

УДК 541.182. 183.546.134 551.510

Н. В. ДЕЙНЕКО

АНАЛІЗ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СЕНСОРІВ СУЧАСНИХ ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ

В роботі розглядаються твердотільні газові сенсори, які є складовою сучасного газоаналізатора. За принципом функціонування газові сенсори розділені на кілька основних категорій: електрохімічні, термохімічні (термокаталітичні), масочутливі оптичні та напівпровідникові. Наведено переваги використання напівпровідникових сенсорів на основі оксидів. Проведено аналіз напівпровідникових сенсорів для сучасних газоаналізаторів, в основі якого лежить залежність чутливості сенсора від вмісту шкідливого або небезпечного газу, що міститься в повітрі, в обмеженому просторі.

Ключові слова: система моніторингу, газоаналізатор, напівпровідниковий сенсор, оксид металу, чутливість сенсора, газові домішки.

В работе рассматриваются твердотельные газовые сенсоры, которые являются составляющей современного газоанализатора. По принципу функционирования газовые сенсоры разделены на несколько основных категорий: электрохимические, термохимические (термокаталитические), масочувствительные оптические и полупроводниковые. Приведены преимущества использования полупроводниковых сенсоров на основе оксидов. Проведен анализ полупроводниковых сенсоров для современных газоанализаторов, в основе которого лежит зависимость чувствительности сенсора от содержания вредного или опасного газа, содержащегося в воздухе, в ограниченном пространстве.

Ключевые слова: система мониторинга, газоанализатор, полупроводниковый сенсор, оксид металла, чувствительность сенсора, газовые примеси

The paper deals with solid-state gas sensors, which are a component of a modern gas analyzer. The effectiveness of the emergency monitoring system is largely determined by the perfection of the technical characteristics of the primary information sensors to which the gas analyzer belongs. According to the principle of operation, gas sensors are divided into several main categories: electrochemical, thermo chemical (thermo catalytic), sensitive, optical and semiconductor. Advantages of using semiconductor sensors based on oxides are given. The analysis of semiconductor sensors for modern gas analyzers is based on the dependence of the sensor sensitivity on the content of harmful or dangerous gas contained in the air in a confined space. The multifunctional properties of nanostructure semiconductors make it possible to consider them as an excellent material for manufacturing highly sensitive and selective gas sensors.

Key words: monitoring system, gas analyzer, semiconductor sensor, metal oxide, sensor sensitivity, gas impurities.

Вступ. Ефективна система моніторингу надзвичайних ситуацій є невід'ємною складовою державної політики у сфері цивільного захисту, спрямованої на забезпечення конституційного права громадян на безпечне середовище існування. Системи моніторингу надзвичайних ситуацій включають три підсистеми, одна з яких забезпечує збір, обробку та зберігання інформації про надзвичайні ситуації. Ефективність функціонування системи моніторингу надзвичайних ситуацій багато в чому визначається досконалістю технічних характеристик датчиків первинної інформації, які також є складовою автоматизованої системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення [1]. Однією з проблем сучасних датчиків первинної інформації є низка чутливість до шкідливих та небезпечних газів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Газоаналізатор - прилад для визначення якісного і кількісного складу сумішей газів. Їх розділяють на 3 види: індикатори, сигналізатори і безпосередньо газоаналізатори. Індикатори дають якісну оцінку газової суміші за наявністю контрольованого компонента і, як правило, відображають інформацію за допомогою лінійки із декількох точкових індикаторів. Сигналізатори також дають приблизну оцінку концентрації контрольованого компоненту, але при цьому мають один або декілька порогів сигналізації. При досягненні концентрацією порогового значення, спрацьовують елементи сигналізації. І безпосередньо газоаналізатори. Робота газоаналізатора ґрунтується на вимірюванні фізичних, фізико-хімічних характеристик газової суміші або її окремих компонентів (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика сенсорів для сучасних газоаналізаторів

