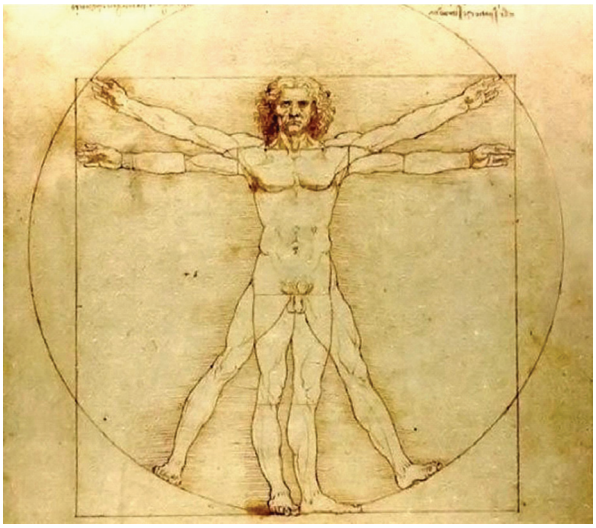
Академія метрології України

Національний університет «Львівська політехніка»

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Державне підприємство «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем» (ДП НДІ «Система»)



VI Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології

«TECHNICAL USING OF MEASUREMENT–2020»

4–7 лютого 2020 року

м. Славське

«TECHNICAL USING OF MEASUREMENT–2020»

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології

4–7 лютого 2020 року

м. Славське

«TECHNICAL USING OF MEASUREMENT–2020»

ABSTRACTS

of VI Ukrainian Scientific and Technical Conference of Young Scientists in the Area of Information and Measuring Technologies and Metrology

February 4–7, 2020

Slavs'ke, Ukraine

УДК 371:351.851; 621.002.56; 681.2.08; 006.91
ББК 32.811
Т 38

ОРГАНІЗАТОРИ:

Академія метрології України

Національний університет «Львівська політехніка»

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Державне підприємство «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем» (ДП НДІ «Система»)

КООРДИНАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Національний університет "Львівська політехніка":

Інститут комп'ютерних технологій, автоматики та метрології

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

Т 38 **«Technical Using of Measurement-2020»**: Тези доповідей VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології, 4–7 лютого 2020 року / Відп. за випуск Володарський Є. Т. Академія метрології України. – Львів: ТзОВ «Галицька видавнича спілка», 2020. – 176 с.

ISBN 978-617-7809-26-4

Матеріали подано в авторській редакції та затверджено на засіданні Науково-технічної ради ДП «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем» (ДП НДІ «Система»), секція «Метрологія і стандартизація».

Рішення № 1-2/2020 засідання секції «Метрологія і стандартизація»
Науково-технічної ради ДП НДІ «Система» від 14 січня 2020 р.
щодо VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині
інформаційно-вимірювальних технологій та метрології
«Technical Using of Measurement-2020»
та присвоєння номера ISBN 978-617-7809-26-4.

© Національний університет
"Львівська політехніка", 2020
© ТзОВ «Галицька видавнича спілка», 2020

ISBN 978-617-7809-26-4

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

СПІВГОЛОВИ НАУКОВОГО КОМІТЕТУ:

Володарський Є.Т., д.т.н., проф., президент Академії метрології України

Микийчук М.М., директор інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології, д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

ЧЛЕНИ НАУКОВОГО КОМІТЕТУ:

Байцар Р. І., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Большаков В. Б., д.т.н., г.н.с. (ННЦ «Інститут метрології», Харків)

Бубела Т. З., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Василевський О. М., д.т.н., проф. (Вінницький національний технічний університет)

Дорожовець М. М., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка»)

Івахів О. В., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка»)

Кондрашов С. І., д.т.н., проф. (НТУ «Харківський політехнічний інститут»)

Косач Н. І., д.т.н., проф. (Харківський аерокосмічний університет)

Кошева Л. О., д.т.н., проф. (Національний авіаційний університет, Київ)

Кучерук В. Ю., д.т.н., проф. (Вінницький національний технічний університет)

Куц Ю. В., д.т.н., проф. (Національний авіаційний університет, Київ)

Луцик Я. Т., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка»)

Мігущенко Р. П., д.т.н., проф. (Харківський політехнічний інститут)

Микитин І. П., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Мисов О. П., к.т.н., доц. (Державний хіміко-технологічний університет, Дніпро)

Паракуда В. В., к.т.н., доц. (ДП НДІ «Система», Львів)

Петришин І. С., д.т.н., проф. (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу)

Походило Є. В., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка»)

Середюк О. Є., д.т.н., проф. (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу)

Стадник Б. І., зав. каф. інформаційно-вимірювальних технологій, д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка»)

Тріщ Р. М., д.т.н., проф. (Українська інженерно-педагогічна академія, Харків)

Туз Ю. М., д.т.н., проф. (НТУ України «Київський політехнічний інститут»)

Яцишин С. П., д.т.н., проф. (НУ «ЛП», Львів)

Яцук В. О., д.т.н., проф. (НУ «ЛП», Львів)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ:

Гоц Н.Є., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка»)

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ:

Бойко Т. Г., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Здеб В. Б., к.т.н., пров.інж. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Івах Р. М. к.т.н., доц. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Коваль О. Й., зав.каб. стандартів (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Куць В. Р., к.т.н., доц. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Малик О. В., к.т.н., (НУ «Львівська політехніка», Львів)

Міхалєва М. С., к.т.н., проф. (НАСВ ім. П. Сагайдачного, Львів)

Прохоренко С. В., д.т.н., проф. (НУ «Львівська політехніка», Львів)

ЗМІСТ

Адамчук Л. О., Сухенко В. Ю. СТВОРЕННЯ ДЕПОЗИТАРІЮ СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН ДЛЯ ЇХ БОТАНІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ У МЕДІ 11

Асабашвілі С. Д., Волков С. Л. МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕНОГО ЗБОРУ ДАНИХ В ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ 13

Афанасьєва А.О., Сіроклин В.П. НОВА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ, ЩО ПРИВОДИТЬСЯ В РУХ СПОЖИВАЧЕМ 16

Басистюк І. С., Яцук В.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ МОЖЛИВОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ 19

Безнос Н.І., Равлик А.В., Рудик Ю. І. МЕТРОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОКАЗНИКА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ КАБЕЛІВ 22

Бондаренко М. А., Бондаренко Г. Г. УВАГА НА СПОЖИВАЧА, ЯК СУЧАСНИЙ ПІДХІД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ 25

Бохонко Б. А., Гамаль М. І. БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА 28

Букрєєва О. С. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН 32

Бурдейна В. М., Артюх С. М. ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗМІРІВ КООРДИНОВАНИХ ОТВОРІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ 34

Вінниченко О.М., Шпак О.В., Кізлівський І.Г., Демчук Т. В. ВПЛИВ ШВИДКОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗВУКОВОЇ ХВИЛІ НА НЕПЕВНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ 36

Гаврилів Д. В., Семенченко М. О. ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ ТА МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНІ КЕРАМІЧНИХ ДИСКІВ 39

Герасимов С. В., Грекуляк М. В. ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ .42

Голік В., Дядюра К.О., Гребеник Л.І., Суходуб Л.Ф. СТАНДАРТИЗАЦІЯ ОЦІНКИ ЕКОТОКСИЧНОСТІ НАНОМАТЕРІАЛІВ 46

Гоц Н., Берестов Р. МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОСТІ РАДІОНУКЛІДІВ. 50

Гут Т. П., Микийчук М. М. АНАЛІЗ МЕТРОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В ДІЯЛЬНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТА КАЛІБРУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ 53

Залога Р.О., Дядюра К.О., Залога В.О., Залога О.О. НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ МАТЕРІАЛІВ ОРТОПЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЕТИЛЕНВІНІЛАЦЕТАТУ 56

Івах Р. М., Питель І. Д., Івах С. Р. ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ 58

Кайдик О. Л., Терлецький Т. В., Пташенчук В. В., Ткачук А. А. ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ 61

Кисельова О. І., Прокопенко А. М. ТЕХНІЧНІСТЬ ТА ІНТЕГРАЛЬНІСТЬ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ 64

Кисилевська А.Ю., Стоянова Л.О., Прокопович І.В., Зайцева Л.С., Олексійчук О.В., Коєва Х.О. АНАЛІЗ І УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ОПЕРАЦІЙНОМУ РІВНІ У ВИРОБНИЦТВІ ФАСОВАНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ «КУЯЛЬНИК» У РАМКАХ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКЦІЄЮ 67

Князєва В. М. ОСОБЛИВОСТІ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ 71

Костеров О. О., Паракуда В. В., Бубела І. В. ОЦІНЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ НА НЕПЕВНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ ПІД ЧАС КАЛІБРУВАННЯ ЕТАЛОННИХ МІКРОФОНІВ 73

Кочан О. В., Куць В. Р., Хома Ю. В. ІНДИВІДУАЛЬНА ФУНКЦІЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ З НЕЛІНІЙНИМИ БЛОКАМИ 77

Кривенчук Ю., Бойко Н., Приймак С. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ І РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ 80

Кривенчук Ю., Кузьо О., ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ 82

Кривенчук Ю., Прохоренко А. ІНОФРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ВИРОБНИЦТВІ 84

Кривенчук Ю., Хавалко В., Гончарук С. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ СТИЛЮ АРХІТЕКТУРИ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ 86

Кривенчук Ю., Чуба М. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ 88

Кубик Л.Я., Селемонавічус М.М., Щерба В.Ф. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ВИКЛАДАННЯ МЕТОДІВ ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ 90

Лагун І. І., Довбета Я. В. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЕЙВЛЕТ КОМПРЕСІЇ СИГНАЛІВ 92

Лазаренко С., Яцишин С. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ГАММА-ВИПРОМІНЕННЯ 95

Любуський О.М., Байцар Р.І. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ 97

Малик О.В. ПІДВИЩЕННЯ ВИМОГ ДО БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ МОЛОКА 98

Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю. СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ВІБРАЦІЙНИМ ПРОМИСЛОВИМ ОБ'ЄКТОМ 100

Микийчук М., Яцишин С., Мідик А., Лиса О. КІБЕР-ФІЗИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ТЕПЛИЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ 104

Микийчук М.М., Лазаренко Н.С., Кравченко І.М. МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ 105

Микийчук М. М., Сулима О. С. ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КАЛІБРУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ТЕМПЕРАТУРИ В РОБОЧИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ 107

Motalo V.P., Chereshnevska A.A., Savitska Y.G. ANALYSIS OF THE RESEARCH AREAS OF SOFT (PERCEPTUAL) METROLOGY 109

Наумович О.О., Довгань М.О., Походило Є.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПЕДАНСУ ТКАНИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ У ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ 112

Нємченко О.В., Кисилевська А.Ю., Костенко В.Л. ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ-ВИРОБНИКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ 114

Одарюк М. О., Сіроклин В. П. ОРІЄНТАЦІЯ НА СПІВРОБІТНИКІВ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ 117

Петришин І. С., Джочко П.Я., Середюк Д.О., Пелікан Ю.Т., Гулик В.Я., Бас О.А., Мануляк Р.Т. РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИК ПОВІРКИ НА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ 119

Петришин Н.І. МЕНЕДЖМЕНТ ІННОВАЦІЙ ТА ЙОГО ЦІННІСТЬ ДЛЯ СТАЛОГО УСПІХУ ПІДПРИЄМСТВА 122

Петришин І.С., Джочко П.Я., Середюк Д.О., Бас О.А., Гулик В.Я. РОЗШИРЕННЯ ЛІНІЙКИ НАЦІОНАЛЬНИХ ЕТАЛОНІВ ОДИНИЦЬ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ 124

Прохоренко С.В., Коваль М.П., Щадило Я.С., Куць В.Р., Яцишин С.П., Прохоренко М.В., Трухим Р.І. ДИСТАНЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ТОПОЛОГІЧНОЇ НЕЗМІННОСТІ 3D-СТРУКТУР ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ 126

Rząsa M., Serediuk O., Grzesik D. METODY SZACOWANIA RYZYKA BEZBIECZEŃSTWA INFORMACJI WYNIKAJĄCE Z ROZPORZĄDZENIA RODO OBOWIĄZUJĄCE W UNI EUROPEJSKIEJ 128

Рижа К. І., Бондаренко Г. Г. МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗУВАННЯ ДАНИХ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ 132

Різник А. І., Стадник Б. І., Луцик Я. Т., Ліхновський І. С. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ПЕРВИННОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА РЕЗОНАНСНОГО ТЕРМОМЕТРА НА ОСНОВІ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ *MICROCAP* ***135***

Руда М.В., Бойко Т.Г., Паславський М.М. ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ СКЛАДНИХ ЛАНДШАФТНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ЇХ ПРЕДСТАВЛЕННЯ КОМПАРТМЕНТАЛЬНИМИ МОДЕЛЯМИ 138

Середюк О.Є., Малісевич Н.М. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОЛУМ'Я ПРИ ЗГОРАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ 142

Телішевський А.Ю., Зіганшин Н.С., Микийчук М., Байцар Р.І. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ ТА ЇХ НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 146

Тріщ Р.М., Челишева С.В. ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО ЗАЛЕЖНИХ СТАТИСТИК ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОЯКІСНОЇ ПРОДУКЦІЇ 149

Туз Ю.М., Шумков Ю.С., Козир О.В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИМИ СПЛАЙНАМИ 152

Федишин Т. І., Бубела Т.З. НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ 157

Чабан В.А., Сухобрус М.А. ЗАГАЛЬНІ ОБОВ'ЯЗКИ І ГРОМАДЯНСЬКИЙ ОБОВ'ЯЗОК КОРПОРАЦІЇ МЕРЕЖІ МАГАЗИНІВ «LERROS» 160

Чабан О.П., Бойко О.В., Чабан О.І. ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я, ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ 162

Черняк О.М. ЗАСТОСУВАННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ 164

Чумак О.І., Масюта Д.В., Гера В.Я., Міхалєва М.С., Шабатура Ю.В. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ГАРМОНІЗАЦІЇ СТАНДАРТІВ ЗСУ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ НАТО ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ СКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ РІДИН 167

Ярмолюк О. В., Гоц Н. Є. РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ 170

Яцук Ю.В., Здеб В.Б., Яцук В.О. КОДОКЕРОВАНІ ВИСОКООМНІ МІРИ-ІМІТАТОРИ ОПОРУ 173

УДК 581.331.2 : 638.165.8

Адамчук Л. О., к. с.-г. н., доцент, Сухенко В. Ю., д. т. н., професор

СТВОРЕННЯ ДЕПОЗИТАРІЮ СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН ДЛЯ ЇХ БОТАНІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ У МЕДІ

Ключові слова: Пилковий аналіз меду, стандартний зразок, пилкове зерно, мед

Єдиним достовірним методом ідентифікації ботанічного та регіонального походження меду, який широко використовується у всьому світі, є пилковий аналіз [1–5, 9]. Він ґрунтується на дослідженні морфологічних відмінностей пилкових зерен різних видів рослин, які потрапляють у продукт під час льотної діяльності бджіл та переробки нектару у мед. Пилкові зерна утворюють спектр за яким визначають відсоткове співвідношення окремих видів рослин [7, 10, 16]. Для дослідження пилкового спектру меду використовують світлову [1, 8, 14], електронну [6] та роботизовану цифрову [11, 15] мікроскопію. Для окремих монофлорних сортів меду, поширених у всьому світі, як наприклад, білоакацієвий (Robinia pseudoacacia L.), використовують й інші сучасні методики – HPLC-ECD у поєднанні з хіміометрією [18] та дослідження ЯМР вуглеводного профілю [12, 13]. Однак, вони мало поширенні у практичному використанні через високу вартість реактивів та обладнання, та у більшості випадків лише доповнюють результати пилкового аналізу. Принцип пилкового аналізу меду полягає у порівнянні зерен виокремлених із продукту до їх стандартних зразків. Останні наведенні у атласах пилкових зерен та електронних світових дата-базах.

Із понад 300 тис. видів рослин у світі, на території України існує більше 16 тис., в тому числі понад 4 тис. – вищих дикорослих рослин. Суміш їх пилку знаходиться у повітрі і може потрапляти у мед, що дозволяє визначати географічне походження продукту. Із покритонасінних рослин, на території України найбільше зустрічаються види родини айстрових (700 видів) та бобових (близько 300 видів). Саме ці види становлять переважаючу частку у пилковому спектрі українських медів.

Поряд з цим, проведення пилкового аналізу українських медів ускладнюється відсутністю дата-бази пилкових зерен рослин поширених медоносних рослин у нашій державі.

Тому, метою нашої роботи стало створення депозитарію стандартних зразків пилкових зерен для їх ботанічної ідентифікації у меді. У ході досліджень, було розроблено метод створення стандартних зразків пилкових зерен, який ґрунтується на використання спеціального середовища під робочої назвою LikeHoney. Суть методу наступна. Від квітки певного виду рослин відбирали андроцей або окремо пиляки у ємкість, яка захищена від потрапляння стороннього пилку до початку проведення досліджень. Андроцей (пиляк) поміщали у 20 мл середовища LikeHoney на 12 год. Потім додавали 20 мл дистильованої води і фільтрували через сітку з отворами 200 мкм. Фільтрат центрифугували на швидкості 2000 об./хв. впродовж 15 хв. Готували суспензію пилкових зерен, далі – підфарбований зафіксований препарат пилкових зерен, який і буде, в подальшому, слугувати стандартним зразком. Досліджували варіативність та морфологію не менше сотні пилкових зерен в межах досліджуваного препарату. Описували стандартний зразок пилкових зерен для його дослідження у меді та вносили у депозитарій.

Acknowledgments. Author Leonora Adamchuk thanks the International Visegrad Fund for the scholarship ID #51910842 and research internships, during which the results and knowledge presented in this paper were obtained.

1. Адамчук Л. О. Пилковий аналіз меду : науково-методичні рекомендації. К.: НУБіП України, 2019. 32 с.

2. Adams-Groom, B., Martin, P., & Bañón, A. L. S. (2019). Pollen Characterization of English Honey from Worcestershire, West Midlands (UK). Bee World, 1-4.

3. Adekanmbi, O. H., Walter, O. J., & Ikegbunam, N. C. (2019). Pollen analysis and heavy metals detection in honey samples from southern Nigeria. World News of Natural Sciences, 26, 176-190.

4. Cenet, M. (2019). Pollen Analyses and Antimicrobial Properties of the Natural Honey from the East Mediterranean Part of Anatolia. Pakistan Journal of Zoology, 51(2), 541-548.

5. de Moraes, F. J., Garcia, R. C., Galhardo, D., Camargo, S. C., Pires, B. G., Pereira, D. J., & de Sousa, P. H. A. A. (2019). Pollen analysis of honey samples produced in the counties of Santa Helena and Terra Roxa, western Region of Paraná, Southern Brazil. Sociobiology, 66(2), 327-338.

