

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**



**ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
РОБОТО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ  
(ІРТК-2009)**

**ДРУГА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**25-28 травня 2009 р.  
Київ, Україна**

**ЗБІРКА ТЕЗ**

**Київ  
НАУ  
2009**

УДК 004:621+681.5(063)

## МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМПІТЕТ

### Голова:

Харченко В.П. проректор з наукової роботи, д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

### Члени комітету:

Радєв Х. К. д.т.н., професор, завідувач кафедри технічного університету, Болгарія.

Сольонов В. І. д.т.н., проф., Лауреат Держ. премії Російської Федерації в галузі науки і техніки, член Російської академії наук каф. радіоелектроніки і лазерної техніки (МДТУ ім. М.І. Баумана), м. Москва.

Власенко В. А. д.т.н., проф., каф. технологій університету Ополя, Республіка Польща.

Гусєв Б. В. д.т.н., проф., Президент Міжнародної інженерної академії та Російської інженерної академії, м. Москва.

Васильєв А. Й. к.т.н., доцент, Президент Інженерної академії України, заслужений діяч науки і техніки, академік Міжнародної інженерної академії, м. Харків.

Квасніков В.П. д.т.н., проф., зав. каф. інформаційних технологій НАУ, м. Київ.

Черновол М. І. чл.-кор. Національної аграрної академії України, д.т.н., проф., ректор Кіровоградського НТУ, м. Кіровоград.

Yahya S.H. Khraisat Ph.D., Al-Balda Applied University / Al-Huson University College, Irdan, Jordan

### ВІДПОВІДАЛЬНІ РЕДАКТОРИ:

Тимофієва М.А., Бабіч Л.О. - аспіранти кафедри інформаційних технологій НАУ.

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту інформаційно-діагностичних систем НАУ (протокол № 4 від 19 травня 2009 р.)*

**Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2009).**  
Друга міжнародна науково-практична конференція 25-28 травня 2009 року,  
Київ, Україна— К.: НАУ, 2009. –366 с. (збірка тез)

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень учених та аспірантів.

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та студентам старших курсів вузів, що спеціалізуються в галузі автоматизованих систем управління робототехнічних комплексів та прогресивних інформаційних технологій.

Видання праць конференції "ІРТК-2009" можна замовити за адресою:

Національний авіаційний університет,  
кафедра інформаційних технологій ІДС, к. 11-402,  
проспект Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03680

[kyp@nau.edu.ua](mailto:kyp@nau.edu.ua)

© Національний авіаційний університет, 2009

## ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### Голова:

Харченко В.П. проректор з наукової роботи, д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

### Заступник голови:

Квасніков В. П. д.т.н., проф., зав. каф. інформаційних технологій НАУ, м. Київ.

### Члени оргкомітету:

Древецький В.В. к.т.н., доц., віце президент ІАУ, НАУ, м. Київ.

Павленко Є. Я. д.т.н., проф., академік Інженерної академії України, м. Сімферополь.

Шаралов В. М. д.т.н., проф., зав. каф. комп'ютеризованих та інформаційних технологій у приладобудування Черкаського державного технологічного університету, м. Черкаси.

Башков Є.О. д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ДонНТУ, м. Донецьк.

Макаров В. Л. чл.-кор. НАН України, д. ф.-м. н., проф., зав. відділом обчислювальної математики, Інституту математики НАН України, м. Київ.

Кошовий М.Д. д.т.н., проф., зав. каф. авіаційних приладів та вимірювань Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", лауреат Держ. премії України в галузі науки і техніки, м. Харків.

### Секретар конференції:

Руднева М.С. к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій

Члени оргкомітету (робоча група): Бабіч К. С., Бабіч Л.О., Борковська Л.О., Борковський О.В., Бровко Є.В., Васильчук Д.С., Вохмянін М.М., Дзюбаненко А.В., Ільченко В.М., Кочеткова О.В., Петров А.А., Руднева М.С., Тимофієва М. А.

