта) густини визначають, порівнюючи зміни лінійності поширення лазерних ліній, викликаних градієнтом густини в досліджуваному потоці так, як окремі ділянки поля з різною густиною по-різному відхиляють промені світла, що проходять через них. Таким чином, візуалізується двовимірне розподілення градієнта густини газу. По знайденим, у такий спосіб, значенням коефіцієнтів заломлення в кожній точці обчислюють величину градієнта густини й густину газу для всього досліджуваного поля.

У випадку симетричності градієнта густини відносно осі потоку, використовуючи аналогії двовимірних і тривимірних потоків, можна з визначеною вірогідністю реконструювати симетричні відносно осі потоки за результатами досліджень двовимірних.

Запропонований спосіб і засіб вимірювання густини газу в потоці на його основі має притаманні переваги відомих безконтактних засобів — не створює додаткового опору протіканню вимірюваного середовища і забезпечує високу точність при індивідуальному градуванні у всіх напрямках поперечного перерізу трубопроводу. Відсутність чутливого елемента на шляху газового потоку забезпечує швидкий відгук приладу і високу чутливість.

### Література

1. Андрійшин М.П., і ін. Вимірювання витрати та кількості газу: Довідник. - Івано-Франківськ: ПП „Сімик”, 2004. – 160с.
2. Иванова Г.М. и др. Теплотехнические измерения и приборы. –М.: Энергоатомиздат, 1984.- 232с.
3. Ван Дайк. Альбом течений жидкости и газа. - М.: Мир, 1986. – 184 с.



УДК 681.5.017:519.87

**Іщенко В.А., Петрук В.Г. (Україна, Вінниця)**  
**АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОКОНЦЕНТРАЦІЙ**  
**ГАЗІВ НА БАЗІ МЕТОДУ ІНТЕГРУВАЛЬНОЇ СФЕРИ**

Для забезпечення високої точності вимірювань мікро концентрацій газів необхідне врахування впливу усіх можливих факторів на процес вимірювання. Але так як дослідження усіх факторів на практиці виявляється часто дуже складним, а часом і неможливим завданням, то зазвичай проводять аналіз лише головних, найбільш суттєвих впливових величин.

Нами виведена математична модель оптичного сферичного перетворювача системи визначення мікроконцентрацій газів, яка враховує основні фактори, що впливають на процес вимірювання:

$$C = -(1 - 0,365 \cdot \sqrt{\frac{P_p}{\lambda}} + 0,0667) \cdot \frac{S - S_{оме}}{S} \cdot \frac{3,573 \cdot T \cdot \ln \frac{I_1}{I_0}}{\chi_\alpha \cdot P \cdot d \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 - \frac{2}{\lg \rho}\right)},$$

де  $C$  – концентрація аналізованого газу;  $I_0, I_1$  – відповідно початкова інтенсивність світла та інтенсивність світла, яке реєструється приймачем;  $S_{оме}$  і  $S$  – площа отворів сфери та повної поверхні сфери відповідно;  $\alpha$  – кут падіння пучка світла на стінки сфери;  $d$  – діаметр сфери;  $\chi_\alpha$  – молярний показник поглинання газу;  $P$  – атмосферний тиск;  $T$  – температура;  $\rho$  – ефективний коефіцієнт відбивання внутрішніх стінок сфери;  $P_p$  – питомий опір матеріалу стінок сфери;  $\lambda$  – довжина хвилі.

Проаналізуємо дану модель і розглянемо взаємозалежність її параметрів. По-перше, слід відзначити коливання температури середовища та тиску, що спричиняють зміни у поглинанні світла молекулами досліджуваного газу. Варіюючи у певних межах значення температури і тиску, ми отримали наглядну графічну залежність інтенсивності падаючого на приймач світла від цих параметрів. Насамперед, слід відзначити незначний вплив тиску (згадана інтенсивність зменшується на значення порядку 1% при зростанні тиску на декілька десятків мм рт. ст.).

Вплив температури значно помітніший. Особливо це стосується більших концентрацій (близько  $10^{-4}$  моль/л), де спостерігається різкий ріст інтенсивності падаючого на приймач світла після  $20^\circ\text{C}$ . А на незначних концентраціях із збільшенням температури відбувається плавне зростання інтенсивності. Отже, для забезпечення максимального значення інтенсивності світла на вході приймача випромінювання (для підвищення загальної чутливості системи) необхідно вимірювання проводити при температурі вище  $20^\circ\text{C}$  і невисокому атмосферному тиску.