6. Elamine, Y., Lyoussi, B., Anjos, O., Estevinho, L. M., Aazza, S., Carlier, J. D., Costa, M. C. & Miguel, M. G. (2019). Zantaz honey "monoflorality": Chemometric applied to the routinely assessed parameters. LWT, 106, 29-36.

7. Fechner, D. C., Hidalgo, M. J., Díaz, J. D. R., Gil, R. A., & Pellerano, R. G. (2020). Geographical origin authentication of honey produced in Argentina. Food Bioscience, 33, 100483.

8. Karabagias, I. K., Karabournioti, S., Karabagias, V. K., & Badeka, A. V. (2020). Palynological, physico-chemical and bioactivity parameters determination, of a less common Greek honeydew honey:"dryomelo". Food Control, 109, 106940.

9. Paredes, R., & Bryant, V. M. (2019). Pollen Analysis of Honey Samples from the Peruvian Amazon. Palynology, (just-accepted), 1-16.

10. Patrignani, M., Fagúndez, G. A., & Lupano, C. E. (2019). Preliminary Study on Effect of Agricultural Activities in Pollen Spectrum of Argentinean Honey. Journal of Apicultural Science, 1(ahead-of-print).

11. Pedersen, B., Bailey, D. G., Hodgson, R. M., Holt, K., & Marsland, S. (2017, December). Model and feature selection for the classification of dark field pollen images using the classifynder system. In 2017 International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ) (pp. 1-5). IEEE.

12. Schievano, E., Sbrizza, M., Zuccato, V., Piana, L., & Tessari, M. (2020). NMR carbohydrate profile in tracing acacia honey authenticity. Food chemistry, 309, 125788.

13. Schievano, E., Stocchero, M., Zuccato, V., Conti, I., & Piana, L. (2019). NMR assessment of European acacia honey origin and composition of EU-blend based on geographical floral markers. Food chemistry, 288, 96-101.

14. Selvaraju, K., Vikram, P., Soon, J. M., Krishnan, K. T., & Mohammed, A. (2019). Melissopalynological, physicochemical and antioxidant properties of honey from West Coast of Malaysia. Journal of food science and technology, 56(5), 2508-2521.

15. Sobrino-Gregorio, L., Tanleque-Alberto, F., Bataller, R., Soto, J., & Escriche, I. (2020). Using an automatic pulse voltammetric electronic tongue to verify the origin of honey from Spain, Honduras, and Mozambique. Journal of the Science of Food and Agriculture, 100(1), 212-217.

16. Tanleque-Alberto, F., Juan-Borrás, M., & Escriche, I. (2019). Quality parameters, pollen and volatile profiles of honey from North and Central Mozambique. Food chemistry, 277, 543-553.

17. Velásquez, P., Montenegro, G., Leyton, F., Ascar, L., Ramirez, O., & Giordano, A. (2020). Bioactive compounds and antibacterial properties of monofloral Ulmo honey. CyTA-Journal of Food, 18(1), 11-19.

18. Wang, Q., Zhao, H., Zhu, M., Zhang, J., Cheng, N., & Cao, W. (2020). Method for identifying acacia honey adulterated by resin absorption: HPLC-ECD coupled with chemometrics. LWT, 118, 108863.

УДК 621.317

Асабашвілі С. Д., Волков С.Л., к.т.н.

МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕНОГО ЗБОРУ ДАНИХ В ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Ключові слова: діагностична система, аналізатор трафіка, розподілений збір даних.

В останнє десятиліття основним напрямом технічного розвитку світового співтовариства є концепція Індустрії 4.0: засіб підвищення конкурентоспроможності через створення інтелектуального виробництва (Smart Factory), яке працює без участі людини під управлінням алгоритмів штучного інтелекту. Ключова частина концепції заснована на тому, що інформація вбудовується в продукт у процесі його просування за стадіями виробництва, що дозволяє реалізовувати повністю гнучке «виробництво на замовлення».

Цілком зрозуміло, що високий рівень автоматизації потребує високого рівня діагностики для виявлення і прогнозування можливих відмов і критичних станів технічних систем, які задіяні в виробництві.

Робота сучасних систем діагностування, незалежно від застосованого підходу (класична оцінка надійності, «пов'язана модель» чи оцінка якісного стану), заснована на зборі та аналізі даних із давачів досліджуваної технічної (автоматизованої/автоматичної) системи [1, 2, 3]. Пропонована модель збору даних заснована на перехопленні та аналізі даних з давачів, які передаються через мережі досліджуваної технічної системи (ТС). Згідно узагальненої структурної моделі ТС [3] передавання даних із давачів здійснюється на нижньому (польовому) ієрархічному рівні із застосуванням промислових мереж, з яких найбільш відомі і застосовувані – це дротові RS-485, Ethernet/IP, EtherCAT, POWERLINK, PROFIBUS, PROFINET, Modbus TCP; бездротові: XBee (ZigBee) та WiFi. За топологією, наведені дротові системи, можна поділити на шинну, кільцеву та комутовану (ієрархічний Ethernet). Топологія бездротових мереж більш різноманітна, так мережі WiFi найчастіше будуються за топологією базових або розширених базових зон обслуговування. Технологія XBee використовується для побудови сенсорних мереж, які можуть мати ієрархічну топологію (зірка) або однорідну топологію (точка-точка), причому у якості точок консолідації, в обох топологіях, можуть бути застосовані станції WiFi з відповідним шлюзом.

З метою перехоплення та аналізу даних із давачів пропонується застосування апаратно-програмного аналізатора трафіка (сніфера), який підключається в точки консолідації трафіка промислових мереж (рис. 1).

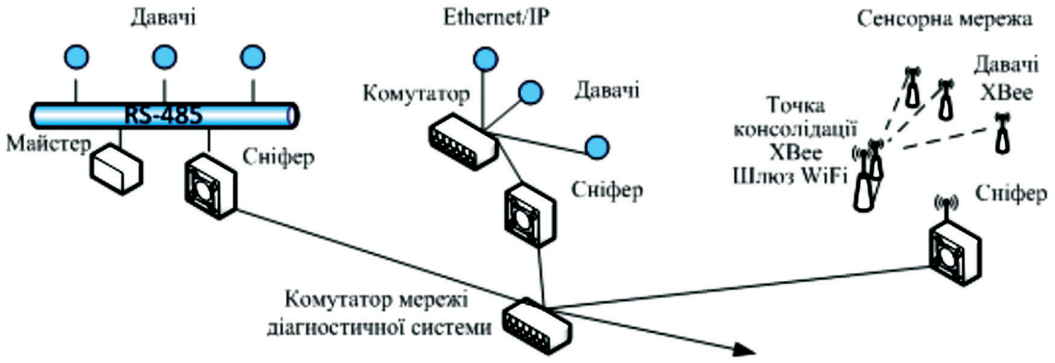


Рис. 1. Приклад підключення аналізаторів трафіка до точок консолідації промислових мереж

Основним завданням сніфера є перехоплення та аналіз даних в режимі реального часу, обробка даних, перетворення пакету прийнятих даних у формат прийнятий в діагностичній системі, передавання пакетів даних.

Основні вимоги – це універсальність, простота реалізації, надійність. Для вирішення завдання запропонована дворівнева модель з розподілом функцій між складовими рівнів (рис. 2). На першому рівні відбувається перехоплення трафіка в режимі реального часу, виділення пакетів, які стосуються даних з давачів і передавання пакетів на другий рівень. На другому рівні відбувається аналіз пакетів першого рівня, виділення даних, необхідних для опрацювання в діагностичній системі, підготовка пакетів для відправлення в діагностичну систему, передавання пакетів. Слід зазначити, що підготовка пакета може включати формування додаткових полів даних, наприклад, визначення стану давача [4]. Деякі складнощі розробки виникають при забезпеченні вимог до універсальності сніфера, так наведені стандарти промислових мереж мають різні фізичні рівні і працюють на різних рівнях моделі OSI. Мережі PROFINET оперують на канальному рівні фреймами Ethernet, на мережевому/транспортному рівнях – протоколом TCP/IP; мережі EtherCAT мають тільки канальний рівень на якому оперують фреймами Ethernet; а шина PROFIBUS використовує стандарт фізичного рівня RS-485, а на канальному – Fieldbus Data Link або Master-Slave.

Рис. 2. Дворівнева модель сніфера

Запропонована модель, із застосуванням на першому рівні платформ Arduino або Raspberry Pi, в залежності від інтенсивності трафіка, а на другому мікрокомп'ютера Raspberry Pi [5], дозволяє забезпечити виконання всіх завдань та вимог. Дійсно, універсальність забезпечується модульністю платформ, тобто наявність мережевих модулів і відповідного програмного забезпечення, для підключення до будь-якої з визначених вище промислових мереж. Крім того, Linux ядро, на якому заснована операційна система Raspberry Pi, дозволяє виконувати програми реального часу достатньо високої складності. Простота і надійність реалізації визначаються застосуванням стандартних платформ, модулів і даними виробників, які визначають термін безперервної служби як довічний відносно життя системи. Модель має достатню гнучкість, так заміна чи модернізація програмного забезпечення обох рівнів може проводитися в дистанційному режимі.

Практична реалізація моделі розподіленого збору даних була реалізована в експертній системі якості, з метою моніторингу і діагностики якісного стану лабораторного робота маніпулятора. Промислова мережа – RS-485, перший рівень реалізовано на платформі Arduino Leonardo, другий на платформі Raspberry Pi, обмін даними між рівнями і діагностичною системою відбувається за технологією Ethernet. Сформований пакет даних включає адресу датчика в загальній конфігурації, код технологічного процесу, виміряне значення, очікуване значення, час фіксації вимірювання, розраховане значення інформаційного стану давача [4]. Застосована в практичній реалізації модель захищена патентом України [6].

1. Lee, Jay; Jun Ni; Dragan Djurdjanovic; Hai Qiu; Haitao Liao (August 2006). "Intelligent prognostics tools and e-maintenance". Computers in Industry. 57(6): 478.

2. Ni, Jun; Xiaoning Jin (2012). "Decision support systems for effective maintenance operations". CIRP Annals-Manufacturing Technology. 61(1): 411–414.

3. Volkov S. Set-theoretic model of the information state of the industrial cyberphysical system / Scientific journal of the Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. 2018. № 1 (89). С. 132-138.

4. Волков С.Л. Теоретичні засади моніторингу якісного стану технічних систем: монографія. Одеса: Видавництво ТОВ «Лерадрук», 2018. 112 с.

5. Асабашвілі С. Д., Перехоплення даних за допомогою RASPBERRY PI / С. Д. Асабашвілі // Метрологія, технічне регулювання, якість: досягнення та перспективи: VI Міжн. наук.-практ. конф. (11-12 жовтня 2016 р.). – Одеса: ОДАТРЯ, 2016. - С. 137-138

6. Волков С.Л., Асабашвілі С.Д., Балан М.М. Автоматична система з розподіленим обробленням інформації для формування баз даних інформаційно-вимірювальних комплексів: пат. України на корисну модель №125011; зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.04.2018

УДК 658.5.012.7

Афанасьєва А.О., студентка, Сіроклин В.П., к.т.н., доцент

НОВА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ, ЩО ПРИВОДИТЬСЯ В РУХ СПОЖИВАЧЕМ

Ключові слова: стратегічне планування, ризики, загальний менеджмент якості, TQM, принципи загального менеджменту якості, орієнтація на замовника, система менеджменту якості, принципи системи менеджменту якості, поліпшення якості, соціальні аспекти, соціальна відповідальність.

Завдання стратегічного планування в моделі управління TQM направити зусилля організації на задоволення споживача, якість і досягнення оперативних цілей. Цикл планування починається з визначення стратегічного напрямку компанії, яке закріплюється за групами з маркетингу, технології, виробництва, матеріалами, центру оновлення продукту і адміністрації корпорації. Мета поліпшити: якість, час циклу, обслуговування споживача, структуру витрат.

Виходячи з вимог ISO 9001 2015 року, організація повинна: розробити, впровадити, підтримувати в робочому стані і постійно поліпшувати систему менеджменту якості (далі – СМЯ), визначати процеси, необхідні для СМЯ і застосувати їх в організації, простежити послідовність і взаємодію цих процесів; застосовувати критерії та методи, необхідні для результативного виконання і контролю цих процесів. Визначати необхідні ресурси і гарантувати їх доступність; обробляти ризики; оцінювати ці процеси і здійснювати зміни, необхідні для досягнення очікуваних результатів.

Розглянемо підприємство ПрАТ «Artwinery». В організації впроваджена інтегрована система менеджменту якості, відповідно до вимог стандартів і ISO 22000 та ISO 9001 2008 року. Вимоги ISO 9001 змінилися в 2015 році і система, що діє в компанії вимагає перегляду.

Підприємству пропонується актуалізувати діючу СМЯ відповідно до ISO 9001 і принципам TQM, а також зорієнтувати систему на виконання принципів соціальної відповідальності, згідно ISO 26000. Перехід від традиційного управління до управління якістю дає змогу зрозуміти підприємству потреби клієнтів і використовувати ці знання для управління організацією, інтегрувати стратегію якості в єдиний стратегічний процес, зв'язати запити споживача і компанії всередині організації. Фінансова діяльність залежить від дій в різних областях, і нова модель зміцнює становище за всіма позиціями: стратегічний розвиток допомагає компанії реагувати на зміну зовнішніх обставин; діяльність на ринку – утримувати споживача, збільшує частку ринку і прибутку; внутрішня діяльність компанії – підвищує ефективність використання активів.

Перехід до системного управління в ПрАТ «Artwinery» це процес постійного вдосконалення, мета якого не прибуток, а задоволення споживача з урахуванням того, що прибуток підвищиться тоді, коли підвищиться якість [1].

Основну увагу в управлінні якістю приділяють задоволенню вимог замовника та прагненню до перевершення його очікувань. ISO 9000 містить пункт про орієнтацію на замовника. Кожний аспект взаємодії із замовником становить можливість створити більшу цінність для замовника. Розуміння поточних і майбутніх потреб замовників й інших зацікавлених сторін сприяє сталому успіху організації.

Деякі можливі ключові вигоди: збільшення цінності для замовника; збільшення задоволеності замовника; поліпшення лояльності замовника; збільшення кількості повторних бізнесових операцій; покращення репутації організації; розширення бази замовників; збільшення доходів і ринкової частки.

Можливі дії охоплюють: визнання безпосередніх і опосередкованих замовників як таких, що одержують цінність від організації; розуміння поточних і майбутніх потреб та очікувань замовників; пов'язування цілей організації з потребами та очікуваннями замовників; доведення до відома всіх в організації про потреби та очікування замовників; планування, проектування, розроблення, виготовлення, доставлення та підтримання продукції та послуг, щоб задовольнити потреби й очікування замовника; вимірювання та моніторинг рівня задоволеності замовника й виконання відповідних дій; визначення та виконання дій щодо потреб і доречних очікувань відповідних зацікавлених сторін, які можуть позначитися на задоволеності замовника; активне керування стосунками із замовниками для досягнення сталого успіху [2].

Також для вивчення впливу споживачів на діяльність підприємства рекомендовано розглянути ISO 9001, розділ орієнтація на замовника, який вимагає від найвищого керівництва демонструвати своє лідерство та своє зобов'язання щодо орієнтації на замовника, забезпечуючи, щоб:

a) вимоги замовника, а також застосовні законодавчі й регламентувальні вимоги були визначені, зрозумілі та щоб їх постійно задовольняли;

b) ризики та можливості, які можуть впливати на відповідність продукції та послуг, а також на здатність підвищувати задоволеність замовника було визначено та враховано;

c) завжди підтримували зосередженість на підвищуванні задоволеності замовника [3].

Щоб розглянути вплив споживача на діяльність підприємства у повному обсязі, треба розглянути проблеми, пов'язані зі споживачами в стандарті ISO 26000.

Проблема, пов'язана зі споживачами: добросовісні практики маркетингу й неупередженого подання інформації, основаної на фактах; захист здоров'я і безпеки споживачів; стале споживання; обслуговування й підтримка споживачів і розв'язання претензій і суперечок; захист даних і забезпечення конфіденційності споживачів; доступ до послуг першої необхідності; навчання й обізнаність [4].

Після дослідження чотирьох стандартів можемо зробити висновок, що споживачі мають великий вплив на діяльність підприємства та випуск продукції. Але у зв'язку з тим, що ПрАТ «Artwinery» зріле підприємство, пропонується звернути увагу не тільки на задоволення споживачів, а й на рекомендації ISO 26000 щодо соціальної відповідальності компанії. Організація повинна взяти курс на підвищення соціальної відповідальності.

Заяви та дії керівництва, цілі, прагнення, цінності, етика та стратегія встановлюють курс для розвитку організації. Щоб зробити соціальну відповідальність важливою і ефективною частиною функціонування організації, її слід відобразити в цих аспектах.

Організація повинна визначити свій курс за допомогою перетворення соціальної відповідальності в невід'ємну частину своїх політик, організаційної культури, стратегій, структур і діяльності, зокрема завдяки:

− включення в заяву про бачення або прагненнях посилань на те, яким чином соціальна відповідальність впливає на діяльність;

− прийняття письмових кодексів поведінки або етики, які конкретизують прихильність до соціальної відповідальності шляхом перекладу принципів і цінностей в прийнятні рекомендації щодо поведінки; такі кодекси повинні бути засновані на принципах соціальної відповідальності і та відображенні у задокументованій інформації;

− переклад пріоритетів для дій за основними темами і проблем в керовані цілі організації з стратегіями, процесами і термінами [4].

ПрАТ «Artwinery» поважають основні права людини та гідність всіх людей, як це передбачено в Загальній декларації прав людини. Дотримуються принципів ООН з питань бізнесу та прав людини, які в загальних рисах описують обов'язки і відповідальність промислових підприємств під час вирішення питань, пов'язаних з правами людини під час ведення бізнесу.

ПрАТ «Artwinery» здійснює кожний аспект своєї роботи таким чином, щоб визнавати і підтримувати права людини по відношенню до співробітників, контрагентів і кожної особи, з якою має зв'язки. Підприємство прагне виявляти і усувати ризики і порушення прав людини в нашій сфері впливу. Зрозуміє, що діяльність компанії впливає на права людини в зв'язку з умовами праці, програмами місцевої громади та багатьма іншими питаннями. Співпрацює з громадами та прагне зрозуміти соціальні, культурні, екологічні та економічні наслідки нашої діяльності, для того, щоб реагувати на проблеми, мінімізувати можливий вплив і оптимізувати вигоди для спільноти.

У зв'язку з тим, що підприємство дотримується законодавчої бази, пропонується звернути увагу на благодійний внесок у суспільство. Це потрібно для підвищення іміджу ПрАТ «Artwinery» серед споживачів.