№ з/п	Тип сенсора	Принцип дії	Недоліки
1	Електрохімічний	Принцип дії заснований на залежності потенціалів електродів, поміщених в досліджувану середу, величини струму, що протікає через неї, або її електропровідності (опору) від кількості аналіту, що міститься в ній [6].	– неповна селективність до вимірюваного компоненту; – зменшення чутливості з часом
2	Термохімічний	Принцип дії заснований на вимірі корисного теплового ефекту хімічної реакції аналізованого компоненту [7]	– обмежений термін служби; – зменшення чутливості з часом
3	Масочутливий	Принцип дії заснований на зміні резонансної частоти при зміні маси п'єзоелектричного покриття датчика, що виникає за рахунок поглинання газу [8]	– низька чутливість – обмежений термін служби;
4	Оптичний	Принцип дії заснований на зміні оптичних властивостей газової суміші (переломлення, поглинання, випромінювання) [9]	– висока селективна чутливість до світлових перешкод; – схильність до впливу температури; – висока вартість
5	Напівпровідникові	Принцип дії заснований на зміні електрофізичних властивостей чутливого шару напівпровідникового зразка при зміні складу аналізованого газового середовища [10]	– низька селективність до вимірюваного компоненту

© Н. В. Дейнеко. 2017

Твердотільні газові сенсори, які є складовою сучасного газоаналізатора знайшли широке застосування в якості ефективних інструментів моніторингу шкідливих та небезпечних для життя концентрацій токсичних речовин, вибухонебезпечних газів і парів, а також кисню, що містяться в повітрі, в обмеженому просторі [2-5].

За принципом функціонування відомі газові сенсори можуть бути розділені на кілька основних категорій: електрохімічні, термохімічні (термокаталітичні), масочутливі оптичні та напівпровідникові.

Аналіз наведеної у табл. 1 інформації демонструє переваги використання в сучасних газоаналізаторах напівпровідникових сенсорів. Оскільки вони мають найменшу кількість недоліків у порівнянні з іншими.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є проведення аналізу стану розвитку напівпровідникових сенсорів для сучасних газоаналізаторів.

Серед більшості газоаналізаторів найбільше поширення отримали напівпровідникові оксиди металів такі, як ZnO [11], SnO₂ [12], WO₃ [13], CuO [14], Fe₂O₃ [15], In₂O₃ [16], CdO [17], TeO₂ [18] і MoO₃ [19].

Чутливість газових сенсорів на основі напівпровідників, визначається зміною числа носіїв заряду в зоні провідності, що відбувається в процесах адсорбції і десорбції молекул газу. Дійсно, електрони провідності з'являються при тепловій іонізації структурних дефектів, енергетичні рівні яких лежать поблизу дна зони провідності напівпровідника. При цьому виникає зміна концентрації носіїв заряду. Атоми кисню, що утворилися в результаті дісоціативної адсорбції молекул кисню, захоплюють електрони з зони провідності напівпровідника і зменшують його провідність. При адсорбції молекул аналізованого газу відбувається взаємодія цих молекул з негативними іонами кисню з утворенням нейтральних молекул і електронів, які потрапляють в зону провідності.

Залежно від типу домішок (донори або акцептори), що визначаються і типу провідності напівпровідника (n- або p-тип) опір чутливого шару сенсора збільшується або зменшується. При адсорбції акцепторних частинок (O₂) на поверхні напівпровідника з провідністю n-типу опір чутливого шару збільшується (акцепторний сигнал), а при адсорбції донорних частинок (H₂) – зменшується (донорний сигнал).

Залежність сигналу напівпровідникового сенсора від вмісту шкідливих або небезпечних газів, як правило, нелінійна, її апроксимують поліномом або степеневою функцією виду:

$$\frac{R}{R_0} = K \cdot C^x, \text{ для } C > 1,$$

де R – стаціонарний рівень сигналу сенсора в присутності домішок, R_0 – сигнал сенсора за відсутності домішок, C – вміст газової домішки в повітрі, ppm, K , (ppm)^{-x} і x (безрозмірна величина) – постійні, які залежать від природи газу і природи чутливого шару сенсора.