По-друге, виявлено залежність результату вимірювань від кута  $\alpha$ , під яким випромінювання входить до сферичного перетворювача. Із його збільшенням зменшується довжина шляху пучка світла всередині сфери, тому випромінювання буде менше поглинатись молекулами досліджуваного газу. А, отже, й інтенсивність світла, яке попадає на приймач, буде більшим. У нашому випадку це небажано, оскільки буде зменшуватись частка поглинутого світла (різниця між початковою інтенсивністю і тою, яка потрапляє на приймач). А це призведе до зниження чутливості. Тому при вимірюваннях краще забезпечувати менший кут  $\alpha$ . Варто також підкреслити, що при нижчих температурах вплив значення кута  $\alpha$  менш помітний, а ніж при  $22^\circ\text{C}$  і вище. Нарешті, збільшуючи діаметр сфери, можна досягти вищої чутливості (за рахунок збільшення поглинання випромінювання, це особливо помітно на великих кутах  $\alpha$  – від  $45^\circ$  і більше), однак при цьому зростають габарити системи.

Таким чином, проаналізовано основні фактори, що впливають на процес вимірювання мікроконцентрації газів з використанням інтегрувальної сфери. На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що для забезпечення максимальної чутливості системи вимірювання краще проводити при температурі вище  $20^\circ\text{C}$ , пониженому тиску, а також необхідно вірно підібрати кут  $\alpha$  і діаметр сфери. Щодо максимальної чутливості системи, то за звичайних умов (атмосферний тиск – 760 мм рт. ст., температура –  $20^\circ\text{C}$ ), з використанням алюмінієвого покриття внутрішніх стінок сфери, при заданому діаметрі сфери порядку 10 см, вона складає від  $2 \cdot 10^{-8}$  до  $10^{-7}$  моль/л при умові, що приймач випромінювання здатний реєструвати зміну інтенсивності світла на 0,01 %.

УДК 54.084

Петрук В.Г., Кватернюк С.М. (Україна, Вінниця)

## СИСТЕМА КОНТРОЛЮ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Навколишнє середовище у наш час досить сильно забруднене радіоактивними відходами внаслідок випробувань ядерної зброї в минулі роки, роботи атомних електростанцій, переробки та збагачення радіоактивних матеріалів тощо. В Україні у більшості випадків радіоактивне забруднення пов’язане з викидом у повітря радіоактивних речовин під час аварії на ЧАЕС. Будь-яке прогнозування впливу цього забруднення на стан здоров’я населення (онкохвороби), міграцію у менш забруднені регіони, вплив на економіку, а, виходячи з цього, відповідні дії в масштабі держави неможливі без невинної діагностики стану радіоактивного забруднення харчових продуктів, будівельних матеріалів, митного контролю провезення радіоактивних речовин тощо та статистичної обробки результатів. Ці задачі, як правило, виконуються співробітниками екологічних інспекцій, санепідконтролю тощо. Для реалізації задачі неперервного контролю радіоактивного забруднення харчових продуктів на ринках міста співробітниками кафедри хімії та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету запропонована комп’ютерно-вимірювальна система (див. рис.1.)

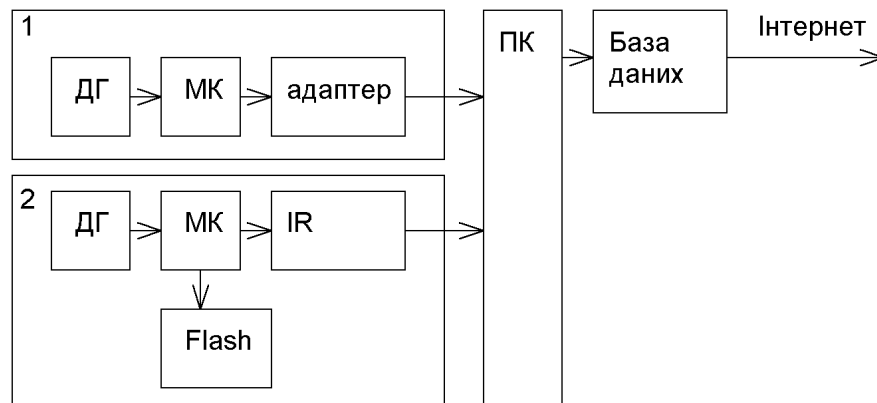


Рис.1. Структура системи контролю радіоактивного забруднення харчових продуктів

Система складається із стаціонарного 1 та переносного 2 вимірювальних блоків що підключаються до персонального комп’ютера (ПК). Результати вимірювань заносяться у базу даних підключену до мережі Інтернет для подання інформації для централізованої статистичної обробки. Вимірювальний блок 1 містить вимірювальну дозиметричну головку (ДГ), мікроконтролер (МК), що попередньо обробляє результат та адаптер інтерфейсу СОМ-порта ПК. Переносний вимірювальний блок 2 накопичує результати вимірювань у Flash-пам’ять, які періодично (один раз в кінці робочого дня) записуються через інфрачервоний інтерфейс до ПК. У вимірювальних блоках використаний мікроконтролер АТ90S8515, для якого створено програмне забезпечення на мові ІАР С. Обробка даних на ПК здійснюється повнофункціональною програмою під Windows написаною на Delphi. Поточні результати вимірювань радіоактивного забруднення та дані статистичної обробки формуються у html для розміщення на відповідних сайтах. Графічні залежності зміни рівня радіоактивного забруднення формуються у вигляді SVG малюнків, що являють собою масштабовані векторні малюнки реалізовані на основі XML.