Благодійні пожертвування повинні підтримувати ініціативи, які збільшують економічний, соціальний і культурний потенціал і створюють соціально-економічну спадщину.

Отже, принципи управління продемонстровані підприємством свідчать про те, що: ПрАТ «Artwinery» здійснює цілеспрямований і цільовий розподіл коштів, контроль за їх використанням та оцінку ефективності благодійних проектів; зосереджує увагу на довгострокових проектах в галузі благодійництва та інших проектах щоб допомогти вирішити найбільш гострі соціальні проблеми, що впливають на найширші верстви населення і найбільш значущі пріоритети держави в галузі соціальної політики; усвідомлює велику значимість благодійних та соціальних ініціатив, для розвитку корпоративної культури підприємства. Керівництво ПрАТ «Artwinery» усвідомлює що благодійність і соціальна відповідальність настільки ж важливі для компанії, як і результати її господарської діяльності.

1. А. Фейгенбаум Total quality management URL: http://www.kpms.ru/General_info/ Quality_management.htm (дата звернення: 15.01.2020).

2. ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів К.: Держспоживстандарт України, 2015. 51 с.

3. ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги К.: Держспоживстандарт України, 2015. 32 с.

4. ISO 26000:2010. Руководство по социальной ответственности URL: http://media.rspp.ru/document/1/6/4/64150d953949a8b84b2e0c315e8e4318.pdf (дата звернення: 15.01.2020).

5. ISO 22000:2018. Система менеджмента пищевой безопасности. URL: http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/09/ISO-22000-2018.pdf (дата звернення: 15.01.2020).

УДК 006.91

Басистюк І. С., студент, Яцук В.О., д.т.н. професор

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ МОЖЛИВОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Ключові слова: тепло споживання, теплова енергія, теплопостачання, облік теплової енергії

Індивідуальний облік дасть споживачам об`єктивний стимул для всестороннього зменшення спожитої теплової енергії. Однакв багатоквартирних будинках старої забудови, яка переважає в сучасному житловому фонді постачання теплової енергії є багатоввідним з поквартирним розподілом її від вертикальних стояків.Тому доцільнопровести аналіз існуючих технічних рішень, виділитипереваги та недоліки існуючих методів контролютеплоспоживання та виявити технічні можливості індивідуального обліку спожитої теплової енергії.

Для організації сучасних форм опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, гарячого водопостачання житлових, громадських і виробничих будівель, для проведення багатьох технологічних процесів і виробництва інших видів енергіїнеобхідне централізоване теплопостачання. На загал таке теплопостачання включає виробництво, транспортування і розподіл тепла між споживачами з різними опалюваними площами і різними вимогами до його якості. Здебільшого система теплопостачання складається з джерела тепла, що виробляє теплову енергію, теплових мереж, що з'єднують джерело тепла з тепловими пунктами і зазвичай розміщуються поза будівлями (в окремих випадках можуть проходити всередині них), теплових пунктів, що розміщуються всередині або поза будівлями і технологічно зв'язують місцеві системи споживання тепла з тепловими мережами і джерелом тепла, місцевих систем споживачів підведеного тепла, що розміщуються у кожному опалюваному будинку. Традиційно у теплових пунктах відбувається розподіл, регулювання і облік витрачуваного тепла [2].

Впровадження системи індивідуального обліку тепла стане не тільки стимулом зниження обсягів невраховуваних витрат, втрат води і виробничих витрат, а й загалом поліпшення роботи системи теплопостачання. Для досягнення тривалої і надійної роботи системи обліку тепла важливо забезпечити три головні умови: вибрати тепло лічильник, який прослужить максимально довго, не змінюючи метрологічних характеристик; провести монтаж приладу відповідно до всіх правил; забезпечити необхідні умови експлуатації. Один із способів збільшення ефективності використання спожитого тепла є поточний контроль його витрати із залученням якомога дешевших способів реалізації. В сучасних вузлах обліку спожитої теплової енергіїзабезпечуєтьсядостатньо точний і оперативний облік інформаціїза необхіднимичисловими показниками, фіксуються будь-які зміни, а для подальшого аналізу необхідно використовувати спеціальні прилади.

Найефективнішим методом створення комфортних умов у холодну пору року є індивідуальне опалення в квартирі. Перш за все, є можливість постійного контролювання рівня нагріву радіаторів і тривалості роботи опалювального котла. Однак в квартирі повинні бути конструктивно передбачені димо вентиляційні канали з безпечним відведенням продуктів згорання палива, переважно це є газ. За умови масового використання електричних котлів не завжди є можливість забезпечення в існуючих багатоквартирних будівлях достатньо великих значень під`єднуваних потужностей. В житловому фонді не всі будівлі відповідають вимогам безпечної експлуатації, окрім того необхідно переробляти існуючі квартирні тепломережі.

Найпоширенішою є схема автономного опалення, в якому центральним елементом є сучасний двоконтурний газовий котел. Він являє собою досить компактний пристрій, який

закріплюється на стіні. Цей пристрій має спеціальну камеру, в якій і відбувається процес згоряння палива (див. рис. 1). При цьому рекламованою перевагою такого типу котла є відсутність необхідності створення спеціального газоходу. Сучасна система індивідуального опалення в квартирі дозволяє котлу використовувати повітря, яке з допомогою невеликої труби подається безпосередньо з вулиці. Котел доповнений димоходом спеціальної конструкції, який дозволяє акуратно виводити дим, зменшуючи незручності мешканцям квартири або їх сусідам. Принцип дії автоматичних систем полягає в регулюванні витрати за вимірюваною температурою усередині приміщення і/або зовнішнього повітря.

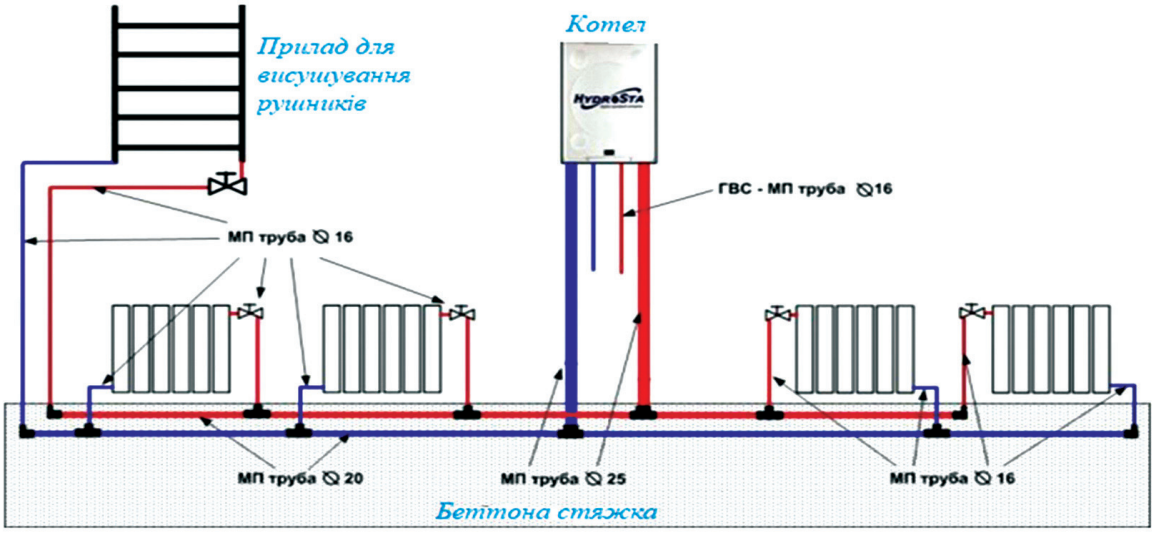


Рис. 1. Схема індивідуального опалення кватири

Регулювання на тепловому вводі проводиться так. На спеціальний контролер приходить сигнал від сенсора температури зовнішнього повітря, за яким обчислюється необхідне значення температури теплоносія $T_{зв}$ для даної температури зовнішнього повітря $T_{нв}$. Існує залежність між температурою зовнішнього повітря та температурою теплоносія, яка і програмується в контролері. Сигнал від сенсора фактичної температури теплоносія T_3 порівнюється із обчисленим значенням $T_{зв}$ і якщо фактичне значення перевищує обчислене значення температури за графіком, то регулювальний клапан починає зменшувати витрати до тих пір, поки значення температур T_3 і $T_{зв}$ не будуть рівними.

За класифікацією систем автоматичного регулювання (САР) регулятори поділяються за: призначенням (температури, тиску, перепаду тисків, рівня, витрати); характеристикою регулювання (позиційне, статичне, астатичне та ізодромне); видом допоміжної енергії (гідравлічні, електричні); за швидкістю переміщення регулюючого органу (з постійною, змінною швидкістю).

Автоматичне регулювання САР призначене для ліквідації наслідків всіх збурюючих факторів і приведення регульованого параметра до заданого значення. Завданням автоматичного регулювання є забезпечення заданого технологічного режиму роботи системи без без посередньої участі людини. Технологічний режим задається через параметри теплоносія: тиск, температуру, витрату тощо. Регулятори поділяться на регулятори прямої дії і непрямої дії. В регуляторах прямої дії в одному елементі поєднується сенсор, задавач і командний пристрій, при цьому вимірювальний орган безпосередньо впливає на регулюючий (виконавчий) орган, крім того, виконавчий орган для урухомлення використовує енергію власне регульованого середовища [3].

Аналіз використовуваних методів обліку тепла індивідуальними споживачами показав, що на сьогодні індивідуальні споживачі теплової енергії – мешканці квартир й орендарі, платять не за спожиту кількість тепла, а за нормовану, і тому, зазвичай, не зацікавлені у зниженні енергоспоживання [5]. Розподіл витрат між окремими споживачами у межах цієї групи здійснюється за нормативними тарифами відносно одиниці площі, одиниці об'єму об'єкта споживання, причому практично відсутня можливість оцінити якість наданої споживачеві послуги з опалення.

Норми споживання теплової енергії на обігрівання одиниці площі встановлюються для окремих регіонів на основі розрахунків витрат тепла за попередні роки. Використання цього методу обліку призводить до значних розбіжностей між встановленою нормою споживання теплової енергії та фактичним її споживанням, а тому не сприяє об'єктивності оплати за використання енергоресурсів, провокує їх неефективне використання, завищує показники фактичної потреби в них і, загалом, не сприяє впровадженню енергозаощаджувальних технологій. За наявності загальнобудинкового теплолічильника технічним вирішенням цієї проблеми, може бути впровадження методики розподілу загальної виміряної кількості тепла пропорційно до площі окремих приміщень (квартир, офісів) із врахуванням якості надаваних послуг [5, 6]. Для цього можуть використовуватись або інтелектуальні перетворювачі температури в інтегральному виконанні, або матричний принцип побудови вимірювальної частини систем індивідуального обліку спожитого тепла [5, 6].

1. ISO 10012:2003 Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment. [Online]. Available:https://www.iso.org/standard/26033.htmlAccessed on: May 28, 2019.

2. ДСТУ 3339-96. Теплолічильники. Загальні технічні вимоги. Київ: ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ. – 10 с.

3. Осипов Ю.М. Особливості проектування вузлів обліку теплової енергії для нових приєднань / Ю. М. Осипов. – 2003. – 259 с.

4. Dan O'Donnell and Brendan Somers. Overvoltage Robustness Testing in the AD4110-1. Analog Devices, Inc. 2019, [Online]. Available:https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN-1417.pdf Accessed on: May 28, 2019.

5. В. Яцук, Б. Микийчук Порівняльний аналіз методів обліку теплової енергії індивідуальними споживачами Вимірювальна техніка та метрологія. – 2010. – № 71. – С. 66–71.

6. В. Яцук, Столярчук П.Г., Голюка Б.М., Здеб В.Б. Система обліку спожитої теплової енергії на опалення. Методи та прилади контролю якості. – Вип. 15. – Івано-Франківськ. – 2005. – С. 15-19.

УДК 621.3; 006.86+614.841.3

Безнос Н.І., Равлик А.В., Рудик Ю. І., к.т.н., доцент

МЕТРОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОКАЗНИКА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ КАБЕЛІВ

Ключові слова: непевність, стандартизація, вимоги безпеки, пожежна безпека кабелів, випробування.

Вступ. З метою захисту об’єктів від небезпечних проявів пожежі кабельно-провідних виробів розраховуються та проектуються електричні лінії з дотриманням протипожежних вимог згідно з нормативними документами. Існує проблема в суміжних областях, що стосується ситуації з систематичним підходом до технічного регулювання в Україні такого сектора пожежної безпеки, як вимоги до кабельно-провідних ліній [1-3].

Мета статті – визначити точніший спосіб вимірювання показників пожежної безпеки кабелів.

Методи дослідження: застосування процедури підготовки та проведення випробування, розрахунки за допомогою математичної моделі [4]; порівняння метрологічних показників результатів обчислення [5], визначення показників пожежної безпеки кабелів. Застосування різних методів розрахунку об’єму та маси.

За існуючими вимогами [6], для дослідження показників пожежної безпеки визначають об’єм неметалевих матеріалів 1 м одного відрізка кабелю. Звідси проводять розрахунок необхідної кількості відрізків кабелю. Відрізок повинен мати відповідну довжину (1; 2,5; 3,5 м). Зріз виконують так, щоб його поверхня була перпендикулярна до осі кабелю, щоб забезпечити точне вимірювання його довжини. Густину кожного неметалевого компонента (зокрема пористих матеріалів) вимірюють певним методом (наприклад розділ 8 IEC 60881-1-3). Кожний неметалевий матеріал Сі знімають зі зразка і зважують. Для неметалевих матеріалів, маса яких менша ніж 5% загальної маси неметалевих матеріалів у відрізку кабелю, густину приймають рівною 1,0 кг/дм3. Якщо напівпровідні екрани не можуть бути відділені від ізоляційних матеріалів, то під час вимірювання маси і густини їх розглядають як одне ціле. Визначення об’єму горючих матеріалів на певній довжині провідника буде різницею з об’єму проводу загалом і об’єму жили (та броні для броньованих кабелів).

Результати. Проведено експериментальне дослідження параметрів випробовувальної установки та показників пожежної безпеки для кабельно-провідних виробів при їх вертикальному прокладанні, що знижують загальний рівень пожежної безпеки електромереж об’єкта під час експлуатації. Виконано критичний аналіз стану розробок, на основі якого сформовані вимоги до стандартизації кабельних ліній з метою забезпечення випробувань за вимогами пожежної безпеки таких об’єктів. Запропоновано заходи для реалізації випробувань із описом застосованих методів і засобів випробувань та включення їх у стандартизовані технічні рішення. Пропонується врахувати ряд виявлених прогалин у нормативних документах, відносинах між регулюючими та наглядовими органами, запити користувачів. Проведено аналіз чинних нормативних та технічних вимог до кабельно-провідних виробів. На цій основі доповнюються схеми випробування, що істотно знижує ризик пожеж та шкоду від їх наслідків.

Об’єм жили кабелю знаходимо підстановкою результатів вимірювань маси і густини у вираз об’єму:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4{,}430}{8960} = 4{,}945 \cdot 10^{-4}\ \text{м}^3.$$

Віднявши це значення від загального обєму кабеля довжиною 1 м, отримуємо обєм неметалевої (горючої) частини матеріалів кабеля. Для оцінки комбінованої непевності попередньо обчислимо часткові похідні об'єму за відповідними розмірами – коефіцієнти впливу :

$$C_1 = \frac{\partial v}{\partial m} = 1{,}650;\ C_2 = \frac{\partial v}{\partial \rho} = 1{,}116 \cdot 10^{-4}.$$

Оскільки кореляцію між аргументами не враховували, то отримали таку оцінку комбінованої непевності:

$$u_c(v) = \sqrt{(1{,}650)^2 \cdot 0{,}0001 + (1{,}116 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 0{,}001} = 0{,}01650 \text{ м}^3.$$

Оскільки виконували лише разові вимірювання розмірів, то їх стандартні непевності типу А не оцінювали.Щоб задовольнити певні потреби та вимоги виробництва промислових товарів, торгівлі, охорони здоров'я, а також вимоги безпеки різних пристроїв та об'єктів, впроваджено розширену непевність U_p результату, який знаходять,як добуток стандартної (комбінованої непевності u_c на коефіцієнт розширення (охоплення) k_p : $U_p = k_p \cdot u_c$ для рівня довіри $p = 0{,}95$, вважаючи при цьому, що іншими складовими непевності можна знехтувати.

Коефіцієнт (розширення) охоплення знайдемо як відповідний квантиль нормального розподілу [5]: $k_{0,95} = z_{0,95} = 1{,}96$. Отже, для знайденої комбінованої стандартної непевності $u_c(v) = 0{,}0165$ м^3, розширена непевність об'єму становить :

$$U_{0,95}(v) = k_{0,95} \cdot u_c(v) = 1{,}96 \cdot 0{,}0165 \text{ м}^3 = 0{,}03234 \text{ м}^3 .$$

Аналогічно проводимо розрахунок метрологічних параметрів встановлення показника пожежної безпеки для кабеля за геометричними величинами [3]. Результати для порівняння зведено у таблицю 1.

Таблиця 1

Метрологічні параметри показника пожежної безпеки для кабеля за різними методами

№	Марка кабеля і метод визначення	Діаметр кабеля ($Ø_{каб}$), *м*	Маса металевих частин кабеля ($м_м$), *кг*	Об'єм металевих частин кабеля ($V_м$), *м³*	Оцінка комбінованої непевності $u_c(v)$	Розширена непевність $U_{0,95}(v)$
1	3х150 за масою	0,0490	4,43080	$4{,}945 \cdot 10^{-4}$	0,01650	0,03234
2	4х95 за масою	0,0374	3,30478	$3{,}688 \cdot 10^{-4}$	0,01895	0,037142
		переріз кабеля ($S_{каб}$), 10^{-3} *м²*	Переріз жил кабеля ($S_{каб}$), 10^{-3} *м²*	Об'єм ізоляції кабеля ($V_{пт}$), 10^{-4}*м*3		
3	3х150	1,88575	0,450	13,913	0,100279	0,19654684
4	4х95	1,09825	0,380	7,295	0,140014	0,27442744

Висновок. Визначення обсягу горючого матеріалу за об'ємом або за масою не регламентовано у чинних нормативних документах з пожежної безпеки, хоча цей критерій часто застосовується саме при встановленні вимог з пожежної безпеки: до будівель, кабельних споруд, до улаштування систем пожежної автоматики і т. ін. Застосовано спосіб перерахунку за двома методами обсягу горючого матеріалу для визначення пожежної небезпеки кабельно-провідних виробів як при проектуванні електропроводок, так і при їх експлуатації. Проведеним оцінюванням непевності вимірювання і розраховування показників пожежної небезпеки кабельно-провідних виробів встановлено їх співвідношення у точності та практичному застосуванні визначення обсягу горючого матеріалу за об'ємом і масою.