Аналіз представлених у табл. 2 даних показує наступне. Параметри x і K напівпровідникового сенсора від змісту домішок, отримані за даними різних авторів для сенсорів одного хімічного складу і для одного і того ж газу, істотно розрізняються.

Така відмінність пов'язана із залежністю параметрів чутливого шару сенсора від способу його виготовлення. Найбільшу чутливість в широкому інтервалі концентрацій напівпровідникові сенсори різного хімічного складу виявляють до озону. Висока чутливість до озону при низьких концентраціях спостерігається у сенсора на основі ZnO. Крім того сенсор на основі ZnO має чутливість до декількох газів одночасно.

Таблиця 2 – Параметри рівняння залежності сигналу сенсора від вмісту в повітрі O₃, NO₂, ClO₂, CO₂, NH₃,

№ з/п	Газ	Сенсор	K, (ppm) ^{-x}	x
1	O ₃	WO ₃	444,8	0,89
		In ₂ O ₃ :Fe	41,1	0,39
		In ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃	37,5	0,41
2	NO ₂	WO ₃	6,7	0,3
		In ₂ O ₃	13,19	2,6
		MoO ₃ :In ₂ O ₃ :	15,62	0,71
		SnO ₂	18,0	0,75
		ZnO	2,0	0,7
3	ClO ₂	In ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃	25,9	0,75
4	CO ₂	In ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃	8,5	0,6
		In ₂ O ₃ :Fe	3,3	0,29
5	NH ₃	ZnO	5,5	0,2

Висновки. В роботі проведено аналіз напівпровідникових сенсорів для сучасних газоаналізаторів. Розглянуто чутливість напівпровідникових сенсорів різного хімічного складу до шкідливих та небезпечних газів. Висока чутливість до озону найбільш виражена для сенсорів на основі ZnO. Крім того сенсор на основі ZnO має чутливість до декількох газів одночасно. Таким чином створення газоаналізаторів на основі ZnO є перспективним напрямком для проведення подальших досліджень.

Список літератури:

- ДБН В.2.5-76:2014. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення [Текст]. – Державні Будівельні Норми, 2014.
- Kobrinisky, V. Tunable gas sensing properties of p- and n-doped ZnO thin films [Text] / V. Kobrinisky, E. Fradkin, V. Lumelsky, A. Rothschild, Y. Kotem, Y. Lifshitz // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2010. – Vol. 148, Issue 2. – P. 379–387. doi: [10.1016/j.snb.2010.05.025](https://doi.org/10.1016/j.snb.2010.05.025)
- Петров, В. В. Исследование физико-химических и электрофизических свойств, газочувствительных характеристик нанокompозитных пленок состава SiO₂-SnO_x-CuO_y [Текст] / В. В. Петров, Т. Н. Назарова, Н. Ф. Копылова, О. В. Заблуда, И. Кисилев, М. Брунс // Нано- и микросистемная техника. – 2010. – № 8. – С. 15–21.
- Петров, В. В. Формирование тонких газочувствительных оксидных пленок смешанного состава, легированных серебром [Текст] / В. В. Петров, Т. Н. Назарова, А. Н. Королев, А. Т. Козаков, Н. К. Плуготаренко // Физика и химия обработки материалов. – 2005. – № 3. – С. 58–62.
- Аль-Хадрами, И. С. Исследование газочувствительных свойств медьсодержащего полиакрилонитрила [Текст] / И. С. Аль-Хадрами, А. Н. Королев, Т. В. Семенистая, Т. Н. Назарова, В. В. Петров // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2008. – № 1. – С. 20–25.