### Література

1. Авсеєнко В.Ф. Дозиметричні і радіометричні прилади та вимірювання. – К.: Урожай, 1990. – 144 с.
2. Соколов А.С. Перспектива переробки молочної сировини забрудненої радіоактивними речовинами: Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології. -К., 1992. – С. 126.

УДК 681.518.3: 535.243.2

**Петрук В.Г., Васильківський І.В., Кватернюк С.М.,  
Лопатинська Н.В. (Україна, Вінниця)**

### **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ СВІТЛОРозсіювальних ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ**

До основних світлорозсіювальних характеристик водних середовищ відносять оптичні та гідрофізичні, зокрема яскравість та відповідні тіла яскравості, індикатриси розсіяння, показники екстинкції, поглинання, розсіяння, коефіцієнти пропускання та відбивання, контрастність, мутність, а також середній розмір диспергованих часток і відповідну дисперсність, їх концентрацію та кількість в одиниці об'єму, форму часток та ін. Вони дають можливість проводити оцінку умов фотосинтезу, стежити за переносом донних осадів, проводити локацію засмічення дна, розраховувати температурний режим водоймища, виявляти забруднення і т.п. Крім того, оптичні параметри є основою для розрахунку світлових полів і світлового режиму в різних умовах, зокрема в умовах глибинного режиму, у якому форма тіл яскравості незмінна і визначається гідрофізичними характеристиками самого об'єкта контролю, що дає можливість вирішення багатьох зворотних задач теорії переносу випромінювання та визначення важливих гідрофізичних параметрів середовища за оптичними даними. Водно-дисперсні системи є найбільш типовими і, разом з тим, складними об'єктами контролю тому, що в них виявляється вся багатоманітність поверхневих явищ, які формують особливі об'ємні властивості цих систем. Знання особливостей взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною в дисперсному стані відкриває перспективу збільшення достовірності і точності результатів вимірювання, контролю, діагностики та локації в багатьох галузях людської діяльності, особливо, що стосується морської справи, океанографії, геофізики, радіаційної кліматології, гідрооптики, харчової промисловості, для дистанційного зондування, у системах локації, а найбільше – екологічного моніторингу довкілля. Розроблено математичні моделі індикатрис розсіяння водно-дисперсних середовищ з різними розмірами диспергованих часток за умов глибинного режиму та проведено їх аналіз у MathCAD 2000. Основним виразом для врахування інтерференційно-дифракційних ефектів, зумовлених суперпозицією дифрагованого і відбитого або пройденого світла, та визначення інтенсивності розсіяного середовищем світла, коли довжина хвилі  $\lambda$  співрозмірна з розміром часток, є десятикомпонентне рівняння Хен'ї-Грінштейна [1]:

$$I(\Theta) = \sum_{j=1}^{10} I_{j0} \frac{1 - g_j^2}{(1 + g_j^2 - 2g_j \cos \Theta)^{3/2}},$$

де  $g_j$  – коефіцієнти при поліномах Лежандра, яке дає можливість дослідити трансформацію випромінювання всередині світлорозсіювального водного середовища та визначити його основні спектрофотометричні характеристики

Розроблена для екологічного моніторингу природних водно-дисперсних середовищ автоматизована система контролю світлорозсіювальних характеристик здійснює вимірювання яскравості під різними кутами спостереження за умов глибинного режиму, будує просторові індикатриси розсіяння [2], що дає можливість визначити екологічний стан водного об'єкта, характер протікання процесів забруднення, седиментації, самоочищення, перетворення дисперсної фази, коагуляції забруднених водно-дисперсних середовищ тощо. Подальша обробка вимірювальної інформації здійснюється за допомогою нейромережі, яка розпізнає форму індикатрис розсіяння, порівнює її із відповідними модельними індикатрисами для певних типів забруднення, що занесені до електронного атласу, та робить висновок про можливий характер забруднення води.

#### Література.

1. Петрук В.Г. Спектрофотометрія світлорозсіювальних середовищ (Теорія і практика оптичного вимірювального контролю). Монографія.– Вінниця: Універсум-Вінниця, 2000. – 203 с.
2. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Кватернюк С.М., Іщенко В.А. Дослідження оптичних характеристик водно-дисперсних систем // Матеріали III міжнародної конференції по оптоелектронним інформаційним технологіям "PHOTONICS-ODS 2005". – Вінниця, 2005 – С.216.

