

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ
ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**



International
Organization for
Standardization



International
Electrotechnical
Commission



**ХАЛҚАРО АНЖУМАН
«Жаҳонда стандартлаштириш ва техник жиҳатдан
тартибга солиш ҳолати ва ривожланиш истикболлари»**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Состояние и тенденции развития стандартизации и
технического регулирования в мире»**



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**13-14 Октябрь, 2022
Ташкент, Узбекистан**

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ. МИРОВОЙ ОПЫТ В ВОПРОСАХ МЕТРОЛОГИИ И ВЫСОКОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОВ ПРИ ПОМОЩИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович

Тошкент давлат техника университети, “Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш” кафедраси
профессори, академик

Гулямов Шухрат Манапович

Тошкент давлат техника университети, “Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш” кафедраси
профессори

Мухамедханов Улугбек Тургудович

Тошкент давлат техника университети, “Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш” кафедраси
профессори

Ешматова Барно Исмаиловна

Тошкент давлат техника университети, “Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш” кафедраси доценти

Аннотация: Выполнено распознавание различных газов – часть задач, решаемых этими системами. С этой целью используются различные виды классификаторов, среди которых получают широкое распространение искусственные нейронные сети. Они используются для классификации различных видов дымов, пожаров, ароматов, газов и др. В этих системах используются металлооксидные сенсоры газов, получившие широкое распространение благодаря своей высокой чувствительности, низкой цене и малой длительности химической реакции. При обучении сети осуществляется трехмерная аппроксимация характеристик сенсора.

Ключевые слова: распознавание газов, искусственные нейронные сети, металлооксидные сенсоры, обучение нейронной сети, сопротивление.

Annotation: The recognition of various gases has been performed - part of the tasks solved by these systems. For this purpose, various types of classifiers are used, among which artificial neural networks are widely used. They are used to classify various types of smokes, fires, aromas, gases, etc. These systems use metal oxide gas sensors, which are widely used due to their high sensitivity, low cost and short duration of the chemical reaction. When training the network, a three-dimensional approximation of the sensor characteristics is carried out.

Keywords: gas recognition, artificial neural networks, metal oxide sensors, neural network training, resistance.

Введение

Измерение параметров воздушной среды – исключительно важная задача, связанная с охраной окружающей среды и человеческого здоровья, точно так же, как и обеспечение безопасных условий и охраны труда. Атмосферные загрязнения за короткое время могут распространиться на большой площади, и это обстоятельство требует обеспечение непрерывного мониторинга газовых загрязнений.

Развитие промышленности, связанное с увеличением вредной эмиссии, неизбежно обуславливает повышение требований реализации технологий, которые уменьшают эти выбросы, а также требований контроля среды, в которой обитают люди. В этой связи

разрабатываются соответствующие нормативные документы по оценке и управлению качеством окружающей среды.

Разрабатываются системы измерения и контроля за параметрами окружающей воздушной среды, систем контроля за истечением газа, контролем и управлением качеством воздушной среды в замкнутых помещениях, разрабатываются и рассматриваются системы “Электронный насос” и другие [1-5]. Распознавание различных газов – часть задач, решаемых этими системами. С этой целью используются различные виды классификаторов, среди которых получают широкое распространение искусственные нейронные сети [6-10]. Последние используются для классификации различных видов дымов [11-14], пожаров [15], ароматов [16], газов и др. В этих системах используются металлооксидные сенсоры газов, получившие широкое распространение благодаря своей высокой чувствительности, низкой цены и малой длительности химической реакции. В работе предполагается метод распознавания газов с компенсацией влияния температуры и влажности и определения концентрации газов на основе искусственных нейронных сетей. Метод реализован с использованием металлооксидных газовых сенсоров.

Метод распознавания

Для измерения концентрации газовых компонентов предлагаются металлооксидные сенсоры различных форм. Большая их часть обладает чувствительностью к нескольким газам. Если возможно загрязнение различными типами газов и, если необходимо определить их концентрацию, встаёт необходимость их предварительного распознавания.

Другая особенность металлооксидных газовых сенсоров состоит в том, что вопреки их значительным преимуществам, они подвержены влиянию многих воздействующих факторов окружающей среды, основные из которых – температура и влажность, поэтому задача распознавания газов усложняется влиянием этих факторов на их технологические характеристики.

Предлагаемый метод основан на использовании отдельных искусственных нейронных сетей – соответственно для распознавания газов и для определения их концентрации. Каждая сеть в отдельности работает в два этапа: обучения и реального измерения.