6. Химические сенсоры [Электронный ресурс]. – ЗАО «Экологические сенсоры и системы». – Режим доступа: <http://www.eksis.ru/>
7. Перегуд, Е. А. Быстрые методы определения вредных веществ в воздухе [Текст] / Е. А. Перегуд, М. С. Быховская, Е. В. Гернет. – 2-е изд., доп. и испр. – Москва: Изд-во «Химия», 1970. – 142 с.
8. Litovchenko, V. G. Investigation of MIS gas sensitive structures with Pd and Pd/Cu metal layers [Text] / V. G. Litovchenko, T. I. Gorbanyuk, A. A. Efremov, A. A. Evtukh, D. Schipanski // Sensors and Actuators A: Physical. – 1999. – Vol. 74, Issue 1-3. – P. 233–236. doi: [10.1016/s0924-4247\(98\)00314-8](https://doi.org/10.1016/s0924-4247(98)00314-8)
9. Tang, D. L. Optical H₂S Gas sensor based on spectrum-absorption [Text] / D. L. Tang, Y. Wang, F. Guo, D. Zhao // Chinese Journal of Sensors and Actuators. – 2005. – Vol. 23. – P. 458–460.
10. Seiyama, T. A New Detector for Gaseous Components Using Semiconductive Thin Films [Text] / T. Seiyama, A. Kato, K. Fujiishi, M. Nagatani // Analytical Chemistry. – 1962. – Vol. 34, Issue 11. – P. 1502–1503. doi: [10.1021/ac60191a001](https://doi.org/10.1021/ac60191a001)
11. Liao, L. Size Dependence of Gas Sensitivity of ZnO Nanorods [Text] / L. Liao, H. B. Lu, J. C. Li, H. He, D. F. Wang, D. J. Fu et. al. // The Journal of Physical Chemistry C. – 2007. – Vol. 111, Issue 5. – P. 1900–1903. doi: [10.1021/jp065963k](https://doi.org/10.1021/jp065963k)
12. Choi, Y.-J. Novel fabrication of an SnO₂ nanowire gas sensor with high sensitivity [Text] / Y.-J. Choi, I.-S. Hwang, J.-G. Park, K. J. Choi, J.-H. Park, J.-H. Lee // Nanotechnology. – 2008. – Vol. 19, Issue 9. – P. 095508. doi: [10.1088/0957-4484/19/9/095508](https://doi.org/10.1088/0957-4484/19/9/095508)
13. Rout, C. S. Room temperature hydrogen and hydrocarbon sensors based on single nanowires of metal oxides [Text] / C. S. Rout, G. U. Kulkarni, C. N. R. Rao // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2007. – Vol. 40, Issue 9. – P. 2777–2782. doi: [10.1088/0022-3727/40/9/016](https://doi.org/10.1088/0022-3727/40/9/016)
14. Gou, X. Chemical synthesis, characterisation and gas sensing performance of copper oxide nanoribbons [Text] / X. Gou, G. Wang, J. Yang, J. Park, D. Wexler // Journal of Materials Chemistry. – 2008. – Vol. 18, Issue 9. – P. 965. doi: [10.1039/b716745h](https://doi.org/10.1039/b716745h)
15. Hao, Q. Anomalous conductivity-type transition sensing behaviors of n-type porous α -Fe₂O₃ nanostructures toward H₂S [Text] / Q. Hao, L. Li, X. Yin, S. Liu, Q. Li, T. Wang // Materials Science and Engineering: B. – 2011. – Vol. 176, Issue 7. – P. 600–605. doi: [10.1016/j.mseb.2011.02.002](https://doi.org/10.1016/j.mseb.2011.02.002)
16. Zheng, W. A highly sensitive and fast-responding sensor based on electrospun In₂O₃ nanofibers [Text] / W. Zheng, X. Lu, W. Wang, Z. Li, H. Zhang, Y. Wang, Z. Wang, C. Wang // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2009. – Vol. 142, Issue 1. – P. 61–65. doi: [10.1016/j.snb.2009.07.031](https://doi.org/10.1016/j.snb.2009.07.031)
17. Guo, Z. Highly porous CdO nanowires: preparation based on hydroxy- and carbonate-containing cadmium compound precursor nanowires, gas sensing and optical properties [Text] / Z. Guo, M. Li, J. Liu // Nanotechnology. – 2008. – Vol. 19, Issue 24. – P. 245611. doi: [10.1088/0957-4484/19/24/245611](https://doi.org/10.1088/0957-4484/19/24/245611)
18. Liu, Z. Room temperature gas sensing of p-type TeO₂ nanowires [Text] / Z. Liu, T. Yamazaki, Y. Shen, T. Kikuta, N. Nakatani, T. Kawabata // Applied Physics Letters. – 2007. – Vol. 90, Issue 17. – P. 173119. doi: [10.1063/1.2732818](https://doi.org/10.1063/1.2732818)
19. Rahmani, M. B. Gas sensing properties of thermally evaporated lamellar MoO₃ [Text] / M. B. Rahmani, S. H. Keshmiri, J. Yu, A. Z. Sadek, L. Al-Mashat, A. Moafi et. al. // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2010. – Vol. 145, Issue 1. – P. 13–19. doi: [10.1016/j.snb.2009.11.007](https://doi.org/10.1016/j.snb.2009.11.007)