УДК 681.518.3: 535.243.2

**Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Черноволик Г.О. (Україна, Вінниця)  
Іванов А.П., Барун В.В. (Беларусь, Мінськ)**

### **МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОПТИЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ СПЕКТРОФОТОМЕТРІЇ ТА ЛАЗЕРНОЇ ПОЛЯРИМЕТРІЇ**

Оптичні методи дослідження характеристик біотканин та, на основі цього, діагностики фізіологічного стану людини є одними з найбільш прийнятних, враховуючи можливість швидкої, безболісної неінвазивної діагностики.

Метою роботи є подальше вдосконалення діагностичної апаратури оптичного контролю характеристик біотканин за спектрами дифузного відбивання та їх поляриметричними характеристиками, а саме елементами матриці Стокса. Обробка та систематизація великої бази експериментальних результатів дозволяє визначити закономірності оптичних характеристик при різних типах патологій.

Розроблена комп’ютерно-вимірювальна система діагностики стану нормальних і патологічних біотканин за спектрами їх дифузного відбивання, що складається з монохроматора, довжина хвилі якого змінюється кроковим двигуном від 300 до 1200 нм. Випромінювання з монохроматора через оптоволокну подається на два вимірювальні зонди (інтегровані сфери рівномірно покриті всередині зразковою речовиною з відомим коефіцієнтом дифузного відбивання). Один із зондів є вимірювальним зразковим засобом і закритий заглушкою, а інший має робочий отвір, який притискається до шкіри. У якості давачів застосовуються фотодіоди із спектральним діапазоном 0,4–1,1 мкм. Вимірювальний підсилювач виконаний за схемою неінвертуючого підсилювача напруги на операційному підсилювачі LM324N. Далі сигнал надходить на АЦП мікроконтролера та через СОМ-порт і адаптер у комп’ютер. Програмне забезпечення для мікроконтролерів написано на мові IAR C. На початку роботи здійснюється нормування спектральних характеристик вимірювальних каналів відносно зразкового засобу, компенсація темнових струмів фотодіодів. Виміряні спектри дифузного відбивання біотканин заносяться у банк даних із зазначенням дати проведення вимірювань, прізвища, віку та типу захворювання пацієнта, ряду додаткових медичних характеристик отриманих у ході інших аналізів для співставлення їх з спектральними даними. На кожній довжині хвилі проводиться 1000 вимірів та їх усереднення, що дозволяє суттєво зменшити рівень шумів фотодіода. Програмне забезпечення для попередньої обробки даних та керування спектрофотометричною системою складене на Delphi 5.0 для роботи під Windows 98. Планується продовження досліджень з використанням поляриметричної приставки, що дозволить вимірювати матриці Стокса для зразків біотканин та проб гуморальних рідин.

Дослідження спектрів дифузного відбивання нормальних біотканин проводились на групі здорових реципієнтів – студентах-екологах ВНТУ у ході практичних робіт з дисципліни “Основи науково-дослідної роботи”, студентах ВНМУ ім.М.Пирогова у ході їх практики у Інституті реабілітації інвалідів. Для вивчення вікових змін у спектрах дифузного відбивання нормальних біотканин проводились дослідження на співробітниках кафедри ХЕБ ВНТУ, співробітниках Інституту реабілітації інвалідів. Дослідження спектрів дифузного відбивання патологічних біотканин проводились на групі хворих системним червоним вовчаком, хворих з ампутованими кінцівками, хворих з травмами та гематомами різного роду, онкохворих. Також проводились дослідження спектрів дифузного відбивання фрагментів біотканин наданих кафедрою судмедекспертизи ВНМУ.

Дослідження виконуються науковими колективами кафедри хімії та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету та лабораторії оптики світлорозсіювальних середовищ Інституту фізики ім. Степанова Національної Академії Наук Республіки Беларусь.

*Робота виконана за сприяння Державного фонду фундаментальних досліджень Міністерства освіти і науки України.*

УДК 665.734

**Турчик П.М., Петрук В.Г. (Україна, Вінниця)**  
**СУЧАСНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЧИСТОТИ**  
**НАФТОПРОДУКТІВ**

На даний час, коли кількість транспортних засобів постійно зростає, все більшого значення набуває контроль за якістю нафтопродуктів, які ввозяться на митну територію України та виробляються вітчизняними заводами.

Всі нафтопродукти можна поділити на дві групи: нафтові палива та оливи. До нафтових палив відносять автомобільний та авіаційний бензин, реактивне та дизельне паливо, важке моторне, газотурбінне, суднове та пічне паливо. До оливок відносять моторні, трансмісійні, індустриальні та ізоляційні [1]. В останні роки значна увага приділяється захисту навколишнього середовища, у зв'язку з чим розробляються та випускаються більш вдосконалені, екологічно чисті види палива. Асортимент закордонних моторних оливок постійно змінюється, що зумовлено підвищенням вимог до якості сучасних моторних мастил, зміною їх складу, появою нових специфікацій на моторні оливи. Вимоги, які висуваються до нафтопродуктів – основного продукту нафтопереробних заводів, досить повно сформульовані в роботі [2]. Це чотири основних групи вимог: вимоги пов'язані з роботою двигуна, вимоги експлуатації, а також зумовлені необхідністю і можливістю масового виробництва та екологічні вимоги.