**СЕКЦІЯ 1 Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси ..... 14**

<b>Kvetniy R.N., Kotsubinskiy V.Y., Kislitsa L.N., Kazimirova N.V. USING OF ADAPTIVE APPROACH TO MAKE DECISION IN DIFFICULT SYSTEMS.....</b>	<b>15</b>
<b>Бабіч К.С., Бабіч Л.О. КАТЕГОРІАЛЬНА АРХІТЕКТУРА В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ .....</b>	<b>18</b>
<b>Бабич Л. О. АВТОНОМНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ – МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>20</b>
<b>Борковский А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СИСТЕМАХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ .....</b>	<b>22</b>
<b>Васильев А.Й., Кочеткова О.В., Миколушко А.М. АДАПТИВНИЙ АЛГОРИТМ РУХУ СЕНСОРНОЇ ПІДСИСТЕМИ.....</b>	<b>24</b>
<b>Квасніков В.П. АВТОМАТИЗОВАНИЙ МОДЕЛЮЮЧИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>27</b>
<b>Кочеткова О.В., Чепур Г.П. НЕЧІТКИЙ АЛГОРИТМ РУХУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....</b>	<b>29</b>
<b>Мисак Й.С., Озарків І.М., Дадак Р.М. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>31</b>
<b>Налісний М.Б., Кочеткова О.В. НЕЧІТКЕ УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВИМІРЮВАЛЬНОГО РОБОТА.....</b>	<b>33</b>
<b>Руднєва М.С., Руднєв В.О., Лахно В.І. РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ВИМІРЮВАННЯ СКЛАДНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ .....</b>	<b>35</b>

**СЕКЦІЯ 2 Авіаційна та космічна техніка..... 37**

<b>Князев М.К., Яхно Д.А. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШТАМПОВКИ ГЛУБОКИХ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ С НАГРЕВОМ ФЛАНЦА ЗАГОТОВКИ .....</b>	<b>38</b>
--	-----------

**СЕКЦІЯ 3 Метрологія, стандартизація, сертифікація ..... 40**

<b>Гальовська М. В. ЗАСТОСУВАННЯ GH-РОЗПОДІЛУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗШИРЕНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ .....</b>	<b>41</b>
<b>Горін В.В., Чайка О.В., Задорожній Р.О. ВПЛИВ НЕОРТОГОНАЛЬНОСТІ СКАНЕРА НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТОПОЛОГІЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ СКАНУЮЧОГО ЗОНДОВОГО МІКРОСКОПУ .....</b>	<b>44</b>
<b>Добровольська С.В., Коломієць Л.В. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТНИХ ПОСЛУГ .....</b>	<b>46</b>
<b>Жогло В.І. ПРОБЛЕМИ ТЕРМІНОЛОГІЇ В СФЕРІ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ .....</b>	<b>48</b>
<b>Калин А.Н. СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЛОСКОСТНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ.....</b>	<b>51</b>
<b>Клещов Г.М., Возна Т.М., Перетяка Н.О. УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ В ГАЛУЗІ МЕТРОЛОГІЇ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УНІФІКАЦІЇ.....</b>	<b>54</b>
<b>Клещов Г.М., Волянський С.В., Берднєв Б.Ч. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ СТАНДАРТИЗОВАНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА ШТАМПІВ СУМІСНОЇ ДІЇ ХОЛОДНОГО ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ (ХЛШ).....</b>	<b>56</b>
<b>Кожедуб Ю.В. СПРІЯННЯ ЕКОНОМІЧНОМУ РОЗВИТКУ УКРАЇНИ ЗАСОБАМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЗАХИСТУ ПРАВ СПОЖИВАЧІВ.....</b>	<b>58</b>