Bibliography (transliterated):

1. DBN V.2.5-76:2014. Avtomatyzovani systemy rannoho vyjavlennia zahrozy vynyknennia nadzvychainykh sytuatsiy ta opovishchennia naseleennia (2014). Derzhavni Budivnelni Normy.
2. Kobrinsky, V., Fradkin, E., Lumelsky, V., Rothschild, A., Komem, Y., Lifshitz, Y. (2010). Tunable gas sensing properties of p- and n-doped ZnO thin films. Sensors and Actuators B: Chemical, 148 (2), 379–387. doi: [10.1016/j.snb.2010.05.025](https://doi.org/10.1016/j.snb.2010.05.025)
3. Petrov, V. V., Nazapova, T. N., Kopylova, N. F., Zabluda, O. V., Kisilev, I., Bpuns, M. (2010). Issledovanie fiziko-himicheskikh i elektrofizicheskikh svoystv, gazochuvstvitel'nykh hapaktepistik nanokompozitnykh plenok sostava SiO₂-SnOX-CuOY. Nano- i mikrosistemnaya tekhnika, 8, 15–21.
4. Petrov, V. V., Nazarova, T. N., Korolev, A. N., Kozakov, A. T., Plugotarenko, N. K. (2005). Formirovanie tonkih gazochuvstvitel'nykh oksidnykh plenok smeshannogo sostava, legirovannykh serebrom. Fizika i himiya obrabotki materialov, 3, 58–62.
5. Al'-Hadrami, I. S., Korolev, A. N., Semenistaya, T. V., Nazarova, T. N., Petrov, V. V. (2008). Issledovanie gazochuvstvitel'nykh svoystv med'soderzhashchego poliakrilonitrila. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Elektronika, 1, 20–25.
6. Himicheskie sensory. ЗАО «Экологические сенсоры и системы». Available at: <http://www.eksis.ru/>
7. Peregud, E. A., Byhovskaya, M. S., Gernet, E. V. (1970). Bystrye metody opredeleniya vrednykh veshchestv v vozduhe. Moscow: Izd-vo «Himiya», 142.
8. Litovchenko, V. G., Gorbanyuk, T. I., Efremov, A. A., Evtukh, A. A., Schipanski, D. (1999). Investigation of MIS gas sensitive structures with Pd and Pd/Cu metal layers. Sensors and Actuators A: Physical, 74 (1-3), 233–236. doi: [10.1016/s0924-4247\(98\)00314-8](https://doi.org/10.1016/s0924-4247(98)00314-8)
9. Tang, D. L., Wang, Y., Guo, F., Zhao, D. (2005). Optical H₂S Gas sensor based on spectrum-absorption. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 23, 458–460.
10. Seiyama, T., Kato, A., Fujiishi, K., Nagatani, M. (1962). A New Detector for Gaseous Components Using Semiconductive Thin Films. Analytical Chemistry, 34 (11), 1502–1503. doi: [10.1021/ac60191a001](https://doi.org/10.1021/ac60191a001)
11. Liao, L., Lu, H. B., Li, J. C., He, H., Wang, D. F., Fu, D. J. et. al. (2007). Size Dependence of Gas Sensitivity of ZnO Nanorods. The Journal of Physical Chemistry C, 111 (5), 1900–1903. doi: [10.1021/jp065963k](https://doi.org/10.1021/jp065963k)
12. Choi, Y.-J., Hwang, I.-S., Park, J.-G., Choi, K. J., Park, J.-H., Lee, J.-H. (2008). Novel fabrication of an SnO₂ nanowire gas sensor with high sensitivity. Nanotechnology, 19 (9), 095508. doi: [10.1088/0957-4484/19/9/095508](https://doi.org/10.1088/0957-4484/19/9/095508)