Найбільш важливими експлуатаційними характеристиками бензинів є його випаровуваність, що характеризується фракційним складом і тиском насичених пар, та детонаційна стійкість, що виражається октановим числом. Виходячи з екологічних вимог, необхідно контролювати вміст у бензинах ароматичних вуглеводнів, антидетонаторів, сірчистих сполук. Сучасні автомобільні бензини, як правило, являють собою суміші компонентів, що одержують під час різних технологічних процесів. У бензинах в залежності від вуглеводневого складу сировини і технології одержання може міститися понад 200 індивідуальних вуглеводнів різної будови, вміст яких, а також їхня взаємодія між собою і визначає властивості бензину.

Методи аналізу нафтопродуктів є досить різноманітними. Їх використання залежить від мети проведення дослідження (сертифікація, класифікація згідно з товарною номенклатурою тощо).

Всі методи аналізу і контролю нафтопродуктів поділяють на три групи:

- стандартні методи лабораторної оцінки фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей, а також вмісту в них деяких хімічних елементів;
- методи випробування на модельних установках та натуральних стендах;
- методи випробувань в стендових та експлуатаційних умовах.

Лабораторні стандартні методи аналізу за кордоном публікуються у вигляді збірників. До найбільш популярних та розповсюджених відносять збірники випробувань та оцінки якості, які видаються американським товариством випробування матеріалів – ASTM, англійським нафтовим інститутом – IP, західнонімецьким товариством випробування матеріалів – DIN, урядовими органами США – FTMS [1].

Для попередньої оцінки експлуатаційних властивостей та контролю якості в процесі виробництва нафтопродуктів широко використовують оригінальні методи випробувань на спеціально розроблених модельних установках, а також стендові випробування в натуральних вузлах.

Випробування нафтопродуктів у двигунах в стендових умовах вважається найбільш надійним способом оцінки їх експлуатаційних властивостей. Такою оцінкою їх якості користуються при проведенні класифікаційних випробувань, при визначенні відповідності властивостей нафтопродуктів вимогам специфікацій, при вибіркових випробуваннях.

Поряд зі стандартними методами визначення октанових чисел у даний час набули широкого поширення експрес-методи, засновані на застосуванні спектральних методів аналізу, у тому числі і спектральний аналіз в інфрачервоній області.

Література

1. Золотарьов І. Моторні масла // Автотрофи. – №4, 2003. – С. 20-26.
2. Гуреев А.А., Азев В.С. Автомобильные бензины. Свойства и применение: Учебное пособие для вузов. – М.: Нефть и газ, 1996. – 444с.

УДК 543.271.3

**Баскова І.П., Порєв В.А., Приміський В.П. (Україна, Київ)**

## **ПАРАМЕТРИЧНІ І ГАЗОАНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО МОНІТОРИНГУ**

Димові гази, що виникають в ході протікання технологічних процесів мають відповідні закономірності їх утворення. Визначивши ці закономірності для кожного конкретного виробничого процесу, отримуємо можливість розрахувати викиди димових газів по поточним технологічним параметрам роботи промислового підприємства. Саме такі параметричні екологічні системи моніторингу (ПЕСМ) функціонують на більшості підприємств України.

Основою роботи ПЕСМ є математичні моделі джерел викидів, які розраховують концентрації димових газів в залежності від параметрів технологічних процесів, що контролюється відповідними сенсорами технологічного процесу (тиск, витрати, температура.). Таким чином математична модель являє собою віртуальну заміну реального вимірювального процесу рівня викидів димових газів. Необхідні для розрахунків дані вибираються з існуючих систем керування виробничим процесом. Ефективна робота ПЕСМ можлива тільки за наявності відповідного програмного забезпечення. Для роботи ПЕСМ складається тепловий і матеріальний баланс, що лежать в основі функціонування виробничого циклу. На основі їх роботи на промислових підприємствах склалися відомості про гранично допустимі викиди (ГДВ) і здійснювались відповідні екологічні платежі. Однак з часом зношеність основної виробничої інфраструктури, різні види енергоносіїв, зміна сировинної бази привела до того, що більшість технологічних процесів мають відхилення від проектних значень. Все це приводить до того, що розрахункові математичні моделі виробничих процесів не можуть вже адекватно відображати технологічні цикли і застосування їх для розрахунку викидів промислових газів приводить до значних похибок.