Для распознавания нескольких видов газов используют в общем случае n число газовых сенсоров ($n > 0$). Наиболее часто производители задают характеристики газовых сенсоров в виде компенсации отношения R_s/R_o сопротивления.

$$\left(\frac{R_s}{R_o}\right) = f(Conc, t, RH), \quad (1)$$

где R_s – сопротивление газового сенсора при соответствующей концентрации газа и данных условиях окружающей среды; R_o – сопротивление датчика при заданной базовой концентрации, температуре и влажности.

Эти характеристики обычно наиболее часто задаются при определении значений возмущающих факторов:

$$\left(\frac{R_s}{R_o}\right)_i = f(Conc) \Big|_{t_i, RH_i = const}, \quad i = 1, 2, \dots, p. \quad (2)$$

Необходимо отметить, что калибровка газовых сенсоров требует специального оборудования. При этом существуют практические затруднения в задании желаемых соотношений между t и RH для различных концентраций газов. Поэтому для определенного

типа сенсоров возмущающие факторы обычно задаются посредством характеристики при фиксированной концентрации газа:

$$\left(\frac{R_s}{R_0}\right)_i = f(t_i, RH_i)|_{conc} = const$$

$$i = 1, 2, \dots, p. \quad (3)$$

Если при практическом применении газовых сенсоров в качестве рабочей выбирается определенная базовая характеристика (наиболее часто $\frac{20^\circ}{65\%RH}$), то это неминуемо приводит к погрешностям, вследствие изменений в окружающей среде.

При применении искусственной нейронной сети для распознавания газа с целью учета влияния факторов окружающей среды на характеристики сенсоров, на этапе обучения нейронной сети предлагается использовать набор характеристик сенсора в заданном диапазоне изменения температуры t и влажности RH . Поскольку характеристики (2) ограничены соотношениями влияния параметров, предлагается дополнить соотношения аналогично полученными характеристиками на основе функциональной аппроксимации этих экспериментальных характеристик на основе соотношений (3).

На основе этих характеристик осуществляется обучение искусственной нейронной сети для распознавания газов, которая для определенности в дальнейшем названа ИНС1. При этом обучении всякая точка, названная наблюдением с координатами характеристики всех рассмотренных сенсоров, относится к определенной группе $G_1, G_2, \dots, G_n$ соответствующей данному типу газа q числа распознаваемых газов.

В процессе контроля после измерения информативного параметра $(R_s / R_0)_i$ ($i=1, 2, \dots, n$) каждого сенсора нейронная сеть ИНМ1 классифицирует наблюдение к определенной группе газа.

После распознавания газа и отнесения его к группе G_R по характеристике $(R_s/R_0)_k=f(Conc_k, t, RH)$ только одного использованного сенсора необходимо определить его концентрацию. Для этого предварительно осуществляется обучение второй нейронной сети-ИНМ2 группе газа G_R при $k=1, 2, \dots, g$. На этапе обучения используются характеристики [1], заданные производителем. Входные параметры нейронной сети-отношения сопротивлений (R_s / R_0) данного газового сенсора, температура t и относительная влажность RH , а исходный параметр - концентрация $Conc_k$ соответствующего газа [16]. Отдельные нейронные сети обучают каждому типу газа.

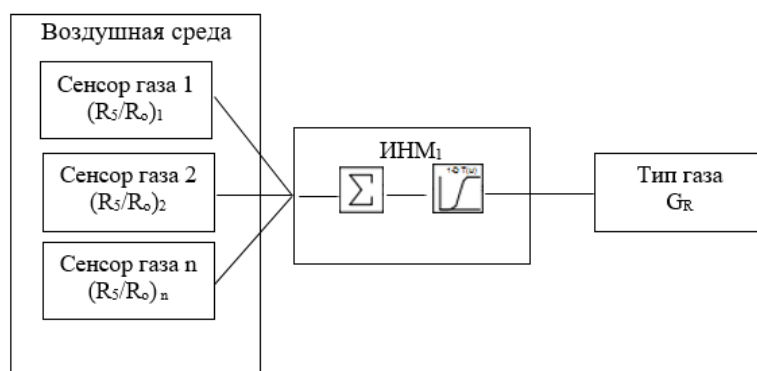
При обучении ИНМ2 осуществляется трехмерная аппроксимация характеристик сенсора в виде зависимости:

$$Conc_k = f[(R_s/R_0)_k, t, RH, W, a, b], \quad (4)$$

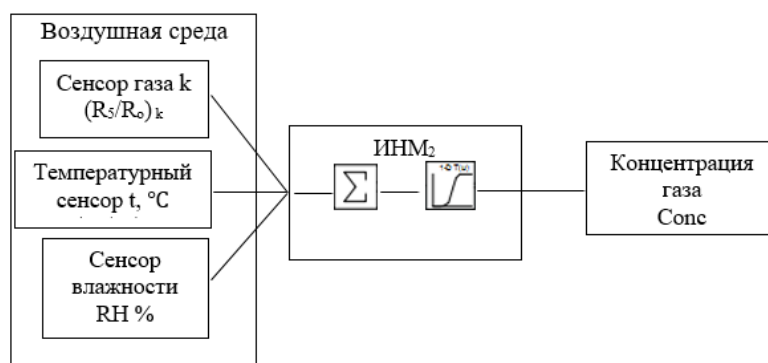
где W, a, b -параметры ИНМ2

На этапе раннего измерения и контроля необходимо, помимо измерения параметра газового сенсора, отдельно измерить температуру посредством датчика температуры и влажности воздушной среды посредством соответствующего сенсора. По полученным данным нейронная сеть ИНМ2, посредством обучения, измеряет концентрацию анализируемого газа.

Обобщенная схема реализации метода показана на рисунке 1.



а)



б)

Рис.1. Схема реализации метода распознавания газа (а) и определения его концентрации (б).

Литература

1. G. F. Fine, L. M. Cavanagh, A. Afonja and R. Binions: Metal Oxide Semi-Conductor Gas Sensors in Enviromental Monitoring, Sensors 2010, 10, pp. 5469-5502.
2. Fleischer, M., Lehmann, Mikro: Solid State Gas Sensors – Industrial Application, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, 269 p.
3. K. Arshak, E. Moore, G. M. Lyons, J. Harris and S. Clifford: A review of gas sensors employed in electronic nose applications, Sensor Review, Vol. 24, Number 2, 2004, pp. 181-198.
4. Alphus D. Wilson and Manuela Baietto: Applications and Advances in Electronic-Nose Technologies, Sensors, 2009, 9, pp. 5099- 5148.
5. S. Zampolli, I. Elmi, F. Ahmed 1, M. Passini, G. C. Cardinali, S. Nicoletti, L. Dori: An electronic nose based on solid state sensor arrays for low-cost indoor air quality monitoring applications, Sensors and Actuators B 101, 2004, pp. 39-46.
6. Hines E. L., J. W. Gardner, An artificial neural emulator for an odor sensor array, Sensors and Actuators B, 18-19, 1994, pp. 661-664.
7. Wang Ping, Xie Jun. A novel recognition method for electronic nose using artificial neural network and fuzzy recognition. Sensors and Actuators B 37, 1996, pp. 169-174.
8. Hyung-Ki Hong, Chul Han Kwon, Seung-Ryeol Kim, Dong Hyun Yun, Kyuchung Lee, Yung Kwon Sung. Portable electronic nose system with gas sensor array and artificial neural network. Sensors and Actuators B 66 2000. 49-52.
9. Dehan Luo, H. Gholam Hosseini, John R. Stewart. Application of ANN with extracted parameters from an electronic nose in cigarette brand identification. Sensors and Actuators B 99, 2004, pp. 253-257.

10. Osowski. S., T. H. Linh, K. Brudzewski, Neuro-Fuzzy Network for Flavor Recognition and Classification, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 53, No.3, June, 2004, pp. 1317-1320.
11. Bancha Charumpom, Sigeru Omatu, Michifumi Yoshioka, Tom Fujinaka, and Toshihisa Kosaka Fire Detection Systems by Compact Electronic Nose Systems Using Metal Oxide Gas Sensors Neural Networks, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Joint Conference pp. 1317-1320.
12. Charumporn, B., Omatu, S. Classifying smokes using an electronic nose and neural networks. SICE 2002. Proceedings of the 41st SICE Annual Conference on 5-7 Aug. 2002, Vol. 5, pp. 2661-2665.
13. Charumporn, B., M. Yoshioka, T. Fujinaka, S. Omatu. Neuro-electronic nose system under temperature and humidity controlled environment. SICE 2003 Annual Conference on 4-6 Aug. 2003. pp. 1051-1056.
14. Fujinaka, T., M. Yoshioka, S. Omatu, T. Kosaka. Intelligent Electronic Nose Systems for Fire Detection Systems Based on Neural Networks. Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences, 2008. ADVCOMP '08. The Second International Conference on Sept. 29, 2008-Oct. 4, 2008. Pp. 73-76.
15. Bashyal, S., G. K. Venayagamoorthy, B. Paudel. Embedded neural network for fire classification using an array of gas sensors. Sensors Applications Symposium, 2008. SAS 2008. IEEE on 12-14 Feb. 2008, pp. 146-148.
16. Nenova, Z., G. Dimchev. Compensation of the impact of temperature and humidity on gas sensors. XLVI International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies – ICEST 2011, Serbia, Nis, June 29 – July 1, 2011. Proceedings of Papers, Vol. 2, p. 287-290.
17. Мухамедханов У.Т., Ешматова Б.И., Рахимов С.И. Распознавание газов на основе искусственных нейронных сетей. «Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении» сборник научных статей, Курск, 12 февраля 2021 год, с. 165-167.