13. Rout, C. S., Kulkarni, G. U., Rao, C. N. R. (2007). Room temperature hydrogen and hydrocarbon sensors based on single nanowires of metal oxides. Journal of Physics D: Applied Physics, 40 (9), 2777–2782. doi: [10.1088/0022-3727/40/9/016](https://doi.org/10.1088/0022-3727/40/9/016)
14. Gou, X., Wang, G., Yang, J., Park, J., Wexler, D. (2008). Chemical synthesis, characterisation and gas sensing performance of copper oxide nanoribbons. Journal of Materials Chemistry, 18 (9), 965. doi: [10.1039/b716745h](https://doi.org/10.1039/b716745h)
15. Hao, Q., Li, L., Yin, X., Liu, S., Li, Q., Wang, T. (2011). Anomalous conductivity-type transition sensing behaviors of n-type porous α -Fe₂O₃ nanostructures toward H₂S. Materials Science and Engineering: B, 176 (7), 600–605. doi: [10.1016/j.mseb.2011.02.002](https://doi.org/10.1016/j.mseb.2011.02.002)
16. Zheng, W., Lu, X., Wang, W., Li, Z., Zhang, H., Wang, Y., Wang, Z., Wang, C. (2009). A highly sensitive and fast-responding sensor based on electrospun In₂O₃ nanofibers. Sensors and Actuators B: Chemical, 142 (1), 61–65. doi: [10.1016/j.snb.2009.07.031](https://doi.org/10.1016/j.snb.2009.07.031)
17. Guo, Z., Li, M., Liu, J. (2008). Highly porous CdO nanowires: preparation based on hydroxy- and carbonate-containing cadmium compound precursor nanowires, gas sensing and optical properties. Nanotechnology, 19 (24), 245611. doi: [10.1088/0957-4484/19/24/245611](https://doi.org/10.1088/0957-4484/19/24/245611)
18. Liu, Z., Yamazaki, T., Shen, Y., Kikuta, T., Nakatani, N., Kawabata, T. (2007). Room temperature gas sensing of p-type TeO₂ nanowires. Applied Physics Letters, 90 (17), 173119. doi: [10.1063/1.2732818](https://doi.org/10.1063/1.2732818)
19. Rahmani, M. B., Keshmiri, S. H., Yu, J., Sadek, A. Z., Al-Mashat, L., Moafi, A. et. al. (2010). Gas sensing properties of thermally evaporated lamellar MoO₃. Sensors and Actuators B: Chemical, 145 (1), 13–19. doi: [10.1016/j.snb.2009.11.007](https://doi.org/10.1016/j.snb.2009.11.007)

Надійшла (received) 11.11.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Аналіз напівпровідникових сенсорів сучасних газоаналізаторів/ Дейнеко Н. В. // Вісник НТУ «ХП».

Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 33(1255). – С. 39–42. – Бібліогр.: 19 назв. – ISSN 2079-5459.

Анализ полупроводниковых сенсоров современных газоанализаторов/ Дейнеко Н. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 33(1255). – С. 39–42. – Бібліогр.: 19 назв. – ISSN 2079-5459.

Analysis of semiconductor sensors of modern gas analyzers/ Deyneko N. // Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 33 (1255). – P. 39–42. – Bibliogr.: 19. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Дейнеко Наталя Вікторівна – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник наукового відділу з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023; e-mail: natalyadeyneko@gmail.com.