Законодавець в 2000 р. вніс відповідні зміни до основних природоохоронних законів “Про охорону довкілля” і “Про охорону атмосферного повітря”, в яких чітко оговорено, що рівні викидів визначаються по результатам виміру “фактичних викидів”. Таким чином, на заміну ПЕСМ приходять газоаналітична система екологічного моніторингу (ГСЕМ). Найбільш типова ГСЕМ складається з комплексу автоматичних стаціонарних газоаналізаторів для виміру концентрацій ( $C_i$ ) димових газів і пилу ( $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CH$ , пил) з системою відбору і підготовки проби, сенсорів температури, тиску і інших параметрів димового потоку. Важливою складовою ГСЕМ є наявність витратоміра димового потоку. Такі системи знайшли найбільше розповсюдження в Західній Європі, США (західна класифікація таких систем – SEMS). Слід зауважити, що в більшості країн нормуються не концентрації димових газів, а масові викиди цих газів. Тому наявність в складі ГСЕМ витратомірів є обов’язковою, як і відповідного програмного забезпечення.

Застосування ГСЕМ тільки для екологічного моніторингу викидів димових газів приводить до додаткових фінансових витрат підприємств і погіршенню їх економічного стану. Тому актуальним є питання розробки і створення таких ГСЕМ, які мають розширені функціональні можливості, наприклад за рахунок створення дворівневої ієрархії функціонування. До рівня екологічного моніторингу додається рівень технологічного моніторингу димових газів, що виникають в ході технологічних процесів і відповідного керування цими процесами за результатами технологічного моніторингу. При цьому оптимізується технологічний процес, знижується споживання і енергоносіїв, поліпшуються економічні показники підприємств.

АТ “Украналіт” розробив і впровадив в промислову експлуатацію для енергетичних об’єктів багатоступеневу систему екологічного і технологічного моніторингу і оптимізації процесів горіння з застосуванням газоаналізаторів і комп’ютерної обробки інформації [1, 2].

### Література

1. Патент України 6458 А. Еколого-технологічний газоаналітичний комплекс /Бородавка В.П., Дашковський О.А., Приміський В.П. і інші. – 2004. – Бюл. № 2.
2. Патент України 58419А. Багатоканальний газоаналітичний технологічний комплекс /Дашковський О.А., Воробйов С.С., Приміський В.П. і інші. – 2003. – Бюл. №7.

УДК 699.81: 654.91

**Петрук В.Г., Васильківський І.В., Писаренко Н.В., Кватернюк С.М.,  
Турчик П.М. (Україна, Вінниця)**

## **СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОВОГО ФОНДУ**

Виявлення і гасіння лісових пожеж в системі Держкомлісгоспу України здійснює спеціалізована наземна служба в складі 226 лісових пожежних станцій, які мають 450 пожежних автомобілів, 40 одиниць іншої техніки, 3,5 тисячі радіостанцій, 450 спостережних веж тощо. Для своєчасного виявлення та гасіння лісових пожеж функціонує підпорядкована Державному комітету лісового господарства Українська державна база авіаційної охорони лісів у складі 15 авіавідділень та груп пожежних десантників. Однак, кількість лісових пожеж в Україні не зменшується і загальна кількість їх коливається від 1500 до 3000 на рік, які охоплюють площу понад 3000 га, причому на 90-95 % вони виникають з вини населення. Найбільш пожежонебезпечними є Луганська, Херсонська, Донецька, Дніпропетровська, Миколаївська області та АР Крим, на які припадає 55 % випадків і 74 % площі лісових пожеж.

Лісові пожежі відіграють значну негативну роль на локальному, регіональному і глобальному рівнях. На глобальному рівні біомаса, що згоріла, дає головний внесок в парниковий ефект і викид твердих частинок в атмосферу. За деякими оцінками щорічний внесок згорілої біомаси в емісію парникових газів досягає 40%. Під час пожежі за рахунок хімічних реакцій виділяється велика кількість газів, включаючи: окис вуглецю (CO), окис азоту (NO), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), аміак (NH<sub>3</sub>) і вуглеводні, які суттєво впливають на локальні і глобальні концентрації атмосферного озону (O<sub>3</sub>) і гідроксильні радикали (ОН<sup>•</sup>). Лісові пожежі на локальному рівні є джерелами домішок впродовж кількох годин або навіть днів. При цьому вплив викиду полютантів за відносно короткий час може суттєво погіршити якість повітря на значній території. Загроза виникнення лісових пожеж зростає із посиленням антропогенного впливу на лісові території, що продовжує залишатися гострою соціальною проблемою.

Охорона лісів від пожеж, безумовно, є одним із пріоритетних завдань не тільки лісового господарства, але і всього суспільства. Для зменшення збитків завданих лісовими пожежами важливим є їх своєчасне виявлення. Жоден із існуючих методів та засобів контролю пожежонебезпечних ситуацій не здатний контролювати із достатнім ступенем надійності самозаймання в жарку пору року, особливо лісів хвойних порід, порушення правил пожежної безпеки та навмисні підпали. Тому питання про розробку нових засобів для охорони лісових ресурсів від пожеж, зокрема, створення систем лісових пожежних сигналізацій, постає дедалі гостріше.