1. Рудик Ю. І. Основи оцінювання пожежної небезпеки електроустановок: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2013. 224 с. ISBN 617-607-395-6.

2. Рудик Ю.І., Юзьків Т.Б., Юзьків Ю.Т. Визначення межі вогнестійкості ділянок електромереж, Пожежна безпека, 2012. № 21. С. 105-110

3. Рудик Ю.І., Шунькін В.М. Визначення обсягу горючого матеріалу кабельних виробів при випробуванні за показниками пожежної безпеки, Пожежна безпека, 2019, № 34. С. 74-80.

4. Чабан О. П. Сертифікаційні випробування і метрологічне забезпечення: навч. посіб. Львів, 2013. – 330 с. – ISBN 978-617-607-480-9.

5. Дорожовець М. Опрацювання результатів вимірювань: Навч.посібник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. 624 с. ISBN 978-966-553-640-6.

6. ДСТУ EN 60332-1-2:2017 Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 1-2. Випробування на вертикальне поширювання полум'я одиничного ізольованого проводу чи кабелю. Метод випробування полум'ям попередньо змішаного типу потужністю 1 кВт (EN 60332-1-2:2004; A1:2015; A11:2016, IDT; IEC 60332-1-2:2004; A1:2015, IDT) [Чинний від 2018-01-01]. К.: Держстандарт України, 2017. – 49 с.

УДК 658.5.012.7

Бондаренко М. А., студент, Бондаренко Г. Г., ст. викл.

УВАГА НА СПОЖИВАЧА, ЯК СУЧАСНИЙ ПІДХІД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Ключові слова: загальний менеджмент якості, TQM, принципи загального менеджменту якості, орієнтація на споживача, система управління якістю, принципи системи управління якістю, поліпшення якості.

Загальний менеджмент якості (TQM) включає в себе різні теоретичні принципи і практичні методи, інструменти кількісного і якісного аналізу даних, елементи економічної теорії та аналізу процесів, які спрямовані на одну мету безперервне поліпшення якості. TQM не є ані системою, ані інструментом, ні процесом управління.

TQM можна визначити як підхід до управління організацією, сфокусований на якості. Якість досягається за рахунок залучення всього персоналу в діяльність щодо вдосконалення роботи. Метою підвищення якості є задоволення споживачів і отримання вигоди усіма зацікавленими сторонами (працівники, власники, суміжники, постачальники) і суспільством в цілому.

На основі філософії TQM багато організацій будують свої системи якості, які отримали назву системи якості TQM. Проте, слід розрізняти філософію TQM і системи якості, побудовані на її основі [1].

Філософія загального менеджменту якості базується на кількох основних принципах. Їх розуміння і реалізація на практиці дозволяє організаціям робити «правильні» речі «правильно» з першого разу.

Орієнтація на споживача є фундаментальним принципом TQM свідчить, що саме споживач встановлює рівень якості. Не має значення які дії організація робить для поліпшення якості навчає персонал, вбудовує управління якістю в процеси, удосконалює програмні і апаратні засоби або набуває нові засоби контролю і вимірювань тільки споживач визначає, чи приведуть витрачені кошти і зусилля до успіху [2].

Організації, побудовані за принципом орієнтації на ринки і споживачів, мають кілька суттєвих переваг:

– керівники і співробітники спрямовують зусилля на виконання завдань, що мають реальну цінність,

– задоволення потреб цільових споживачів;

– у міру того, як споживачі переходять від придбання товарів до комплексного вирішення проблем, що передбачає поставку системи товарів і послуг, значення таких організацій зростає;

– вони сприяють інноваціям і розробці цінних торгових пропозицій шляхом накопичення компанією знань і досвіду у вирішенні проблем і умінні адаптуватися до мінливого зовнішнього середовища;

– вони стимулюють роботу в команді; зменшується ймовірність виникнення конфліктів між функціональними підрозділами, так як всі спеціалізовані служби діють в єдиному напрямку.

Фірма, орієнтована на споживачів, концентрує всю свою увагу на потребах покупців, а не на товари. Основна ідея визнання того, що які б товари ні виробляла компанія, споживачі мають потребу не в продуктах як таких, а в задоволенні своїх потреб. Надалі усвідомлення даної істини стане критерієм при виборі способів визначення і дослідження ринків, розробки асортименту товарів і ціноутворення, комунікацій і організації роботи всього підприємства.

Багато фірм сьогодні не орієнтуються ні на споживачів, ні на товари, а віддають перевагу фінансовим активам. На думку менеджерів таких компаній, завдання управління є забезпечення максимально можливих при даних активах грошових потоків. Такі компанії, інтенсивно експлуатуючи належні їм активи, отримують високі прибутки, але в довгостроковому періоді вони не мають можливості задовольняти потреби покупців, створювати конкурентоспроможні товарні марки і йти в ногу з постійно мінливим ринковим середовищем і технологіями. Сьогодні фірми з найвищим ринковим рейтингом прекрасно усвідомлюють необхідність орієнтації на споживачів [3].

У дещо зміненому вигляді принципи загального управління якістю увійшли до складу принципів системи менеджменту якості, поданих у стандартах ISO серії 9000.

Головною метою системи менеджменту якості на базі стандартів ISO 9000 є досягнення довгострокового успіху шляхом максимального задоволення запитів споживача, співробітників, власників і суспільства, а також відповідність результатів процесів підприємства потребам споживача, організації та суспільства.

У стандарті 9000 «орієнтація на споживача» є одним із основних принципів і вказано, що менеджмент якості націлений на виконання вимог споживачів і на прагнення до перевищення їхніх очікувань. Стійкий успіх досягається тоді, коли організація завойовує і зберігає довіру споживачів і інших зацікавлених сторін. Кожен аспект взаємодії зі споживачем дає можливість створювати більше цінності для споживача. Розуміння справжніх і майбутніх потреб споживачів та інших зацікавлених сторін вносить вклад у досягнення організацією стійкого успіху.

До потенційних основних переваг відносять:

– збільшення цінності для споживачів;
– підвищення задоволеності споживачів;
– підвищення лояльності споживачів;
– збільшення повторних угод;
– поліпшення репутації організації;
– розширення споживчої бази;
– зростання доходів і збільшення частки ринку.

Для досягнення цього сучасній організації слід забезпечити таке:

– визначення прямих і непрямих споживачів, які отримують цінність від організації;
– розуміння справжніх і майбутніх потреб та очікувань споживачів;
– співвіднесення цілей організації з потребами й очікуваннями споживачів;
– доведення потреб і очікувань споживачів до працівників організації;
– планування, проектування, розробка, виробництво, постачання і обслуговування продукції та надання послуг для задоволення потреб і очікувань споживачів;
– вимірювання і моніторинг задоволеності споживачів, і прийняття відповідних дій;
– визначення і прийняття дій щодо потреб і очікувань зацікавлених сторін, які можуть вплинути на рівень задоволеності замовника;
– активний менеджмент взаємин із споживачами для досягнення стійкого успіху [4].

У стандарті 9001 стосовно принципу «Орієнтація на замовника» наведені такі вимоги:

«Найвище керівництво повинне демонструвати своє лідерство та своє зобов'язання щодо орієнтації на замовника, забезпечуючи, щоб вимоги замовника, а також застосовні законодавчі й регламентувальні вимоги були визначені, зрозумілі та щоб їх постійно задовольняли; ризики та можливості, які можуть впливати на відповідність продукції та послуг, а також на здатність підвищувати задоволеність замовника було визначено та враховано; завжди підтримували зосередженість на підвищуванні задоволеності замовника» [5].

Отже, зосередження на вимогах замовника обов'язкове.

Критичний аналіз розвитку систем менеджменту якості українських підприємств свідчить про те, що ефективність сертифікованих систем управління якості низька. На думку провідних

фахівців з управління якістю, не більше 20% організацій, які сертифікували свої системи управління якості, досягли запланованих цілей підвищення якості та конкурентоспроможності продукції [6, 7].

Основні причини неефективного впровадження системи управління якістю (СУЯ): підміна реального впровадження систем управління якості отриманням сертифіката – формальне впровадження СУЯ, недостатня інтеграція процесів управління якістю процесами загального менеджменту підприємства, слабке розуміння сутності принципів TQM та їхнє несистемне застосування.

Практика показує, що кваліфіковане використання методології TQM забезпечує:

– збільшення ступеня задоволеності клієнтів продуктами та послугами;

– поліпшення іміджу та репутації фірми;

– підвищення продуктивності праці. Воно настає автоматично, як тільки працівники стають партнерами по впровадженню TQM;

– збільшення прибутку;

– підвищення якості і конкурентоспроможності продукції та послуг;

– забезпечення економічної стійкості підприємства, а також раціонального використання всіх видів ресурсів;

– підвищення якості управлінських рішень [8, 9].

Отже, працююча система, заснована на принципах TQM, може стати реальним інструментом безперервного вдосконалення діяльності підприємства і джерелом економічної вигоди. Адже згідно з принципами TQM успішними вважаються не ті підприємства, які просто виробляють продукцію відповідно до стандартів або вимог споживачів, а ті, які забезпечують високий рівень задоволеності споживачів, власного персоналу, взаємодії з постачальниками, допомагають у розв'язанні проблем суспільства і досягають при цьому високих фінансових результатів [10].

1. TQM всеобщий менеджмент качества URL: https://www.kpms.ru/General_info/TQM.htm (дата звернення: 09.01.2020).

2. Джордж С. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях (TQM) / С. Джордж, А. Ваймерских. − СПб. : Виктория плюс, 2002. – 256 с.

3. Ориентация на потребителя как ведущий принцип управления качеством URL: https://knowledge.allbest.ru/management/3c0a65625a2ac68a4c53b88521306d26_0.html (дата звернення: 09.01.2020).

4. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів К.: Держспоживстандарт України, 2015. 51 с.

5. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги К.: Держспоживстандарт України, 2015. 32 с.

6. Безродна С. М. Управління якістю продукції на основі досвіду радянських та зарубіжних систем / С. М. Безродна // Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Сталий розвиток економіки». – 2012. – № 17. – С. 351-355.

7. Дудко П. Переваги та недоліки впровадження тотального управління якістю(TQM) на підприємстві / П. Дудко // Economic and law paradigm of modern society.– вип. № 2. – 2016. – С. 30–34.

8. Мережко Н. В. Управління якістю / Н. В. Мережко, В. В. Осієвська, Н. С. Ясинська.– К.: КНТЕУ, 2010. – 216 с.

9. Бондаренко Г. Г., Глєбова М. В., Сіроклин В. П., Чернобай Н. В. Менеджмент якості та елементи системи управління якістю : навч. посіб. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016. 90 с.

10. Особливості концепції «Загального управління якістю» URL: https://library.if.ua/book/150/10008.html (дата звернення: 09.01.2020).

УДК 53.08

Бохонко Б. А., к.т.н., Гамаль М. І., викладач

БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Ключові слова: вимірювання, температура, цифровий датчик температури, одно дротовий інтерфейс, мікроконтролер

Одночасне вимірювання температури в багатьох точках є важливим в різних галузях, наприклад, в зерносховищах та інших складських приміщеннях для зберігання продуктів харчування, медичних препаратів, промислових виробів, що під впливом температури змінюють свої фізичні властивості, в теплицях, вуликах, інкубаторах, де потрібно підтримувати задані температурні режими, для контролю технологічних процесів і ін. [1].

У статті представлено багатоканальний пристрій вимірювання температури, який базується на використанні одно провідних цифрових датчиків температури DS18B20 фірми Maxim Integrated Products Inc. [2]. Для побудови макету пристрою використано мікроконтролер (MCU) PIC16F877A фірми Microchip та модуль алфавітно-цифрової індикації (LCD) із вбудованим контролером HD44780 (Hitachi). Пристрій розроблений авторами за участі студентів гуртка науково-технічної творчості коледжу телекомунікацій та комп‘ютерних технологій Національного університету «Львівська політехніка». Структурна схема пристрою зображена на рис. 1.

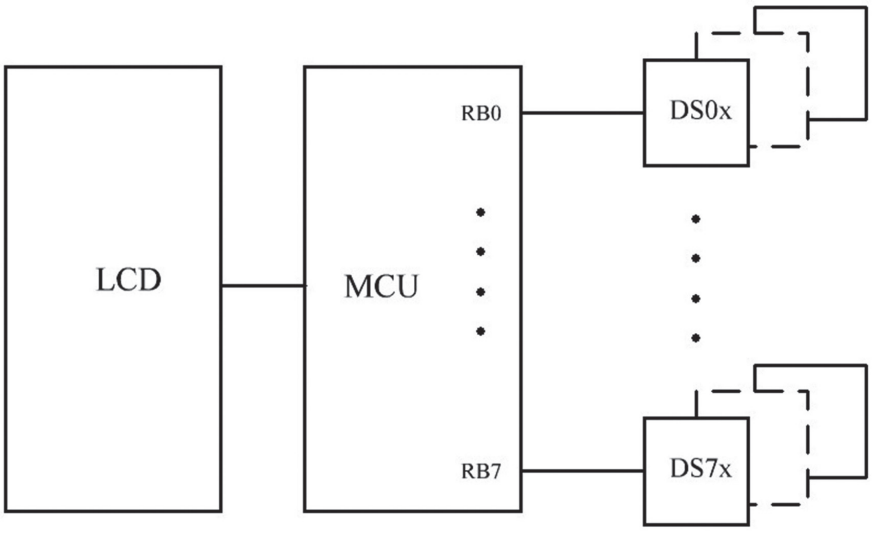


Рис. 1 Структурна схема пристрою

Для підключення цифрових датчиків температури до мікроконтролера використовуються вісім інформаційних ліній порту B <RB7 : RB0>. До кожної лінії, з використанням 1-wire інтерфейсу, який підтримується цифровими датчиками температури DS18B20, теоретично може підключатися до 2^{48} таких датчиків завдяки 48-бітовому коду ідентифікації. На практиці число датчиків є обмеженим, що зумовлено зниженням завадостійкості роботи датчиків та параметрами швидкодії. Наприклад, фірма iButton, яка є виробником конекторів типу RG-45 на основі мікросхем DS18B20 гарантує надійну роботу до 30-ти датчиків, підключених до лінії інтерфейсу 1-wire [3]. На швидкість обміну даними з датчиками, що підключені до лінії

інтерфейсу 1-wire, впливає кількість таких датчиків – адже їх опитування можливе тільки в послідовному режимі. У запропонованій схемі пристрою використовується 8 інформаційних ліній, кожна з яких, виходячи з практичних рекомендацій завадостійкості, може підтримувати до 30-датчиків типу DS18B20. В розробленому пристрої обмін даними здійснюється в режимі ведучий-ведений. В якості ведучого пристрою завжди виступає мікроконтролер, а усі датчики працюють в режимі ведених пристроїв. Пристрій дозволяє здійснювати одночасний паралельний обмін даними з восьми датчиками, що підключені до різних ліній мікроконтролера.

Розглянемо принцип обміну даними через інтерфейс 1-wire. Обмін інформацією відбувається тайм-слотами по 60 мкс. Тайм-слот служить для обміну одним бітом інформації. Дані передаються біт за бітом, починаючи з молодшого біту молодшого байту. Наприклад, якщо необхідно передати число 00100111 $11111010_{(2)}$, то передача по шині 1-wire буде виконуватись у наступній послідовності: 0 → 1 → 0 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 0 → 0 → 1 → 0 → 0.

Усі слоти запису повинні бути тривалістю мінімум 60 мкс, розділені імпульсом відновлення тривалістю мінімум 1 мкс. Обидва типи слотів (запису 0 чи 1) ініціюються пристроєм керування, що встановлює на шині логічний нуль (див. рис. 2).

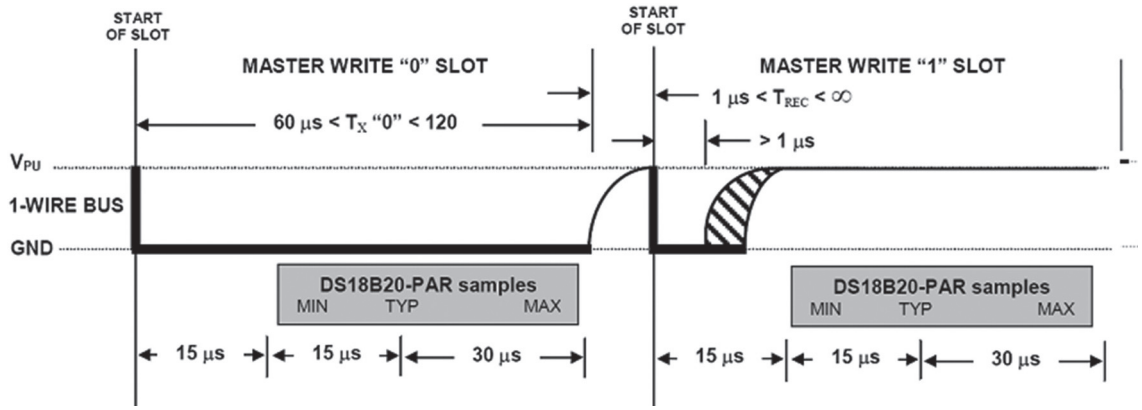


Рис. 2. Часові діаграми слотів запису «0» та «1»

Щоб генерувати слот запису «1», після формування імпульсу відновлення, пристрій керування шиною має опустити лінію до «0» та відпустити шину після 15 мкс утримування нульового рівня. Коли шина відпущена, навантажувальний резистор перемістить рівень на шині до логічної «1».

Щоб генерувати слот запису «0», після формування імпульсу відновлення, пристрій керування шиною повинен продовжити утримувати шину в «0» тривалістю часу всього слоту (не менше 60 мкс).

Ведений пристрій, через 15мкс після початку формування слоту, виконує вибірку сигналу. Якщо рівень на шині високий протягом інтервалу вибірки, то здійснюється запис «1». Якщо рівень низький, здійснюється запис «0».

На рис. 3 представлені часові діаграми слотів читання логічного нуля і логічної одиниці.

Усі слоти читання повинні бути тривалістю мінімум 60 мкс і розділятися імпульсами відновлення тривалістю мінімум 1мкс між слотами. Слот читання ініціює ведучий пристрій, який встановлює на шині рівень логічного нуля мінімум на 1мкс і потім відпускає шину (див. рис. 2).

Після того, як ведучий пристрій ініціював слот читання, ведений пристрій починає передавати «1» або «0» по шині. Ведений пристрій передає «1», залишаючи шину у високому рівні, і передає «0», утримуючи шину біля потенціалу «0» живлення. Зважаючи на перехідні процеси, які мають місце на однопровідній шині передавання даних, дані на виході пристрою

DS18B20 будуть дійсними через 15мкс після встановлення низького рівня, який ініціював слот читання. Тому, ведучий пристрій повинен відпустити шину і почати читання шини не раніше, ніж через 15мкс від початку слоту.