<b>Козир О.В. ЕТАПИ ОПРАЦОВАННЯ ДАНИХ ТА СТАТИСТИЧНІ КРИТЕРІЇ ДЛЯ ЇХ ОБРОБКИ.....</b>	<b>61</b>
<b>Коломієць Л.В., Задорожній Р.О. ДВОПРОХІДНИЙ МЕТОД СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ НА СКАНУЮЧОМУ ЗОНДОВОМУ МІКРОСКОПІ .....</b>	<b>64</b>
<b>Кулик О.О., Добушовська І.А., Теплюх З.М., Ділай І.В. ПЕРЕВІРЮВАЛЬНІ ГАЗОВІ СУМІШІ ДЛЯ ХРОМАТОГРАФІВ.....</b>	<b>67</b>
<b>ДИМОВИХ ГАЗІВ.....</b>	<b>67</b>
<b>Кучерук В. Ю., Васілевський О. М., Іщенко В. А. ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДІОКСИДУ СІРКИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ІНТЕГРУВАЛЬНОЇ СФЕРИ .....</b>	<b>69</b>
<b>Кучерук В.Ю., Маньковська В.С. ПАРАМЕТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ НА ОСНОВІ ГЕНЕРАТОРА ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ.....</b>	<b>72</b>
<b>Мишина Е.А. ОШИБОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ КАЛИБРОВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ .....</b>	<b>75</b>
<b>Мудренко К.О. ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....</b>	<b>78</b>
<b>Окоча С.В. ВИКОРИСТАННЯ ВУЗЬКО СМУГОВИХ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНТРАСТНОСТІ СИГНАЛУ БАГАТОКАНАЛЬНОГО МІЖМОДОВОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ІНТЕРФЕРОМЕТРА.....</b>	<b>80</b>
<b>Поджаренко В.О., Дідич В.М., Васілевський О.М. ОЦІНКА СТАТИЧНИХ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТЕМПЕРАТУРИ.....</b>	<b>83</b>
<b>Рековец Н.А. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ .....</b>	<b>86</b>
<b>Ролько О. Р. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ.....</b>	<b>89</b>
<b>Самойліченко О.В. ЗНАХОДЖЕННЯ СУМАРНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОЦЕДУРИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ.....</b>	<b>93</b>
<b>Шлома А.И. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПЛОСКОГО УГЛА .....</b>	<b>96</b>
<b>Щерба А.А., Серпилин К.Л., Маков Д.К., Виноградов Ю.Н., Данкевич С.А., Коваленко С.Ю. КАСКАДНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ФИЛЬТРОВ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСИММЕТРИИ ТРЕХФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ.....</b>	<b>99</b>
<b>СЕКЦІЯ 4 Нафтогазові технології.....</b>	<b>102</b>
<b>Бойченко С.В., Черняк Л.М., Полякова О.В. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПАЛИВ, ЩО РЕАЛІЗУЮТЬСЯ НА АЗС .....</b>	<b>103</b>
<b>Васильев Е.В. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГРАДУИРОВКИ РЕЗЕРВУАРОВ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ В ПРОЦЕССЕ ИХ НЕПРЕРЫВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....</b>	<b>105</b>
<b>Дмитрієв С.О., Кучер О.Г., Попов О.В. ПАРАМЕТРИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА .....</b>	<b>107</b>
<b>Репецкий Д.В. ОСОБЕННОСТИ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ МАГИСТАЛЬНЫХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>109</b>
<b>Уваров С.В. АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК, ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ.....</b>	<b>111</b>

# ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДІОКСИДУ СІРКИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ІНТЕГРУВАЛЬНОЇ СФЕРИ

В. Ю. Кучерук, д. т. н.

О. М. Васілевський, к.т.н.

В. А. Іщенко

Вінницький національний технічний університет, e-mail: nightsky@ukr.net

У зв'язку із всезростаючим забрудненням навколишнього середовища особливої актуальності набувають високоточні та високочутливі вимірювання концентрацій забруднювальних речовин, в тому числі і в атмосферному повітрі. З цією метою авторами запропонований засіб контролю концентрації газів на основі методу інтегральної сфери [1]. Рівняння перетворення даного засобу контролю має вигляд:

$$C = -\rho' \cdot \frac{S - S_{\text{отв}}}{S} \cdot \frac{M \cdot 10^4 \cdot \ln \frac{I}{I_0}}{\frac{s}{\pi} \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{20} \cdot \frac{P \cdot \delta^2}{\sqrt{M \cdot T}}}{(\nu - \nu_0)^2 + 1,5 \cdot 10^{20} \cdot \frac{P \cdot \delta^2}{\sqrt{M \cdot T}}} \cdot \frac{8319,4675 \cdot T}{P} \cdot D \cdot \cos(\alpha) \cdot \left(1 - \frac{4}{\lg \rho'}\right)}, \quad (1)$$