Отже, з метою вирішення проблеми охорони лісових ресурсів від пожеж пропонується система пожежної сигналізації, яка складається із мережі лінійних оптичних давачів диму (ЛОДД), що зв’язані по радіоканалу із пультом централізованого спостереження, на якому проводиться прийом, обробка і реєстрація вимірювальної і діагностичної інформації. ЛОДД який серійно випускається призначений для виявлення диму на ділянці лісу довжиною 100 м і шириною 18 м., що забезпечує контроль загальної площі 1500–2000 м<sup>2</sup>. Він складається із передавача і приймача інфрачервоного випромінювання, рознесених у просторі на відстань від 10 до 100 метрів. Після спрацювання сенсора диму мікроконтролер передає сигнал про пожежу на передавач радіосигналу. Радіопередавач створений на базі високочастотних транзисторів, оснащений швидкодіючим елементом грозозахисту радіотракту, що запобігає пошкодженню схеми пристрою, передає кодований сигнал на пульт централізованого спостереження. Використання направленої антени дає можливість під час прийому підсилити радіосигнал, а при передачі – зменшити потужність вихідного каскаду радіопередавача для збереження достатньої якості передачі.

Запропонована система пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів по радіоканалу дозволяє організувати надійну охорону від пожеж цінних природних територіальних комплексів, які містять рідкісні або занесені до Червоної книги України види рослинного і тваринного світу, а також об’єкти природно-заповідного фонду – природні національні парки, заповідники, заказники, пам’ятки природи та ін.

УДК 621.313.333

Поджаренко В.О., Васілевський О.М., Кучерук В.Ю. (Україна, Вінниця)

### РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ

Дана система призначена для забезпечення оптимального співвідношення між повітрям та паливом під час горіння в топці котлоагрегату. Вона працює наступним чином.

В котельній установці є таблиця, відповідно до якої в залежності від температури навколишнього середовища встановлюється подача палива. Експериментально було встановлено, що оптимальний процес горіння відбувається при співвідношенні між паливом та повітрям 1:10. Отже, інформаційні сигнали від датчика тиску газу та тиску повітря обробляються за допомогою контролера. Відповідно результатам обробки вхідних сигналів контролером формуються керуючі сигнали для електроприводів, які керують швидкостями обертання вентилятора та димососу, що дозволяє відійти від необхідності регулювання задвижками і тим самим економити використання електроенергії до 50 %, газу – до 5 %. Крім того, використання в даній системі частотних перетворювачів (ЧП) дозволяє зменшити: знос запорної арматури, так як більшу частину часу засувки повністю відкриті; знос комутаційної апаратури, так як її переключення проходять при відсутності струму; знос підшипників двигуна і насос, а також крильчатки за рахунок плавної зміни числа оборотів, відсутності великих пускових струмів; небезпеку аварій за рахунок виключення гідравлічних ударів; а також забезпечити одночасний захист двигуна від струмів короткого замикання, замикання на землю, струмів перевантаження, неповнофазного режиму, недопустимих перенапруг; зменшити рівень шуму.

Таким чином, взявши до уваги вище описане структурна схема ресурсоенергозберігаючої системи управління буде мати вигляд (рис.).