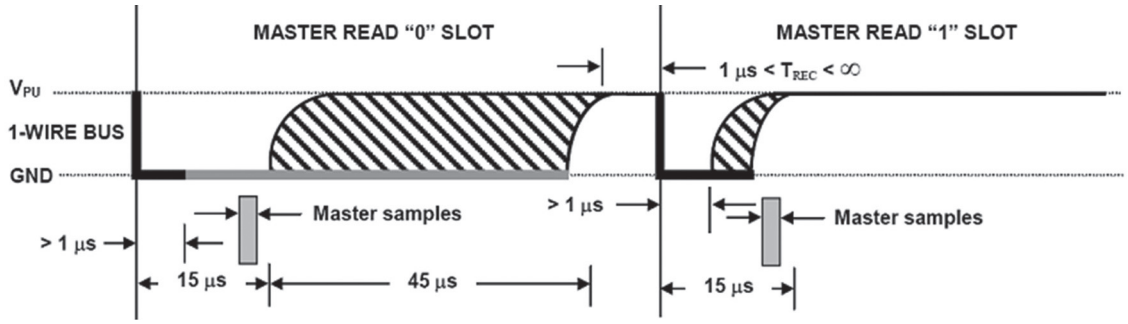


Рис. 3. Часові діаграми слотів читання «0» та «1»

Наведені вище параметри сигналів обміну даними між мікроконтролером і цифровими датчиками температури відповідають стандартній швидкості передавання даних по шині 1-wire 15,4 кбіт/с. Така швидкість вибрана з позицій завадостійкості роботи пристрою.

Використані у проектованому пристрої мікросхеми DS18B20 - це цифрові термометри із змінною розділовою здатністю аналого-цифрового перетворення від 9 до 12-біт. Діапазон вимірювання температури складає від -55°С до +125°С з точністю 0,5°С, а у діапазоні від -10°С до +85°С з точністю до 0,0625°С. Час аналого-цифрового перетворення з розділовою здатністю 12 біт складає 750 мс. Результат вимірювання після завершення аналого-цифрового перетворення зберігається в оперативній пам'яті мікросхеми.

Для обміну даними між мікроконтролером і цифровими термометрами DS18B20 застосовується протокол 1-wire з використанням спеціальних команд постійного запамятовуючого пристрою ROM, що є вбудованим у мікросхему DS18B20, та функціональних команд. Запропонований пристрій вимірювання температури, залежно від кількості використовуваних датчиків температури, може налаштовуватися програмним шляхом на різні режими роботи. Один з можливих варіантів алгоритму функціонування такого пристрою передбачає: початкове налаштування режимів роботи мікроконтролера, алфавітно-цифрового модуля індикації та цифрових термометрів DS18B20; ініціювання аналого-цифрового перетворення усіх цифрових термометрів DS18B20, що включені у пристрій; формування часової паузи тривалістю 750 мс (для режиму 12-бітового перетворення); ініціювання режиму читання на всіх восьми лініях порту B <RB7 : RB0>, до яких підключені цифрові термометри DS18B20; звертання до перших восьми цифрових термометрів (по одному на кожній з восьми ліній <RB7 : RB0>); паралельне по всіх лініях <RB7 : RB0> побітове зчитування двох байт даних з пам'яті SRAM відповідних мікросхем DS18B20, які були ініційовані на режим зчитування; збереження зчитаних даних у EEPROM пам'яті мікроконтролера; перехід до читання наступних восьми мікросхем DS18B20.

Розроблений багатоканальний цифровий пристрій вимірювання температури забезпечує наступні характеристики:

- число каналів, що підтримують протокол 1-wire 8;
- максимальне число цифрових датчиків температури в одному каналі 30;
- діапазон вимірювання температури, °С ..... від -55 до +125;
- число розрядів аналого-цифрового перетворення 12;
- абсолютна похибка вимірювання температури в діапазоні від -55°С до +125°С, °С 0,5;

– абсолютна похибка вимірювання температури в діапазоні від -10 °С до +85 °С, °С..... 0,0625;
– час аналого-цифрового перетворення, мс 750;
– час зчитування даних при максимальному числі датчиків температури, мс..... 50.

1. В.С. Гищук, Р.Р. Кобилянський, Р.Г. Черкез. Багатоканальний прилад для вимірювання температури і густини теплових потоків. Науковий вісник Чернівецького університету. 2013. Том 3, випуск 1. Фізика. Електроніка. С. 96–100.

2. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Avaleble: https://www.maximintegrated.com

3. USER MANUAL for all models of the T-Sense family of sensors. Available: https://www.ibuttonlink.com

УДК 006.32:621.87

Букрєєва О. С., к.т.н.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН

Ключові слова: землерийні машини, оцінка відповідності, повторні випробування, декларація відповідності постачальника, гармонізація вимог, міжнародні стандарти, безпека машин, повторні випробування

Технічний комітет ISO/TC 127 «землерийна техніка» був заснований у 1968 році з метою сприяння гармонізації глобальних вимог безпеки для світової індустрії землерийних машин. Головним завданням діяльності цього комітету є активна розробка міжнародних стандартів для усунення всіх ризиків безпеки цих машин.

Виробники землерийних машин використовують стандарти для досягнення високого рівня їх безпеки, щоб відповідати очікуванням клієнтів щодо групового здоров'я і безпеки. Суб'єкти господарства цієї галузі виробництва прагнуть розробляти такі машини, які визнані безпечними і дозволяють їх виробнику використовувати ISO/IEC 17050, а також для декларації відповідності постачальника. Сертифікація третьою стороною може знадобитися в тих країнах, де виробнику може бракувати необхідного досвіду або засобів тестування для проведення власних випробувань з оцінки відповідності декларації постачальників.

Землерийні машини мають значно нижчий обсяг виробництва в порівнянні з автомобільної або побутовою технікою. Річний обсяг продажів для деяких моделей становить менше 10 машин в кожній країні [1]. Повторні випробування для оцінки відповідності призведуть до значних часових затримок та додаткових витрат для клієнтів, якщо у кожній країні будуть потрібні сторонні випробування та сертифікація. Крім того, була визнана необхідність удосконалення положень про відповідність для задоволення вимог про сертифікацію третьою стороною у країнах, що розвиваються, де довіра до здатності виробників впроваджувати декларацію постачальників ще не досягнута.

Щоб вирішити цю проблему, Європейська економічна комісія ООН у галузі землерийних машин започаткувала «Проект типового регулювання» у Робочій групі 6 ЄЕК ООН, метою якої є сприяння глобальному узгодженню стандартів, правил і процесів оцінки відповідності. Цей проект з регулювання землерийних машин містить такі положення [2]:

– розвиток і дотримання міжнародних стандартів, розроблених ISO/TC 127;

– використання вимог стандартів у якості технічних вимог для національних правил безпеки;

– прийняття випробувань з оцінки відповідності, виконаних виробниками на відповідність вимог стандартів, розроблених ISO.

– прийняття декларацій постачальників щодо відповідності нормативам.

Оскільки у деяких країнах існують вимоги щодо сертифікації третьою стороною, проект нормативного регулювання землерийних машин допускає таку короткострокову сертифікацію з положенням про те, що виробники можуть прийняти результати випробувань без його повторення. Якщо сертифікація третьою стороною є потрібною, проект сприяє прийняттю єдиної третьої сторони усіма країнами, що дозволяє уникнути зайвих витрат та затримок.

У 2011 році проект офіційно включив «управління ризиками» і «нагляд за ринком» (в даному випадку «нагляд за робочим місцем») в якості ключових інструментів для досягнення довгострокової мети «відсутність травм» для операторів машин і людей на робочому місці. Зокрема, було визнано, що в секторі землерийних машин єдина декларація постачальника не

буде прийнятною для певних країн, і що оцінки відповідності третьою стороною як і раніше будуть необхідні. Ці міркування збільшують кількість змінних, які необхідно враховувати для досягнення мети «нульового травматизму», і вимагають комплексного підходу до управління ризиками, пов'язаними з використанням цих маниш.

Застосування міжнародних стандартів і процес оцінки відповідності виробниками машин є основним елементом досягнення цілей «нульовий травматизм і нульова шкода» на робочих місцях користувачів по всьому світу. Для подальшого полегшення використання «Проекту типового регулювання» землерийних машин був складений технічний звіт ISO/TR 19948:2016.

1. Global earthmoving machine market report, history and forecast 2014-2025, breakdown data by manufacturers, key regions, types and application. Florida: QYResearch Group, 2019. 148 p.

2. TRADE/WP.6/2003/16 Report of the thirteenth session in Working party on technical harmonization and standardization policies. Geneva: Economic commission for Europe. 2003. 19 p.

УДК 621.95:658.56

Бурдейна В. М., канд.техн.наук, Артюх С. М., канд.техн.наук.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗМІРІВ КООРДИНОВАНИХ ОТВОРІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

Ключові слова: координовані отвори, ріжучий інструмент, твердість, механічні властивості, фактор, поля розсіювання, позиційне відхилення

Оскільки питання обґрунтованого призначення елементів технологічного оснащення для надійного забезпечення точності обробки координованих отворів до сих пір не вирішені, було проведено комплекс експериментальних і теоретичних досліджень на основі повного факторного експерименту (ПФЕ 2^3).

В якості незалежних змінних X_i (i = 1, 2, 3) прийняті логарифми $d_и$, НВ и $l_и$. Кодування факторів, наприклад по діаметру, здійснено в наступній послідовності:

- нульовий рівень варіювання дорівнює $X_{1;0} = \lg 2{,}0 = 0{,}301$, а інтервал розраховувався за формулами

$$\Delta X_{1;0} = \frac{\lg 3{,}0 - 1{,}0}{2} = 0{,}2386\,, \tag{1}$$

Таким чином, кодоване значення діаметра ріжучого інструменту обчислюємо за формулою:

$$Z_1 = \frac{(\lg d_И - 0{,}301)}{0{,}2386}, \tag{2}$$

Аналогічно визначаємо значення і, які зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Кодоване значення факторів під час свердління отворів силовий головкою без направлення ріжучого інструменту

Найменування факторів	Код	Кодоване значення факторів
Діаметр інструменту	Z_1	$(\lg d_И - 0{,}301)/0{,}2386$
Твердість матеріалу, що оброблюється	Z_2	$(\lg HB - 3{,}0934)/0{,}2726$
Виліт інструменту	Z_3	$(\lg l_И - 1{,}3617)/0{,}1365$

В результаті подальшої математичної обробки отримані залежності для розрахунку практичних полів розсіювання:

$$\omega_в = 19{,}6\frac{HB^{0{,}36}\cdot \ln^{0{,}46}}{d_И^{\,0{,}45\cdot \lg HB - 1{,}289}} \tag{3}$$

– для позиційних відхилень осі отвору

$$\omega_o = 0{,}863\frac{\ln^{1{,}058}\cdot HB^{0{,}72}}{d_И^{\,0{,}91\cdot \lg HB - 2{,}6308}} \tag{4}$$

Отриманий залежності можна використовувати при наступних межах досліджуваних факторів: НВ = (500-2500) МПА при $d_И$ = (0,8–3,5) мм і $l_И$ – в межах від 8 мм до 40 мм.

Збільшення вильоту інструменту за торець шпинделя, а також підвищення твердості матеріалу заготовки збільшують поля розсіювання $\omega_в$ і ω_0.

На графіках (рис. 1) представлені реалізація отриманих рівнянь.

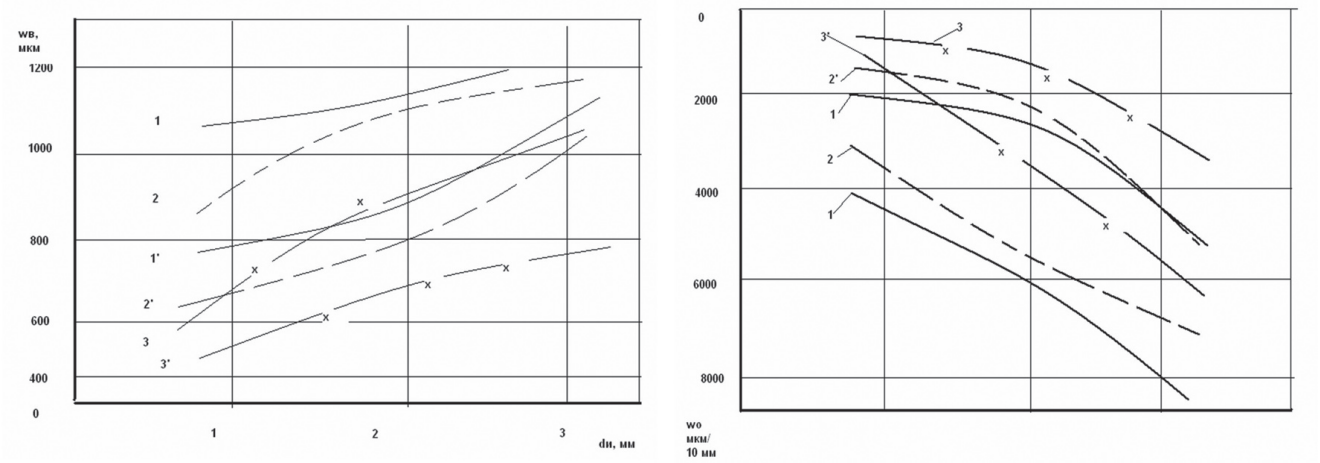


Рис. 1.
1, 2, 3 – обробка свердлами середньої серії довжин,
1 ', 2', 3' – обробка свердлами короткій серії довжин,
1 і 1' – сталь 45; 2 і 2' – СЧ15,3 і 3' – АКЧ.

Проаналізувавши можна визначити, що найбільший вплив робить виліт ріжучого інструменту lи (35-39)%. Питомий вплив діаметра інструмента позначається в меншій мірі і становить від 11% до 13%. Механічні властивості оброблюваного матеріалу деталі мають також істотний вплив (33-34,5%). Спільне вплив діаметра і твердості матеріалу – фактор, що визначає навантаження на інструмент, впливає менш істотно (17%).

Висновок: Теоретичними дослідженнями встановлено, що точність координування розмірів і позиційних відхилень залежить від сумарної геометричній точності елементів технологічної системи верстата і сумарних пружних деформацій.

1. Исследование точности обработки деталей на агрегатных станках с применением различных технологических схем (отчет), инв. номер Б979436. / Э. А. Пащенко, В. А. Чепела, Н. В. Латышев. – Харьков, УЗПИ, 1980. – 132 с.

2. Душинский В.В., Пуховский Е.С., Радченко С.Г. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. / Под ред. Г.Э. Туурита. – Киев: Техніка, 1977. – 176 с.

3. Шиндовский Э., Шорц О. Статистические методы управления качеством. – М.: МИФ, 1976. – 599 с.

4. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1971. – 288 с.

УДК 534.6:006.89

Вінниченко О.М., с.н.с., Шпак О.В., аспірант,
Кізлівський І.Г., аспірант, Демчук Т. В., аспірант

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗВУКОВОЇ ХВИЛІ НА НЕПЕВНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ

Ключові слова: непевність вимірювання, потужність ультразвуку, температура, ультразвук, швидкість звукові хвилі

Активне застосування ультразвукових методів лікування та діагностики призвело до створення складних медичних діагностичних систем та лікувальних апаратів, ефективність та безпечність роботи яких, зокрема, залежить від їх вихідної потужності.

Для забезпечення простежуваності вимірювання до національного та міжнародних еталонів, необхідно знати складові непевності та їх вклад в загальний результат вимірювання.

У даній роботі, було розглянуто залежність непевності результату вимірювання ультразвукової потужності від зміни швидкості розповсюдження звукової хвилі, обумовлену зміною температури води.

У базовому рівнянні для вимірювання ультразвукової потужності за ДСТУ EN 61161:2018 [1]:

$$P = F \quad c \tag{1}$$

де F – радіаційна сила, з якою діє на мішень падаюча звукова хвиля з потужністю P;

c – швидкість звуку у воді.

У більшості практичних вимірювань, за основу, для визначення c приймають табличні значення швидкості наведені в Додатку Е до ДСТУ IEC 62127-2:2009 [2].

Наведені в [2] та інших джерелах [3-9] залежності значення c від температури отримують у вигляді многочлена:

$$c = \sum_i a_i T^i, \tag{2}$$

де c – значення швидкості, м/с;

a_i – коефіцієнт i-го порядку, м/с·(ºС)^i;

T^i – значення температури в степені i, (ºС)^i.

Зазвичай обчислення обмежують членом п’ятого порядку.

Офіційний сайт провідної лабораторії в галузі дослідження ультразвуку NPL (Великобританія) [3] повідомляє, що доцільно використовувати коефіцієнти многочлена визначені та опубліковані авторами N. Bilaniuk та G.S.K. Wong у 1993 р. [4, 5], які були скориговані зі статті V.A. Del Grosso та C.W. Mader [6] до НТШ 90 (1990 International Temperature Scale) та представлені многочленом:

$$\begin{aligned} c = {} & 1402{,}38744 + 5{,}03836171 \cdot T - 5{,}81172916 \cdot 10^{-2} \cdot T^2 + 3{,}34638117 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 \\ & - 1{,}48259672 \cdot 10^{-6} \cdot T^4 + 3{,}16585020 \cdot 10^{-9} \cdot T^5 \end{aligned} \tag{3}$$

Ще один варіант формули для визначення швидкості звуку у чистій воді в залежності від температури подано у статті W. Marczak [7], де скомбіновані дані зі статей [6], [8], [9] та представлені в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} c = {} & 1402{,}385 + 5{,}038813 \cdot T - 5{,}799136 \cdot 10^{-2} \cdot T^2 + 3{,}287156 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 \\ & - 1{,}398845 \cdot 10^{-6} \cdot T^4 + 2{,}787860 \cdot 10^{-9} \cdot T^5 \end{aligned} \tag{4}$$

Отримані значення c за цими джерелами в діапазоні температур від 17 ºС до 26 ºС (відповідно до діапазону температур в якому відтворюють одиницю потужності ультразвуку на національному первинному еталоні НДЕТУ AUV-01-2018) представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Залежність швидкості звуку у чистій воді від температури

T, ºC	Значення *c*, м/с, (згідно джерела)		
	[1]	[4, 5]	[7]
17	1472,8	1472,77	1472,79
17,5		1474,42	1474,44
18	1476,1	1476,05	1476,07
18,5		1477,66	1477,68
19	1479,2	1479,25	1479,27
19,5		1480,81	1480,83
20	1482,4	1482,36	1482,38
20,5		1483,88	1483,90
21	1485,4	1485,39	1485,41
21,5		1486,87	1486,89
22	1488,3	1488,33	1488,36
22,5		1489,78	1489,80
23	1491,2	1491,20	1491,23
23,5		1492,61	1492,63
24	1494,0	1493,99	1494,02
24,5		1495,36	1495,38
25	1496,7	1496,70	1496,73
25,5		1498,03	1498,05
26	1499,4	1499,34	1499,36

Результати, отримані за виразом (3) співпадають з наведеними в Додатку Е до [2].