де  $C$  – концентрація досліджуваного газу;  $\rho'$  – коефіцієнт відбивання стінок сферичного вимірювального перетворювача ( $0,97 \pm 0,005$ );  $S$  – площа сферичного вимірювального перетворювача ( $254,47 \pm 1,41 \text{ см}^2$ );  $S_{\text{отв}}$  – площа робочих отворів сферичного вимірювального перетворювача ( $15,14 \pm 0,02 \text{ см}^2$ );  $M$  – молекулярна маса досліджуваного газу ( $64 \text{ г/моль}$ );  $I_0$  – початкова інтенсивність випромінювання ( $1,5 \pm 0,01 \text{ мВт}$ );  $I$  – інтенсивність випромінювання, яке пройшло через досліджуваний газ і реєструється приймачем;  $s$  – інтенсивність спектральної лінії ( $117 \text{ см}^2$ );  $T$  – температура всередині перетворювача;  $P$  – тиск всередині перетворювача;  $\delta^2$  – ефективний переріз співудару, ( $2,42 \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$ );  $\nu$  – частота, на якій проводяться вимірювання ( $2512,56 \pm 0,69 \text{ см}^{-1}$ );  $\nu_0$  – частота, центру лінії поглинання випромінювання досліджуваним газом ( $2492 \text{ см}^{-1}$ );  $D$  – діаметр сферичного вимірювального перетворювача ( $18 \pm 0,05 \text{ см}$ );  $\alpha$  – кут падіння пучка випромінювання на стінки сферичного вимірювального перетворювача ( $60 \pm 0,05^\circ$ ).

Авторами проведена серія вимірювань інтенсивності випромінювання, яке пройшло через досліджуваний газ (повітря із вмістом  $\text{SO}_2$   $10 \text{ мг/м}^3$ ), а також впливних величин – температури і тиску – за допомогою пропонуваного засобу контролю концентрації газів.

Для оцінки невизначеності вимірювань скористаємось алгоритмом [2, 3]. Маючи набір статистичних даних по вищезгаданим параметрам, розрахуємо для них стандартну невизначеність типу А:

$$u_A(\bar{I}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad u_A(\bar{T}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad u_A(\bar{P}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (2)$$

де  $n$  – кількість вимірювань;  $\bar{I}$ ,  $\bar{T}$  і  $\bar{P}$  – середні арифметичні результатів вимірювань відповідно інтенсивності випромінювання, температури і тиску.

Розраховані середні арифметичні значення дорівнюють  $\bar{I} = 1,49606 \cdot 10^{-3}$  Вт,  $\bar{T} = 294,694$  °К,  $\bar{P} = 98429$  Па.

Підставивши отримані значення у (2) отримаємо:

$$u_A(\bar{I}) = 8,62 \cdot 10^{-9} \text{ Вт}, \quad u_A(\bar{T}) = 0,02^\circ\text{К}, \quad u_A(\bar{P}) = 3,362 \text{ Па}.$$

Тепер розрахуємо сумарну стандартну невизначеність типу А. Для цього визначимо, чи є корельованими між собою вищезгадані впливні величини. Обчислені коефіцієнти кореляції для кожної з пар величин –  $r(T, P) = 0,602$ ,  $r(T, I) = 0,828$ ,  $r(P, I) = 0,709$ . Отже, кореляція між усіма впливними величинами наявна, тому для розрахунку сумарної стандартної невизначеності типу А використаємо формулу

$$u_{cA}^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial I_i}\right)^2 \cdot u_A^2(\bar{I}) + \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2 \cdot u_A^2(\bar{T}) + \left(\frac{\partial f}{\partial P}\right)^2 \cdot u_A^2(\bar{P}) + 2r(T, I_i) \cdot \frac{\partial f}{\partial T} \cdot \frac{\partial f}{\partial I_i} \cdot u_A(\bar{T}) \cdot u_A(\bar{I}) + \\ + 2r(P, I_i) \cdot \frac{\partial f}{\partial P} \cdot \frac{\partial f}{\partial I_i} \cdot u_A(\bar{P}) \cdot u_A(\bar{I}) + 2r(T, P) \cdot \frac{\partial f}{\partial T} \cdot \frac{\partial f}{\partial P} \cdot u_A(\bar{T}) \cdot u_A(\bar{P}), \quad (3)$$

де  $f$  – функція, яка пов'язує результат вимірювання і впливні величини, тобто функція перетворення (1).

Тобто задача зводиться до визначення коефіцієнтів чутливості  $\frac{\partial f}{\partial I}$ ,  $\frac{\partial f}{\partial T}$  та  $\frac{\partial f}{\partial P}$ . Частинні похідні знаходимо за допомогою математичного пакету Mathcad і в результаті підстановки числових значень отримаємо  $\frac{\partial f}{\partial I} = \frac{1}{0} = -2439900$  мг/(м<sup>3</sup>·Вт),  $\frac{\partial f}{\partial T} = -0,016813$  мг/(м<sup>3</sup>·°К),  $\frac{\partial f}{\partial P} = 3,1623 \cdot 10^{-6}$  мг/(м<sup>3</sup>·Па).