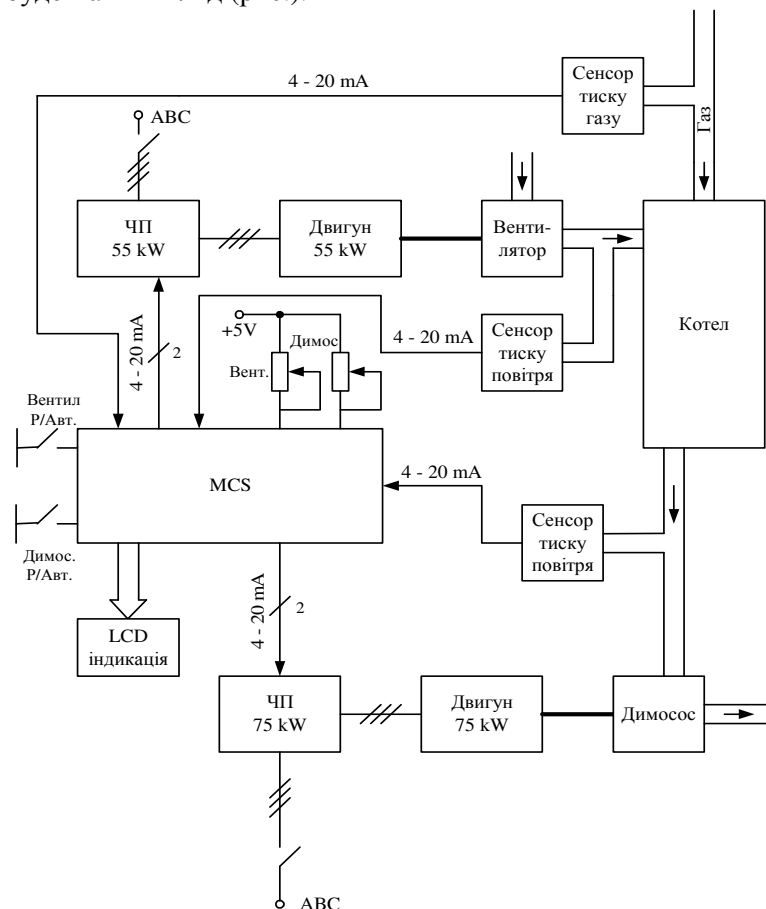


Рис. Структурна схема автоматизованої ресурсоенергозберігаючої системи управління котлоагрегатом середньої потужності



УДК 504.03+620.9

**Базалєєв М.І., Бандурян Б.Б., Клепиков В.Ф., Литвиненко В.В. (України, Харків),  
Лисиченко Г.В., Фаррахов О.В. (України, Київ)**

### **ПЕРСПЕКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІНФРАЧЕРВОНИХ ЗЙОМОК ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

На даний час одним з перспективних методів спостереження за станом промислових об’єктів, які становлять потенційну небезпеку довкіллю та потребують діагностики їх стану, є застосування теплової зйомки. До числа об’єктів ядерної енергетики, обстеження яких доцільно проводити методом дистанційної інфрачервоної (ІЧ)-радіометрії (тепловізорна технологія контролю і діагностики), відносяться капітальні споруди і конструкції, механічне і електричне обладнання та установки, котли, печі, посудини (ємності), повітропроводи, паро- і водогони, лінії електропередачі, трансформатори, підстанції і т.і., тобто будь-які об’єкти, що генерують, віддзеркалюють або перерозподіляють теплові потоки енергії і радіаційного випромінювання.

Так, зйомки в ІЧ-діапазоні мають ряд переваг від зйомки у видимому діапазоні. Зйомка в ІЧ-діапазоні дозволяє отримувати додаткову інформацію про параметри зовнішньої та внутрішньої структури об’єктів, неоднорідності їх внутрішньої будови, виявляти відмінності стану поверхні в залежності від часу доби, тощо. Тобто температурне поле поверхні об’єкту визначається станом поверхні (коефіцієнтом випромінювання), різноманітними внутрішніми процесами (тими, що здатні вплинути на теплофізичні характеристики), та інтенсивністю зовнішнього нагріву (від джерел природного або техногенного походження). Авторським колективом розроблено методику експрес контролю стану технологічних систем енергетичних об’єктів з використанням методу ІЧ-радіометрії. Широке впровадження цієї методики дозволить:

- запобігти аварійному виходу з ладу технологічного обладнання, зокрема того, яке експлуатується в умовах підвищеного радіаційного фону;
- визначити геологічні аномалії в великих об’ємах штучного та природного ґрунту, які можуть призвести до зсувів та обвалів;
- при контролі адміністративних, житлових, технологічних і т.і. будівель і споруд виявити порушення герметизації з’єднань будівельних конструкцій, витікання тепла, оцінки якості проектування і монтажу за нормативами теплових втрат;
- при контролі стану магістральних, локальних і периферійних підземних теплових трас виявити витікання води із трубопроводів, підвищення вологості або порушень ізоляції труб, підтоплення водою із каналізаційних чи водопровідних комунікацій;
- при діагностиці котлового обладнання виявляти стан внутрішньої футерівки при працюючому котлі, стан внутрішньої поверхні котлів, труб (які мають значні внутрішні відкладення, накип, окалину, сторонні предмети) після їх монтажу, реконструкції, перед і після кислотного промивання;
- при діагностиці турбін і паропроводів виявити стан теплової ізоляції, а також стан масляних систем;
- при діагностиці газоходів, систем, що подають паливо, і димоходів виявити: порушення герметизації; втягування холодного повітря; зони самозапалення різноманітних видів паливної пилюки в бункерах і на складах; неякісні місця бетонування стиків; тріщини несучого остову; попелові відкладення і тому подібне;
- при контролі градирень, охолоджувачів води і повітря – ефективність охолодження води при контролі із землі або повітря.

Таким чином, впровадження методів дистанційної інфрачервоної радіометрії дозволяє оперативно проводити моніторинг та здійснювати діагностику елементів досліджуємих об’єктів, виявляти зони витоку теплових потоків з інженерних систем. Це сприятиме оперативному науково-обґрунтованому прийняттю управлінських і технічних рішень, що дасть змогу запобігти виникненню надзвичайних ситуацій, дозволить підвищити ефективність заходів з енергозбереження та підвищить рівень техногенно-екологічної безпеки та державі.