Максимальні відхилення $\max\Delta_c$ між значеннями наведеними в таблиці 1 для кожної температури не перевищують 0,07 м/с (для температури 19 ºС). Значення отримані згідно [4, 5] та [7] практично не відрізняються між собою та менші за максимальну різницю (розмаху між значеннями) 0,07 м/с. За номінальне значення c_{nom} приймається значення 1486,87 м/с за температури 21,5 ºС. У робочому діапазоні температур води від 18 °С до 25 °С, зміна швидкості знаходиться в межах ± 11 м/с, що може привести до відносної систематичної похибки визначення швидкості та відповідної потужності в межах ± 0,0075 (± 0,75 %).

Сумарна непевність за типом В для отриманого значення c_{nom} з врахуванням вимірювання температури може бути оцінена за формулою:

$$u_{cT} = \sqrt{u^2_{max\,\Delta_c} + u^2_{calT} + u^2_{dT}}, \qquad (5)$$

де $u_{\max\Delta_c}$ – непевність за типом В обумовлена розкидом значень, представлених в табл. 1, для якої можна прийняти відносне значення $\frac{u_{\max\Delta_c}}{1486,87\sqrt{3}} = 0{,}00000026$ (прийнявши рівномірний закон розподілу);

u_{calT} – непевність за типом В обумовлена максимально допустимою похибкою калібрування термометра ±0,1 ºС (що відповідає відхиленням значення швидкості до ± 0,35 м/с), з відносним значенням $\frac{0{,}35}{1486,87\sqrt{3}} = 0{,}00014$ (прийнявши рівномірний закон розподілу);

u_{dT} – непевність за типом В обумовлена дискретністю показів термометра (0,1 ºС), з відносним значенням 0,00014 (за аналогією з u_{calT} прийнявши рівномірний закон розподілу в межах одиниці останнього розряду показів термометра).

Оцінка u_{cT} за формулою (5) не перевищує відносного значення 0,02 % (0,29 м/с для значення 1486,87 м/с).

Для вимірювань потужності у робочому діапазоні температур води від 18 °С до 25 °С, значення швидкості поширення ультразвукових хвиль обчислюють за виразом (3) згідно [4, 5].

Зміну c у робочому діапазоні температури води потрібно враховувати щоб вилучити систематичну складову похибки до (± 0,75 %) обумовлену зміною температури води та враховувати вплив температури води через складову непевності u_{cT} (не більше 0,02 %), якою можна знехтувати в більшості практичних випадків вимінювань.

Викладену методику оцінки складової непевності обумовлену швидкістю поширення ультразвукової хвилі можна використовувати під час оцінювання непевності вимірювання (калібрування) із застосуванням ультразвукових засобів вимірювання.

1. ДСТУ EN 61161:2018 (EN 61161:2013, IDT; IEC 61161:2013, IDT) Ультразвук. Вимірювання потужності. Системи врівноважування радіаційної сили та вимоги до функційних характеристик

2. ДСТУ IEC 62127-2:2009 Ультразвук. Гідрофони. Частина 2. Калібрування для ультразвукових полів частотою до 40 МГц (IEC 62127-2:2007, IDT)

3. http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/soundpurewater/content.html

4. N. Bilaniuk and G. S. K. Wong (1993), Speed of sound in pure water as a function of temperature, J. Acoust. Soc. Am. 93(3) pp 1609-1612, as amended by

5. N. Bilaniuk and G. S. K. Wong (1996), Erratum: Speed of sound in pure water as a function of temperature [J. Acoust. Soc. Am. 93, 1609-1612 (1993)], J. Acoust. Soc. Am. 99(5), p 3257

6. V.A. Del Grosso and C.W. Mader (1972), Speed of sound in pure water, J. Acoust. Soc. Am. 52, pp. 1442-1446

7. W. Marczak (1997), Water as a standard in the measurements of speed of sound in liquids J. Acoust. Soc. Am. 102(5) pp 2776-2779

8. K. Fujii and R. Masui (1993), Accurate measurements of the sound velocity in pure water by combining a coherent phase-detection technique and a variable path-length interferometer, J. Acoust. Soc. Am. 93, pp. 276-282

9. W. Kroebel and K-H. Mahrt (1976), Recent results of absolute sound velocity measurements in pure water and sea water at atmospheric pressure, Acustica 35, pp 154-164.

УДК 681.787

Гаврилів Д. В., аспірант, Семенченко М. О. студент

ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ ТА МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНІ КЕРАМІЧНИХ ДИСКІВ

Ключові слова: глибинне навчання, машинний зір, цифровий мікроскоп, технічна кераміка, цифрова фільтрація, цифрова обробка зображень, дефекти поверхні.

Технічна кераміка часто застосовується в текстильній промисловості через їх унікальні властивості, такі як твердість і довговічність. Наприклад, напрямні диски [1] утворюють структуру нитки виготовлену з синтетичних матеріалів, забезпечуючи швидке і плавне ковзання. На стадії формування керамічні інструменти (фрикційні диски, різці) використовуються для формування волокна, що є запорукою еластичності ниток. Однак через свою неоднорідність, зернистість, крихкість, при спіканні та шліфуванні керамічні деталі часто отримують дефекти поверхні. Такі дефекти пошкоджують пряжу, тканину, тому необхідний точний контроль якості поверхні. Зазвичай завдання візуального інспектування виконують контролери, що внаслідок суб'єктивних чинників зумовлює помилки інспекції. Перевірка якості виготовлення виробів і обробки поверхонь є важливим кроком для дотримання технології на виробництві. Оптичні вимірювальні прилади та цифрова обробка зображень дозволяють автоматизувати, пришвидшити та зменшити витрати на контроль якості. Цифровий мікроскоп дозволяє виявити візуальні дефекти в діапазоні від 50 до 500 мкм не змінюючи масштабування. У подальшому отримане зображення попередньо обробляється за допомогою цифрових фільтрів, покращуючи контрастність, застосовуючи порогову функцію, а методи машинного навчання дозволяють мікропроцесору відсортувати деталі (допуск деталей до наступних стадій виробництва чи бракування).

Цифровий мікроскоп робить фотографій розміром 640 на 480 пікселів керамічного диска з оптимальним збільшенням. Після чого кольорове зображення перетворюємо в чорно-біле і використовується адаптивне вирівнювання гістограми. Це звичайна техніка обробки зображень і зазвичай збільшує контрастність зображень. Завдяки структурі зернистості фотографій контраст обмеженого адаптаційного вирівнювання гістограми показав кращі результати, ніж усереднене вирівнювання (рис. 1). Після цього, кадр розмиваємо, забираємо шуми і за допомогою адаптивної порогової функції зменшуємо кількість особливих точок, для ефективної роботи Oriented FAST and Rotated BRIEF (рис. 2) (ORB [2]).

Класичні алгоритми виявлення аномалії виявили сильну залежність від освітлення, зернистості дисків, морфології дефектів та розміру дефектів. В результаті алгоритм показує не стабільні результати. Для підвищення якості зображення використовувались декілька світлодіодів під кутом ковзання до поверхні в діапазоні 5-10°. Ця модифікація помітно збільшує морфологічний контраст кадрів. Тим не менш, кожна невелика зміна освітлення, структури поверхні, може вимагати внесення змін у програмне забезпечення. Зміни в технічних характеристиках дисків, викликані залежністю цих характеристик від сировини, виготовлення та спікання, мають великий вплив на методи класичного підходу. У той же час точна настройка параметрів фільтрації, контрастності, оцінки параметрів дефектів вимагає роботи фахівця з цифрової обробки зображень для отримання достовірної інформації із зображення. Необхідність тонкої настройки починається з вирівнювання гістограми. Метод використовує два параметри: розмір «плитки» (площа, що використовується при усередненні) та «межа обрізання», що є специфічним параметром для CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram

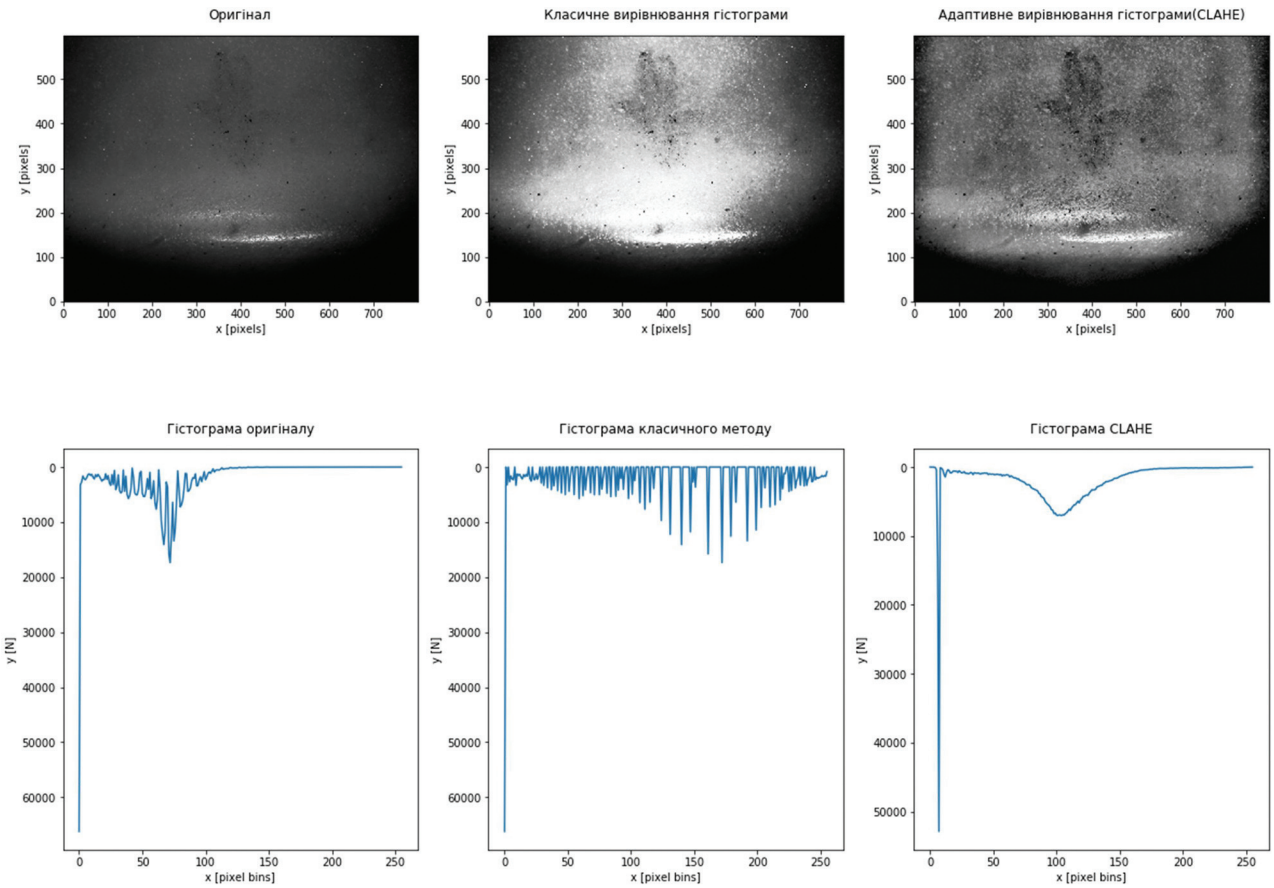


Рис. 1. Порівняння методів покращення контрасту методом нормалізації гістограми

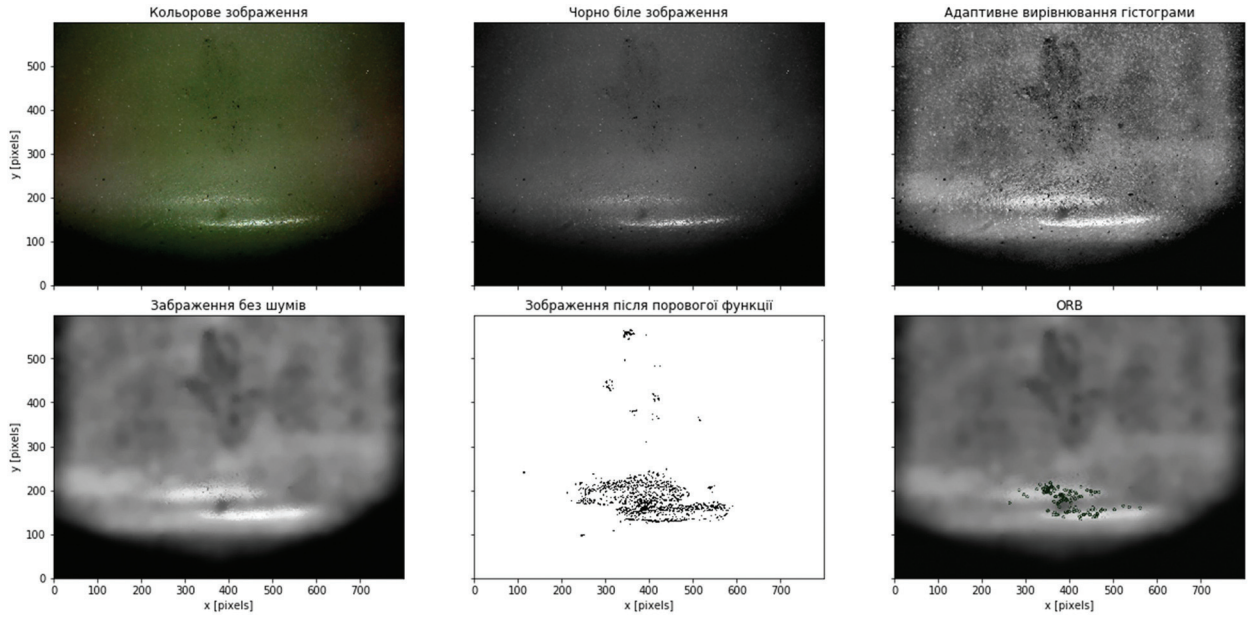


Рис. 2. Процес цифрової обробки зображення

Equalization) і використовується для обмеження підсилення. Крім того, фільтр шумів використовує 3 параметри, значення яких залежать від структури диска. Функція розмиття у свою чергу використовує 3 змінні, в залежності від диска, величини. Наступний застосування функції адаптивного порогу – 2 параметри. Підводячи підсумок, існує 10 параметрів, які впливають на ефективність застосування ORB для дефектів.

Використання машинного навчання для автоматизації визначення дефектних деталей довело свою ефективність у проведених експериментах. Для ефективної роботи необхідна велика кількість тестових зразків та їх точна подальша обробка. У своїй роботі ми використали бібліотеки TensorFlow та Keras, для тренування спеціалізованого детектора об'єктів [3]. Використано алгоритм Inception Single Shot MultiBox Detector [4] для отримання ймовірності та координат дефектної області. Труднощі з якими ми зіткнулися це в першу чергу нестача потрібних для тренування даних. Для навчання точних детекторів необхідно близько 5000 зображень дефектних дисків. Для вирішення цього завдання було застосовано синтетичне створення зображень. Наступним завданням є тренування моделі. Для тренування моделі необхідно провести велику кількість навчальних ітерацій. Для оптимізації, було використано модель з навченими вагами, та проведено 5 тисяч калібрувальних навчань у результаті яких отримано результати для одного типу дефектів (при 1200 синтетичних зразках). Отриманий результат – розпізнавання дефекту з 96% ймовірністю є важливим для ілюстрації можливостей машинного навчання. Для отримання якісних результатів для дефектів різної форми та розмірів та встановлення особливих рис дефектів необхідно збільшити кількість зразків для навчання та кількість тренувань. Оцінка швидкості тренування, середньої точності, та здатності до узагальнення нових моделей від попередньої обробки зображень є важливим завданням для майбутніх досліджень.

1. Rauschert. Ceramic Friction and Guide Discs // RAUSCHERT GmbH. – 2013. – URL: http://www.leclairmeert.be/files/6714/5769/8812/PB_Ceramic_Discs_GB.pdf.

2. Rublee, Ethan & Rabaud, Vincent & Konolige, Kurt & Bradski, Gary. (2011). ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. 2564-2571. 10.1109/ICCV.2011.6126544.

3. Inception Single Shot MultiBox Detector for object detection / N.Chengcheng, Z. Huajun, S. Yan, T. Jinhui. // 2017 IEEE International Conference on Multimedia Expo Workshops (ICMEW) (Hong Kong, 10-14 July 2017). Hong Kong, 2017. p. 549–554. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8026312

4. Vladimirov L. Training Custom Object Detector / Lyudmil Vladimirov // TensorFlow API. – 2019. URL: https://tensorflow-object-detection-api-tutorial.readthedocs.io /en/latest/training.html

УДК 681.3

Герасимов С.В., д.т.н. с.н.с., Грекуляк М.В., аспірант

ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Ключові слова: літальний апарат, контроль, параметри, технічний стан

Ефективність експлуатації літальних апаратів (літаків, гелікоптерів, безпілотних літальних апаратів тощо) залежить від своєчасного виявлення можливих відмов. Так, наявність відмови в апаратурі літального апарата може мати дуже негативні наслідки – від затримки рейсу до катастрофи при зльоті (посадці) або безпосередньо під час польоту. Своєчасне виявлення можливих відмов літальних апаратів дозволяє проведення контролю їх технічного стану. Тому, контроль технічного стану літальних апаратів направлений на підвищення достовірності інформації про реальний технічний стан. Але, при цьому, необхідно враховувати, що постійний контроль знижує коефіцієнт готовності літального апарату та збільшує витрати на його експлуатацію [1]. Отже, актуальним є завдання визначення оптимальних параметрів контролю технічного стану літальних апаратів для забезпечення необхідного рівня достовірності контролю та зниження вартості проведення контролю, бо це впливає на експлуатаційні витрати літальних апаратів. Неоптимальний (неправильний) вибір параметрів контролю веде до великих непродуктивних витрат, зниженню достовірності контролю й ефективності застосування літальних апаратів за призначенням. Тому, оптимальний вибір параметрів контролю є однією з найбільш важливих і складних задач теорії контролю технічного стану систем, до яких належать й літальні апарати [2].

На сьогодні розроблено велику кількість методів обґрунтування номенклатури параметрів контролю складних технічних об’єктів, у тому числі літальних апаратів, які можна розбити на дві групи: експертні [1] – [3] і розрахункові [3] – [5].