А сумарна стандартна невизначеність типу А, що розрахована за рівнянням (3) складе  $u_{cA} = 0,021304$  мг/м<sup>3</sup>.

Для параметрів  $\rho'$ ,  $S$ ,  $S_{om}$ ,  $I_0$ ,  $v$ ,  $D$ ,  $\alpha$  відсутні статистичні дані вимірювань і не відомі закони розподілу. Тому згідно міжнародних рекомендацій визначаємо для них стандартну невизначеність типу В, припускаючи, що вони мають рівномірний закон розподілу:

$$u_B = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}, \quad (4)$$

де  $\Delta$  – відхилення від результату.

Розраховані значення складають  $u_{B1}(\rho') = 0,00029$ ;  $u_{B2}(S) = 0,814$  см<sup>2</sup>;  $u_{B3}(S_{om}) = 0,0115$  см<sup>2</sup>;  $u_{B4}(I_0) = 5,77 \cdot 10^{-6}$  Вт;  $u_{B5}(v) = 0,398$  см<sup>-1</sup>;  $u_{B6}(D) = 0,0288$  см;  $u_{B7}(\alpha) = 0,0288^\circ$ .

Сумарна стандартна невизначеність типу В дорівнює

$$u_{cb}^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial \rho'}\right)^2 \cdot u_{B1}^2(\rho') + \left(\frac{\partial f}{\partial S}\right)^2 \cdot u_{B2}^2(S) + \left(\frac{\partial f}{\partial S_{ome}}\right)^2 \cdot u_{B3}^2(S_{ome}) + \left(\frac{\partial f}{\partial I_0}\right)^2 \cdot u_{B4}^2(I_0) + \left(\frac{\partial f}{\partial v}\right)^2 \cdot u_{B5}^2(v) + \left(\frac{\partial f}{\partial D}\right)^2 \cdot u_{B6}^2(D) + \left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)^2 \cdot u_{B7}^2(\alpha) \quad (5)$$

Розрахувавши коефіцієнти чутливості і підставши їх значення у (5), отримуємо  $u_{cb} = 0,63246 \text{ мг/м}^3$ .

Сумарна стандартна невизначеність:

$$u_c = \sqrt{u_{ca}^2 + u_{cb}^2} = 0,63281 [\text{мг/м}^3]. \quad (6)$$

Далі розрахуємо розширену невизначеність результату вимірювання. Значення коефіцієнту охоплення, що створює інтервал, який відповідає рівню довіри  $p = 0,95$ , приймаючи ефективне число степенів вільності  $\nu_{eff} = \infty$ , вибираємо  $k = 1,96$ . Отже, розширена невизначеність результату вимірювання при рівні довіри 0,95:

$$U = k \cdot u_c = 1,2403 [\text{мг/м}^3]. \quad (7)$$

Таким чином, в результаті оцінювання невизначеностей вимірювань концентрації діоксиду сірки за допомогою засобу контролю концентрації газів на основі методу інтегрувальної сфери отримано сумарну стандартну невизначеність вимірювань і розширена невизначеність результату вимірювання концентрації діоксиду сірки, які складають відповідно  $0,63281 \text{ мг/м}^3$  і  $1,2403 \text{ мг/м}^3$ . Отримані значення при відповідному рівні довіри цілком узгоджуються із вимогами до точності вимірювань концентрації забруднювальних газів в атмосферному повітрі, що дає змогу використовувати запропонований засіб контролю для визначення рівня забруднення.

### Література

1. В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, В. А. Іщенко. Система газового аналізу для газифікованих житлових приміщень // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – № 6(63). – 2005. – С. 20-24.
2. О. М. Васілевський. Алгоритм оцінювання невизначеності у вимірюваннях при виконанні метрологічних робіт // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – №3 (7). – 2006. – С. 147-151.
3. Захаров І. П., Кукуш В. Д. Теория неопределенности в измерениях. – Харьков: Консум, 2002. – 256 с.
4. Поджаренко В. О., Васілевський О. М., Кучерук В. Ю. Опрацювання результатів вимірювань на основі концепції невизначеності. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 128 с.