Дейнеко Наталья Викторовна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник научного отдела по проблемам гражданской защиты и техногенно-экологической безопасности научно-исследовательского центра, Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, Украина, 61023; e-mail: natalyadeyneko@gmail.com.

Deyneko Natalia – PhD, Senior Researcher of the Scientific Division for Civil Defense Issues and Technogenic and Environmental Safety Research Center, National University of Civil Protection of Ukraine, Chernyshevskaya, 94, Kharkiv, Ukraine, 61023; e-mail: natalyadeyneko@gmail.com.

УДК 621.391

Я. Ю. ДОРОГИЙ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ КРИТИЧНОЇ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ

Розглядаються підходи до обґрунтування проектних рішень щодо архітектури критичної ІТ-інфраструктури. Проведено детальний порівняльний аналіз основних підходів, що використовуються для проектування архітектури на базі запропонованих критеріїв порівняння. Визначені їх основні недоліки та переваги, перевірена можливість використання даних підходів при проектуванні критичної ІТ-інфраструктури. Зроблено висновок про необхідність створення нового підходу до обґрунтування проектних рішень щодо архітектури критичної ІТ-інфраструктури через неможливість застосування розглянутих методів та підходів.

Ключові слова: архітектура підприємства, критична ІТ-інфраструктура, компаративний аналіз, ADDT, V&B, AREL, QOC, IBIS.

Рассматриваются подходы к обоснованию проектных решений по архитектуре критической ИТ-инфраструктуры. Проведен детальный сравнительный анализ основных подходов, используемых для проектирования архитектуры на базе предложенных критериев сравнения. Определены их основные недостатки и преимущества, проверена возможность использования данных подходов при проектировании критической ИТ-инфраструктуры. Сделан вывод о необходимости создания нового подхода к обоснованию проектных решений по архитектуре критической ИТ-инфраструктуры из-за невозможности применения рассмотренных методов и подходов.

Ключевые слова: архитектура предприятия, критическая ИТ-инфраструктура, компаративный анализ, ADDT, V & B, AREL, QOC, IBIS.

The article deals with issues related to the problem of justification of design decisions regarding the architecture of critical IT infrastructure.

The result of the study is: a comparative analysis of the approaches to justify and present the architecture of the enterprise based on imposed criteria, identification of their disadvantages and advantages, possibility of its using to justify the design of critical IT infrastructure. It is concluded that there is a need to create a new approach to the justification of design solutions for the architecture of critical IT infrastructure due to the impossibility of applying the methods and approaches considered.

As a scientific novelty, for the first time, a detailed comparative analysis of the methods of presentation and justification of design solutions of the enterprise architecture from the point of view of their application for the design of the critical IT infrastructure was considered.

The practical significance of the proposed analysis lies in the fact that it can be used to create rationale model for automated decision support systems for designing and justifying design decisions about the architecture of a critical IT infrastructure, while developing additional tools for architects of critical infrastructure architectures and public critical infrastructure objects.

Keywords: enterprise architecture, critical IT infrastructure, comparative analysis, ADDT, V & B, AREL, QOC, IBIS.

Вступ. Мови представлення архітектури підприємств (АП) розглядаються як інструмент цілісного описування підприємства [1], що пов'язують всі напрямки діяльності організації, які зазвичай розглядаються окремо. Маючи такий опис, можна розглянути загальносистемний вплив змін [2] на всіх рівнях від бізнес-процесів до ІТ [3]. Наприклад, для новоствореного ІТ-застосування мови моделювання АП можуть

бути використані для розгляду впливу на бізнес-процеси, людські ресурси, організаційні цілі тощо.

Хоча мови моделювання АП можуть бути використані для вираження цілісного дизайну організації, вони не надають проектних рішень за отриманими моделями. Ми повинні бути обережними у використанні аналогії, так як досвід у галузі архітектури про

© Я. Ю. Дорогий. 2017