Експертні методи полягають у визначені індивідуальних оцінок кожного параметра літального апарату групою експертів, усереднені цих оцінок і прийнятті висновків щодо включення (виключення) до номенклатури контрольованих тих параметрів, середні значення оцінок яких перевищують допустимі межі. При виставлянні оцінок експерти враховують важливість або “вагу” кожного параметра, можливість його вимірювання, вимоги безпеки й інші фактори. Основний недолік експертних методів є суб’єктивний фактор, тобто параметр може бути оцінений різними експертами далеко неоднозначно. А це для літальних апаратів може призвести до помилкового висновку про “вагу” параметру контролю та необґрунтованого виключення з числа контрольованих того параметра, не виявлена вчасно відмова якого може призвести до значного матеріального збитку або навіть загибелі людей [2, 3].

До розрахункових належать методи, що ґрунтуються на оцінці різних показників якості літальних апаратів, наприклад, показників надійності елементів, показників ремонтопридатності та інших [3]. Вони базуються на побудові математичної моделі об’єкта та вирішенні задачі оптимізації складу параметрів контролю, що залежить від обраного критерію оптимізації [4, 5].

Однак, при обґрунтуванні складу параметрів контролю, особливо літальних апаратів, які створюються, можуть виникнути протиріччя. Наприклад, якщо вартість проведення контролю параметрів наявними засобами вимірювальної техніки перевищує вартість самого зразка літального апарату, тобто контроль економічно невигідний. Це зв’язано з тим, що кількість параметрів контролю літальних апаратів неоднозначна пов’язана з показниками якості цієї системи. Для одержання оптимального рішення використовується метод послідовного наближення, що полягає в багаторазовому вирішенні задач оптимізації складу параметрів контролю літальних апаратів [5].

До розрахункових методів вибору параметрів контролю зразків літальних апаратів належать й методи, які ґрунтуються на розв'язанні систем нерівностей, що визначають співвідношення між отриманими та необхідними значеннями тривалості вимірювань, вартості засобів вимірювальної техніки, періодичності контролю кожного параметра, достовірності помилкової та невиявленої відмов. Основний недолік цих методів у тому, що вони не враховують параметри експлуатації засобів вимірювальної техніки, які застосовуються при контролі літальних апаратів [3], [4].

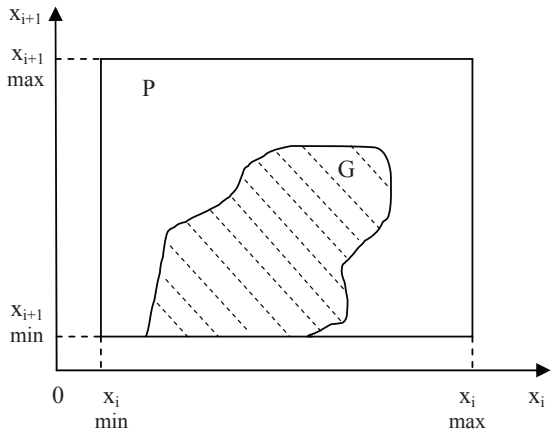
Метою доповіді є розробка методу, який дозволяє обґрунтовувати кількість параметрів контролю при визначенні технічного стану літальних апаратів.

Результати контролю таких параметрів дозволяють визначити дійсний (реальний) технічний стан літальних апаратів за умови забезпечення потрібного (необхідного) рівня оперативності (зворотної величини часу), достовірності при проведенні цього контролю. Крім того, запропонований метод встановлення раціонального складу параметрів контролю при визначенні технічного стану літальних апаратів дозволяє призначати допустимі відхилення параметрів контролю, так як це визначає кількісну та якісну оцінки проведення контролю літальних апаратів [3].

Оцінка обґрунтованості вибору параметрів контролю включає оцінку достовірності визначення реального (поточного) технічного стану та умов мінімізації обсягу вимірювань, проведених при контролі технічного стану літальних апаратів.

При визначенні технічного стану під час експлуатації літальних апаратів у ряді випадків відома апріорна інформація про статистичні характеристики параметрів контролю (похибку, дисперсію, кореляційні зв'язки). Це дозволяє у окремих випадках проводити прогнозування частини параметрів контролю без проведення їх безпосередніх вимірювань (рис. 1).

В умовах обмеженого об'єму емпіричних даних пропонується виходити з того, що не слід відновлювати всю функціональну залежність, яка характеризує працездатність літальних апаратів, від параметрів контролю. При цьому метою контролю є визначення значень зазначеної функції у заданих точках (рис. 2).



P – апріорна область;
G – апостеріорна область

Рис. 1. Область відхилення параметрів контролю літальних апаратів

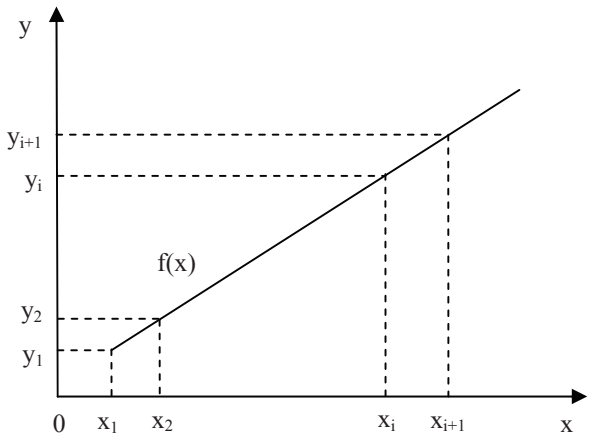


Рис. 2. Функціональна залежність, яка характеризує працездатність літальних апаратів за даними контролю обмеженої групи параметрів

Пропонуємо розглянути дві задачі відновлення функціональної залежності, яка характеризує працездатність літальних апаратів, за даними контролю обмеженої групи параметрів.

1. Відновлення у класі F(x, a) функціональної залежності y = f(x) за емпіричними даними

$$x_1, y_1; x_2, y_2;...; x_i, y_i, \quad (1)$$

2. Відновлення у класі F(x, a) значень функції y = f(x) у точках:

$$x_{i+1};...; x_{i+r}. \quad (2)$$

Функція F(x, a) є класом індикаторних функцій, тобто функцій, які приймають два значення: нуль і одиниця; a – параметр, який належить деякій множині, конкретне значення якого a* визначає конкретну функцію F(x, a*) класу F(x, a).

У загальному випадку задачу контролю технічного стану літальних апаратів можна описати наступним чином. Кожному вектору $\bar{x}$ ставиться у відповідність число y, яке отримане за допомогою випадкового випробування (вимірювання параметру) відповідно до умовної щільності імовірності ρ(y/x). Інакше, кожному параметру контролю x_i ставиться у відповідність закон ρ(y/x), відповідно якому при випадковому випробуванні реалізується вибір y.

Існування такого роду зв'язків відображає наявність стохастичних залежностей між вектором $\bar{x}$ і скаляром y. Повне знання стохастичних залежностей потребує відновлення умовної щільності ймовірності ρ(y/x). Така задача відновлення умовної щільності досить важка. Однак для обробки результатів вимірювань потрібно знати не щільність імовірності ρ(y/x), а лише одну з її характеристик – функцію умовного математичного очікування, тобто функцію, яка кожному вектору $\bar{x}$ ставить у відповідність число y(x), яке дорівнює математичному очікуванню скаляра y:

$$y(x) = \int y\,\rho(y/x)dy. \quad (3)$$

Запропонована наступна постановка задачі щодо визначення необхідної кількості параметрів контролю літальних апаратів.

Нехай літальних апаратів характеризується щільністю розподілу ймовірності P(x), при цьому кожному вектору $\bar{x}$ ставиться у відповідність число y, яке отримане за результатами реалізації випадкового випробування за допомогою засобів вимірювань відповідно до закону ρ(y/x). Ні якості об'єкта P(x), ні закон ρ(y/x) не відомі. Однак відомо, що існує регресія y = y(x). Потрібно за випадковою незалежною вибіркою пар (1) відновити регресію, тобто у класі функцій F(x, a) знайти функцію F(x, a*), яка найбільш близька до регресії y(x).

Метою розв'язання задачі є визначення функціональної залежності y = y(x) у ситуації, коли у будь-якій точці x може бути проведений експеримент для визначення цієї залежності, тобто проведені прямі вимірювання величини y* = y(x*).

Вважаємо, що випадкові величини y_{x_i} і y_{x_j} $(i \neq j)$ незалежні.

При цих умовах необхідно за кінцевим числом прямих вимірювань відновити функцію y = y(x). Таким чином, потрібна залежність є регресією, а суть задачі полягає в знаходженні регресії за послідовністю пар $x_1, y_1;...; x_i, y_i$.

Від якості проведення контролю технічного стану літальних апаратів траєкторних вимірювань залежить ефективність і безпека проведення випробувань літальних апаратів. Запропонований метод, який дозволяє обґрунтовувати кількість параметрів контролю залежно від їх впливу на функцію якості функціонування літальних апаратів і призначення їх допустимих відхилень.

Результати імітаційного моделювання при перевірці запропонованого методу довели, що такий метод дозволяє обґрунтувати номенклатуру параметрів контролю для визначення дійсного (реального) технічного стану літальних апаратів за умови забезпечення потрібного (необхідного) рівня оперативності контролю при заданому рівні достовірності цього контролю.

Отримання оперативної інформації про технічний стан літальних апаратів дозволить підвищити якість виконання поставлених завдань, наприклад, зменшити імовірність втрати таких літальних апаратів за рахунок невиявлених відмов.

1. Чинков В.Н., Герасимов С.В. Комплексная методика оптимизации контролируемых параметров сложных технических объектов / В.Н. Чинков, С.В. Герасимов // Украинский метрологический журнал. – 2003. – № 1. – С. 11–15.

2. Герасимов С.В. Розробка оптимальної методики контролю параметрів технічних систем за критерієм точності / С.В. Герасимов // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2014. – № 1. – С. 213–216.

3. Герасимов С.В. Методика обґрунтування номенклатури параметрів контролю радіотехнічних систем і призначення їх допустимих відхилень / С.В. Герасимов, В.В. Грідіна // Системи обробки інформації. – 2018. – Вип. 2 (153). – С. 159–164.

4. Чинков В.М. Варіаційний метод і методики синтезу оптимального вимірювального сигналу для контролю технічного стану системи автоматичного управління / В.М. Чинков, С.В. Герасимов // Український метрологічний журнал. – 2014. – № 1. – С. 59–64.

5. Герасимов С.В. Постановка проблеми розробки оптимальної методики контролю параметрів технічних систем при експлуатації за станом // Системи обробки інформації. – 2013. – Вип. 9 (116). – С. 7–11.

УДК 620.3

Голік В., апірант, Дядюра К.О., д.т.н., професор,
Гребеник Л.І., к.б.н., доцент, Суходуб Л.Ф., д.ф-м.н., професор

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ОЦІНКИ ЕКОТОКСИЧНОСТІ НАНОМАТЕРІАЛІВ

В останні роки спостерігається інтенсивне зростання обсягів виробництва різної продукції на основі наноматеріалів. Застосування нанотехнологій спрямовано на отримання максимальної соціальної користі від використання наноматеріалів у різних галузях економіки, у тому числі, для збереження природних ресурсів та покращення якості життя конкретної людини. Попередні оцінки розвитку нанотехнологій у світі показують перспективи щодо динаміки збільшення ринковою вартості виробництва – у 2021 році вона може досягти 90,3 млрд доларів США [1]. Поряд з цим, у суспільстві зростає стурбованість з приводу ризиків, які можуть виникати у процесах створення та використання наноматеріалів. У першу чергу це стосується наслідків впливу нанорозмірних об'єктів, їх агломератів та агрегатів (НОАА) на здоров'я людини та навколишнє середовище [2, 3, 4, 5, 6]. Оцінка цих ризиків є предметом кількох висновків та рекомендацій Наукового комітету по виникненню та ідентифікації нових ризиків для здоров'я (SCENIHR). Загальний висновок полягає у тому, що наноматеріали самі по собі не є небезпечними, але у багатьох аспектах існує наукова невизначеність щодо їх безпеки. У зв'язку з цим оцінка безпеки повинна здійснюватися у кожному конкретному випадку застосування наноматеріалів. Саме тому розробка уніфікованих процедур, чітких та однозначних критеріїв для визначення наноматеріалів та методів їх тестування з точки зору безпеки для здоров'я людини та навколишнього середовища, які б увійшли до стандартів та рекомендацій з охорони праці, правил для подання інформації про безпеку продуктів та матеріалів, що містять наночастинки та їх сертифікація, стають пріоритетними напрямами наукових досліджень в Україні та світі.

Незважаючи на достатньо велику кількість результатів досліджень НОАА та розробку новітніх підходів до комплексного аналізу фізико-хімічних параметрів наночастинок, існуючі у даний час токсикологічні та екотоксикологічні методи не дозволяють у повному обсязі оцінити усі ризики та визначити потенційно небезпечні ефекти наноматеріалів. Відсутність єдиної методології ускладнює систематизацію результатів різних лабораторій щодо безпеки нових різноманітних наноматеріалів. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці ефективних методів тестуванні наноматеріалів з метою виявлення можливих негативних впливів на живі організми. На сьогодні існує декілька законодавчих актів ЄС та технічних рекомендацій, що підтримують імплементацію нормативних документів із специфічними посиланнями на наноматеріали. Метою даної роботи є аналіз існуючих стандартизованих методів вивчення наночастинок з точки зору оцінки ризиків для людини та екосистем, який дозволить визначити перспективність розробки алгоритму комплексного дослідження несприятливого впливу наноматеріалів на біологічні об'єкти.

У 2011 році Європейська Комісія (ЄК) прийняла Рекомендацію (2011/696 / ЄС), яка визначає термін «наноматеріал» [7]: «Наноматеріал – це природний, випадковий або виготовлений матеріал, який містить частинки у вільному стані або у вигляді сукупності/агломераті, для 50% яких зовнішні розміри знаходиться у діапазоні розмірів 1–100 нм». Визначення для наноматеріалу охоплює лише тверді частинки при нормальній температурі та тиску (298,15 К та 101,325 Па). У конкретних випадках або у разі обгрунтування небезпеки для навколишнього середовища та здоров'я людини поріг розподілу чисельності частинок за розміром може бути змінений на поріг у діапазоні від 1 до 50%. Відповідно до сучасного рівня знань про структуру НОАА – це підгрупа частинок з одним, двома або трьома зовнішніми розмірами у

нанорозмірному діапазоні від приблизно 1 до 100 нм, які за первинною структурою можуть бути сферами, волокнами, трубками або мати іншу форму. Наявність наночастинок у повітрі створює певні ризики для здоров'я, які пов’язані з їх надходженням в організм при вдиханні та реалізацією токсичного впливу НОАА на органи людини. Незважаючи на те, що властивості, поведінку та біологічно небезпечні впливи нанорозмірних частинок пов’язують з їх фізико-хімічними параметрами, ризики обумовлені в першу чергу невизначеністю ефектів взаємодії створених наноматеріалів з біооб’єктами.

Стандарт ISO 10993-1:2018 дає визначення біологічному ризику як поєднанню ймовірності заподіяння шкоди здоров'ю у результаті побічних реакцій, які пов'язані з взаємодією медичного пристрою або матеріалу та серйозністю такого шкоди.

Загально прийнято, що концепція ризику має два ключові компоненти: ймовірність виникнення безпеки та її наслідки. Мається на увазі наскільки значимі вони можуть бути для здоров'я людини та навколишнього середовища. Достовірна та коректна інформація про основні характеристики НОАА є невід’ємною частиною оцінки можливих ризиків [8, 9, 10].

Вибір пріоритетних фізико-хімічних параметрів для опису наноматеріалів та методів їх визначення безпосередньо обумовлені подальшим використанням нанорозмірних об’єктів. На теперішній час лімітуючим фактором вибору параметрів та методів для їх виміру є недостатня кількість науково обґрунтованої інформації щодо взаємозв’язку між фізико-хімічними характеристиками наноматеріалів та потенційною їх небезпекою для живих організмів. Незважаючи на це міжнародна організація зі стандартизації (ISO) [11] рекомендує для оцінки ризиків, пов’язаних з виробництвом, використанням та утилізацією наноматеріалів враховувати наступні фізико-хімічні параметри: розмір/розподіл частинок, стан агрегації/агломерації, морфологія, форма (довжина, ширина, співвідношення найдовшого та найкоротшого розміру сторін), щильність, площа поверхні/пітома площа поверхні, хімічний склад (з урахуванням домішок), хімія поверхні, поверхневий заряд, розчинність, диспергованість, каталітична активність та інші. Хімічна природа частинок визначає вибір відповідних методів характеризації. Тому підходи, які можуть бути використані для оцінки розподілу розміру частинок, базуються на різних принципах вимірювання. Рівень деталізації, який вони надають, та область їх застосування можуть значно відрізнятися.

Наноматеріали, що мають особливі властивості, можуть потребувати іншої класифікації і маркування, що обумовлює застосування інших методів тестування та оцінки ризику. Так, наприклад, Науковий комітет з питань безпеки споживачів (SCCS), на рекомендації якого покладається Європейська комісія стосовно контролю нанотехнологій, у жовтні 2019 року прийняв довгоочікуваний документ «Керівництво з оцінки безпеки наноматеріалів у косметиці». В цьому документі визначені не лише параметри НОАА, вимір яких слід забезпечити для подальшого використання наноматеіалів. Наданий також перелік методів для ідентифікації та характеристики наноматеріалу, що пропонується для використання у косметології.

Особливої уваги заслуговують методичні підходи, які враховують поведінку наночастинок при їх взаємодії з біообєктами. Серед них слід виділити наступні чотири групи:

– епідеміологія / професійна медицина;
– методи in vivo з тваринами;
– методи in vitro та in silico;
– методи визначення фізико-хімічних властивостей.

Нажаль, на теперішній час практично не існує експериментально доведених даних про наслідки впливу нанооб’єктів на популяції живих організмів, як частин екосистеми.

Аналіз методів визначення біобезпеки наноматеріалів показав, що для обґрунтованого прийняття рішень на початкових стадіях досліджень та при розробці продукції з НОАА

корисними є токсикологічні скринінг-тести [11]. Крім того, оцінка нанобезпеки повинна включати токсикокінетичні дослідження, які можуть надати інформацію про потенційні «органи-мішені» для наночастинок, їх транспорт і стійкість у тканинах [12]. Поряд з цим, для оцінки небезпечних впливів наноматеріалів пропонують враховувати можливість утворення у клітинах активних форм кисню (Reactive oxygen species - ROS), надмірна кількість яких провокує розвиток оксидативного стресу з небезпечними наслідками для всього організму. Кількісна оцінка ROS можлива за допомогою методу електронно-спінового резонансу [13]. У відповідності до сучасних етичних та наукових норм проведення експериментальних досліджень існує глобальна тенденція щодо заміни традиційних досліджень in vivo (з використанням лабораторних тварин) на покращені модельні системи in vitro (з використанням бактерій, культури тканин, зрізів тканин) та комп'ютерне моделювання - in silico. З кожним роком зростає кількість стандартизованих методик, які дозволяють провести оцінку екотоксичності наноматеріалів саме за допомогою методів in vitro та in silico. На теперішній час перспективними організмами для вирішення подібних завдань є гідробіонти, які можуть бути використані з метою прогнозування можливого несприятливого впливу наночастинок на екосистеми. Один з міжнародних стандартів рекомендує методику використання водних ракоподібних (Artemia salina) [14] для оцінки ризиків впливу наноматеріалів на екосистеми з солоною водою.