РАҚАМЛИ ТРАНСФОРМАЦИЯ ШАРОИТИДА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТ ИНТЕГРАЦИЯСИ

Матякубова П.М.

т.ф.д проф. ТДТУ, «Метрология,техник жихатдан тартибга солиш
стандартлаштириш ва сертификатлаштириш» кафедраси мудири

Зиёдуллаев А.У.

магистр, ТДТУ, «Метрология, техник жихатдан тартибга солиш
стандартлаштириш ва сертификатлаштириш » кафедраси,

Асамутдинова С.Х.

магистр, ТДТУ, «Метрология, техник жихатдан тартибга солиш
стандартлаштириш ва сертификатлаштириш » кафедраси,

***Аннотатсия:** Мақола рақамли платформаларда ўлчовларни бошқариш регуляторларини ривожлантириш муаммоларини шакллантиради. Рақамли инқилоб ва метрологиянинг корхоналар иқтисодиётидаги ролига ва умуман хизмат кўрсатиш соҳаси моделини ўзгартиришга эътибор қаратилмоқда. Рақамли инқилоб ва метрологиянинг иқтисодиётга таъсирига эътибор қаратилмоқда. Мақолада рақамли кибернетик инқилоб*

Марышева Л.Т., Шеина Н.Е., Метрологические характеристики индикаторов элементов измерительных устройств.....	237
Шеина Н.Е., Кенжаева З.С., Повышение требований к задачам испытаний и испытательному оборудованию.....	240
Валиев Р.А., Искандаров С.Т. Влияющие факторы на точности измерения кинематической вязкости жидких агрессивных сред и возможности автоматизации процесса контроля.....	242
Усманова Х.А., Тургунбаев А., Худайкулов У.У., Сохранение единство измерений при контроле влажности хлопка-сырца.....	245
Тургунбаев А., Усманова Х.А., Мадалиев Ш.Б. Экспериментальная установка для измерение влажностных характеристик сыпучих материалов.....	248
Каримов Х.Х., Усманова Х.А. Метрологический контроль и надзор за соблюдением правил и норм на предприятии.....	252
Назарбаева Б.А., Таджибаев Т. Датчикнинг нозизиқлигини аппроксимациялаш усуллари.....	254
Исматуллаев П.Р., Ахмедов Ғ.М. Миллий радон газини назорат қилиш қурилмаси радонметр ишлаб чиқилди.....	257
Исматуллаев П.Р., Рахматуллаев С.А., Рахматуллаев А.И., Хом нефть таркибидаги сув миқдорини аниқлашда электр сигимли ўзгарткичнинг физик хусусиятларидан фойдаланиш.....	261
Ахмедов М.Я., Бекмуротов Ч.А., Норматов Х.А. Ёғ-мой ишлаб чиқариш корхонасини метрологик таъминотининг таҳлили.....	265
Кадинова Ш.А., Муминов Х.Д., Хусайдинова Д.И. Определение фракционного состава моторных топлив.....	269
Кадинова Ш.А., Насимхонов Л.Н., Хусайдинова Д.И. Определение и оценка показателей качества нефтепродуктов.....	272
Ismatullayev P.R., Matyakubova P.M., Shamuratov J.U. Qazib olingan neft xom-ashyosini qayta ishlash zavodlarida qo'llaniladigan sifatni yaxshilash tizimlari.....	276
Абдукаюмов А.А. Тенденции развития системы обеспечения единства измерений в республике узбекистан (Тенденции развития СОЕИ Уз).....	278

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ. МИРОВОЙ ОПЫТ В ВОПРОСАХ МЕТРОЛОГИИ И ВЫСОКОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Юсупбеков Н.Р., Гулямов Ш.М., Мухамедханов У.Т., Ешматова Б.И. Определение газов при помощи искусственных нейронных сетей.....	286
Матякубова П.М., Зиёдуллаев А.У., Асамутдинова С.Х. Рақамли трансформация шароитида метрологик таъминот интеграцияси.....	290
Yusupbekov N.R., Samadov E.E. Study of water technological parameters influence on the efficiency of vegetable oil refining.....	296
Нишонов В.Х., Мўминов Н.Ш. Тиббиёт метрологиясида фойдаланиладиган намунавий ўлчаш воситалари.....	302
Джабборовна М.А. Расчет зоны уверенного приема сигнала цифрового телевизионного передатчика с учетом рельефа местности и климатических условий.....	306