Масове виробництво наноматеріалів та їх застосування призводить до суттєвого зростання кількості працівників, які працюють з ними та, можливо, піддаються небезпечним впливам. Крім того, спостерігається збільшення екологічного навантаження на навколишнє середовище через розповсюдження цих матеріалів в промислових процесах. Впровадження професійної безпеки та гігієни праці має важливу роль та потребує використання міжнародних стандартів для оцінки ризиків зберігання, використання та подальшої утилізації наноматеріалів.

На міжнародному рівні впроваджена масштабна програма досліджень для кращого розуміння та кількісної оцінки потенційних небезпек наноматеріалів. Через різноманітність зацікавлених сторін концепції управління ризиками для здоров'я людини та навколишнього середовища особливо важливі з точки зору безпеки створення та використання наноматеріалів. Властивості та можливі ризики, що пов'язані з наноматеріалами, не залежать від їх походження: природний об'єкт, створений випадково або результат керованого синтезу. На теперішній час, виходячи з наукових та методологічних принципів, не можливо сформувати переконливих вимог щодо безпеки вироблених наноматеріалів. Проте, на основі обережної оцінки ризику небезпеки і впливу на організм потрібно обирати запобіжні заходи аналогічним чином, як і для випадків роботи з небезпечними матеріалами. Обов'язковою умовою при оцінці ризиків є розуміння потенційного впливу наноматеріалу на всіх стадіях його «життєвого циклу».

Таким чином, розробка нормативної документації для управління і контролю у сфері нанотехнологій з акцентом на вимірювання параметрів наночастинок, оцінку ризиків впливу на екосистеми та здоров'я людини з урахуванням світового досвіду стандартизації є важливим напрямом для подальшого ефективного розвитку вітчизняного виробництва та використання наноматеріалів.

1. Jawad, Iain, Noyons, Ed, Winnink, Jos, Flament, Guillaume, Kuittinen, Hanna, Hartmann, Christian, Yegros, Alfredo, Misojcic, Milica, Allan, Jacqueline E. M NanoData Landscape Compilation. Update Report 2017. Publications Office of the European Union, 2018, p. 349.

2. Bouwmeester H., Van der Zande M. and Jepson M.A. (2018). Effects of food-borne nanomaterials on gastrointestinal tissues and microbiota. Wiley Interdiscip Rev. Nanomed Nanobiotechnol. 2018 Jan-Feb; 10(1): e1481.

3. Wu T. and Tang M. (2018). Review of the effects of manufactured nanoparticles on mammalian target organs. J Appl Toxicol. 38:25–40.

4. Capjak I., Goreta S. Š., Jurašin D.D., Vrček I.V. (2017). How protein coronas determine the fate of engineered nanoparticles in biological environment. Arh Hig Rada Toksikol; 68:245-253

5. Dobrovolskaia M. A. and McNeil S. E. (2016). Understanding the Correlation between in vitro and in vivo Immunotoxicity Tests for Engineered Nanomaterials. In: Frontiers in Nanobiomedical Research: Volume 6. Handbook of Immunological Properties of Engineered Nanomaterials. Volume 1: Key Considerations for Nanoparticle Characterization Prior to Immunotoxicity Studies. 2nd Edition. 317–344.

6. Agnes G. Oomen, Klaus Günter Steinhäuser, Eric A.J. Bleeker, Fleur van Broekhuizen, Adriënne Sips, Susan Dekkers, Susan W.P. Wijnhoven, Philip G. Sayre Risk assessment frameworks for nanomaterials: Scope, link to regulations, applicability, and outline for future directions in view of needed increase in efficiency. NanoImpact. Volume 9, January 2018, P. 1-13.

7. European Commission, 'Commission recommendation of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial', Off. J. Eur. Union L275, p38–40, 2011.

8. Regulation (EU) 2017/745 of 5 April 2017 on medical devices, amending Directive 2001/83/EC, Regulation (EC) No 178/2002 and Regulation (EC) No 1223/2009 and repealing Council Directives 90/385/EEC and 93/42/EEC OJ L 117, 5.5.2017, p. 1–175.

9. Regulation (EU) 2017/746 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on in vitro diagnostic medical devices and repealing Directive 98/79/EC and Commission Decision 2010/227/EU OJ L 117, 5.5.2017.

10. ISO 14971:2019(en) Medical devices – Application of risk management to medical devices.

11. ISO/TR 13014:2012(en) Nanotechnologies – Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment

12. ISO/TR 16197:2014(en) Nanotechnologies – Compilation and description of toxicological screening methods for manufactured nanomaterials.

13. ISO/TR 22019:2019 Nanotechnologies – Considerations for performing toxicokinetic studies with nanomaterials.

14. ISO/TS 18827:2017 Nanotechnologies – Electron spin resonance (ESR) as a method for measuring reactive oxygen species (ROS) generated by metal oxide nanomaterials.

15. ISO/TS 20787:2017(en) Nanotechnologies – Aquatic toxicity assessment of manufactured nanomaterials in saltwater lakes using Artemia sp. Nauplii.

УДК 539.1.073

Гоц Н., д.т.н., проф., Берестов Р., аспірант

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОСТІ РАДІОНУКЛІДІВ.

Ключові слова: Спектрометрія, радіометрія, методи, активність, вимірювання, альфа-, бета-, гамма-випромінювання.

Використання радіаційних технологій в різних галузях народного господарства, потреби наукових досліджень і пов'язане з ними широке використання радіонуклідів зумовили швидкий розвиток методів і засобів контролю характеристик джерел іонізуючих випромінювань. Якщо дозиметричні методи контролю дають змогу визначати інтенсивність полів іонізуючих випромінювань та їхній вплив на матеріали, і на біологічні тканини також, то радіометричні методи дають можливість визначати сумарні активності радіоактивних речовин. Однак у багатьох випадках можливості радіометричних методів недостатні, особливо коли виникає потреба визначити активності конкретних радіонуклідів, а в ядерно-фізичних дослідженнях – таких фундаментальних характеристик джерел випромінювання як стала розпаду, період напіврозпаду, абсолютні виходи випромінювань певних радіонуклідів тощо. Розв'язати ці завдання можна лише за допомогою спектрометричних методів – абсолютних і відносних. Абсолютні методи, володіючи високою точністю, мають істотний недолік – громіздкість апаратури, що не дає змоги активно використовувати їх у повсякденній практиці. Відносні ж методи дають змогу з достатньо високою точністю, яка в деяких випадках наближається до точності абсолютних методів, визначати характеристики джерел; їхньою суттєвою перевагою є доступність апаратури, добре розроблена і досконала методика вимірювань.

Спектрометричні методи застосовують при визначенні активності радіоактивних зразків, що містять суміш радіонуклідів різних видів. При цьому визначають активність кожного нукліда чи його відносний вміст. Такі завдання виникають при контролі об'єктів навколишнього середовища та продуктів харчування на радіоактивне забруднення, при аналізі чистоти радіонуклідної сировини (джерел та розчинів) з метою виявлення присутності домішкових радіонуклідів, в атомній енергетиці для контроля за степеню вигорання твелів та іншими технологічними процесами, при визначенні вмісту природніх радіоактивних речовин в руді, природніх та техногенних радіонуклідів в живих організмах і т.д.

Всі ці завдання, не дивлячись на їх специфіку і різноманітність, зводяться фактично до ідентифікації нуклідів в об'єкті та визначенню активності чи процентного вмісту. Ідентифікація проводиться, як правило, шляхом визначення енергії з інформативної частини спектра, виміряного на спектрометрі відповідного типу

Методи визначення вмісту альфа-випромінюючих радіонуклідів. Кількісний і якісний аналіз вмісту альфа випромінюючих радіонуклідів грає важливу роль в загальній оцінці радіологічної ситуації при контролі навколишнього середовища і для організації радіаційного захисту. І ця роль в сучасному світі буде тільки зростати, оскільки розвиток і функціонування ядерно-паливного циклу вимагає оцінки його впливу на навколишнє середовище.

Альфа-випромінювання радіоактивних ізотопів характеризується спонтанним випусканням альфа-частинок з енергіями, що зазвичай лежать в діапазоні 3-10 МеВ. Альфа-частинки мають відносно велику масу і є повільними. По цій причині вони швидко втрачають енергію в речовинах. Навіть товщини одного листа паперу достатньо, щоб їх затримати. Поглинання альфа-частинок в самій пробі є однією із причин, чому не можна визначити вміст того чи іншого радіонукліду при прямих вимірюваннях на альфа спектрометрі. Іншою причиною є те, що енергії альфа-частинок більшості ізотопів відрізняються одна від одної в малому

енергетичному діапазоні і роздільна здатність спектрометрів не дозволяє їх відрізняти. Тобто, визначення вмісту того чи іншого радіонукліду вимагає, у більшості випадків, його хімічного виділення з проби.

В подальшому увага буде звернена на визначення радіо екологічно-значущих радіонуклідів, забруднення якими оточуючого середовища може призвести до додаткового опромінення людини. При проведенні радіоекологічного моніторингу в елементах оточуючого середовища часто контролюються вміст ізотопів урану (234, 235, 238) та продуктів їх розпаду, трансуранових елементів: ізотопів плутонію (238,239,240), ^{241}Am і ізотопів кюрію.

Методи визначення вмісту бета-випромінюючих радіонуклідів. Активність бета-випромінюючих радіонуклідів може бути визначена непрямим методами, які базуються на фізичних ефектах взаємодії їх іонізуючого випромінювання з речовиною (радіометрія) або прямим методом - шляхом вимірювання кількості атомів радіонукліда, що присутні в пробі, з використанням мас-спектрометрів. Радіометричні методи базуються на іонізуючих властивостях бета-частинок. Проходячи через речовину гамма-кванти втрачають в ній енергію за рахунок взаємодії з атомарними електронами. В результаті взаємодії атоми речовини іонізуються (збуджуються). В залежності від властивостей речовини в ній може накопичуватись заряд, випромінюватись фотони. Величини накопиченого заряду або енергії фотонів в деяких випадках пропорційні енергії бета-частинок. Дія основних типів детекторів бета-випромінювання базуються саме на таких вторинному ефектах, спричинених взаємодією випромінювання з речовиною. Загалом, радіоізотопи з відносно коротким періодом напіврозпаду і , відповідно, високою питомою активністю (активність на одиницю маси ізотопу в Бк/г) найкраще ідентифікуються з використанням радіометричного методу. Радіоактивні ізотопи з великим періодом напіврозпаду і низькою питомою активністю найкраще визначається за допомогою мас-спектрометрії. Бета-частинки, що випускаються радіоактивним ізотопом, мають неперервний спектр. Їх енергія може змінюватись від майже повної енергії розпаду (E_{max}) і майже до нуля. Тому застосування бета-спектрометрії обмежене для якісної ідентифікації радіонуклідів у суміші, яка містить кілька бета-випромінюючих радіоізотопів. В основному, бета спектрометрія використовується для вимірювання вмісту бета-випромінюючих радіонуклідів у проба, які містять тільки певні радіонукліди з деякими обмеженнями на співвідношення між їх активностями. Загалом, визначання активності бета-випромінюючого радіонукліда пов'язане з його хімічним виділенням із проби та з наступним вимірюванням активності радіометричним методом з використанням різних детекторів. Для визначення для визначення сумарної бета активності можуть застосовуватись різні типи детекторів: лічильники Гейгера-Мюллера, іонізаційних камери, тверді сцинтиляційні детектори, напівпровідникові поверхнево бар'єрні детектори, газонаповнені і проточні пропорційні лічильники, рідкі сцинтилятори

Основна перевага бета-спектрометрії це можливість прямого вимірювання активності кількох радіонуклідів (зазвичай це ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{40}K) в пробі без їх хімічного виділення. Бета-спектрометрія дозволяє проводити як якісний так і кількісний аналіз вмісту радіонуклідів у пробі.

Гамма спектрометричний метод визначення вмісту радіонуклідів. Активність радіонуклідів може бути визначена непрямим методами, які базуються на фізичних ефектах взаємодії їх іонізуючого випромінювання з речовиною. Гамма спектрометричний метод базується на іонізуючих властивостях гамма-квантів. Проходячи через речовину гамма-кванти втрачають в ній енергію за рахунок взаємодії з атомарними електронами (рідше ядрами). В результаті взаємодії атоми речовини іонізуються (збуджуються). В залежності від властивостей речовини в ній може накопичуватись заряд, випромінюватись фотони. Величини накопиченого заряду або енергії фотонів в деяких випадках пропорційні енергії гамма-кванта. Дія основних

типів детекторів гамма випромінювання, які використовуються в гамма-спектрометрії базуються саме на таких вторинних ефектах, спричинених взаємодією випромінювання з речовиною.

Основна перевага гамма-спектрометрії це можливість прямого вимірювання активності багатьох радіонуклідів (гамма-випромінювачів) в пробі без їх хімічного виділення. Гамма-спектрометрія дозволяє проводити як якісний так і кількісний аналіз вмісту радіонуклідів у пробі.

1. ДСТУ ISO 10703-2001 Захист від радіації. Визначення об'ємної активності радіонуклідів методом гамма-спектрометрії з високою роздільною здатністю.

2. Левчук С. Довідник по основних методах визначення активності радіонуклідів. – Київ, 2016.

3. Грабовський В. А. Прикладна спектрометрія іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008.

УДК 006.91

Гут Т. П., Микийчук М. М., д.т.н., проф.

АНАЛІЗ МЕТРОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В ДІЯЛЬНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТА КАЛІБРУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

Ключові слова: метрологічний ризик, контроль якості, аналіз ризиків, управління ризиками, ризик-менеджмент.

На сьогодні в Україні активно триває процес зі створення випробувальних та калібрувальних лабораторій (ВЛ, КЛ), в основі діяльності яких лежать процеси вимірювання, пов'язані з певними невизначеностями та ризиками.

Початок розвитку ризик-менеджменту відбувся у фінансово-банківській сфері, проте останнім часом актуальність управління ризиками зростає та стає актуальним і в інших сферах (управління техногенними ризиками, управління ризиками підприємств) [1]. Процес управління ризиками охоплює різні аспекти роботи з ризиком, від ідентифікації і аналізу ризиків до оцінки їх прийнятності і визначення потенційних можливостей зниження ризику за допомогою вибору, реалізації і контролю відповідних управляючих дій. Особливо актуальним є питання управління метрологічними ризиками, як основними ризиками, які визначають ступінь керованості процесами вимірювань, рівень контролю точності результатів даних процесів, а отже, і затрати на їх забезпечення.

Для побудови ефективної системи управління метрологічними ризиками (МР) випробувальних та калібрувальних лабораторій необхідно точно визначити для себе поняття цього ризику.

У публікаціях [1, 2, 3] та нормативних документах [4, 5, 6, 7] наведені визначення ризику для різних галузей діяльності, де поняттю ризик присвоюється такий зміст: вірогідність втрат, можливість недосягнення мети, відхилення від норми, міра невизначеності діяльності, поєднання вірогідності події та її наслідків.

Внаслідок цього виникають різні неоднозначності, пов'язані з розкриттям суті самого ризику і пов'язаних з ним понять. В загальному випадку поняття ризику характеризує ймовірність настання певних подій у майбутньому, а ступінь ризику відображає можливі втрати [2, 3].

Теорія рішень розглядає ризик як вірогідність появи несприятливої події та визначається шляхом порівняння ймовірнісних величин. У теорії ігор кількісна величина максимального збитку, нанесеного в результаті небажаної події, називається ризиком і визначається як математичне сподівання функції втрат. Функцією втрат при оцінюванні МР можна вважати залежність втрат КЛ від недостовірності результатів вимірювань.

Тоді враховуючи вище зазначене, МР у процесах вимірювання можна визначити як ймовірність впливу результатів вимірювань на рішення про придатність результатів вимірювань, а мірою МР можуть бути втрати від недостовірності результатів вимірювань.

Таким чином, при дослідженні поняття МР необхідно виділити його базові характеристики:

– розглядається як вимірювана або така, що розраховується вірогідність;
– пов'язаний із настанням певної події (як правило, несприятливої);
– акцент робиться на кількісну і якісну оцінку – «міру ризику»
– поняття цього ризику розкривається через невизначеність до якої він призводить;
– сприймається як небезпека, витрати і втрати до яких він може призвести.

Для ефективного управління МР виникає необхідність їх класифікації за важливими ознаками. Причому вибір цих ознак повинен визначатися необхідністю відображення більшості

його характерних рис та важливості впливу на результат процесу якого він стосується. Важливість правильної ідентифікації та оцінювання МР зумовлюється потребою в об'єктивній, достовірній та актуальній інформації про стан процесу. Тому для подальшої роботи, з'являється необхідність в подальшому аналізі та проведенні класифікації МР, які можуть виникати під час діяльності ВЛ та КЛ.

В загальному випадку достовірність вимірювань визначається їх: безпомилковістю, адекватністю та істинністю. Безпомилковість це властивість вимірювальної інформації не мати прихованих помилок (ненавмисні дії персоналу, збої обладнання). Адекватність характеризує міру відповідності вимірювальної інформації щодо досліджуваних характеристик до фактичного її стану. Адекватність вимірювальної інформації стосовно досліджуваних характеристик визначається: способом її подання та швидкістю опрацювання, ступенем відображення змістовної суті досліджуваного об'єкта, цінністю для управління та досягнення поставлених цілей. Істинність вимірювальної інформації відображає міру відповідності вимірювальної інформації стосовно досліджуваних характеристик її реальному поточному стану.

Достатньо довго аналіз МР виробництва обмежувався ймовірнісним аналізом ризиків виробника та споживача [8] і полягав у визначенні залежностей між оцінками втрат виробництва від вказаних ризиків за певний період часу та оцінки середньої точності контролю. Такий підхід давав узагальнені характеристики МР та не сприяв створенню ефективних систем оперативного менеджменту МР виробництва. З впровадженням у діяльності організацій систем управління якістю [9] та систем управління вимірюваннями [10, 11] виникли нові умови для ефективного управління ризиками виробництва, і зокрема, метрологічними ризиками.

Згідно сучасного підходу аналіз ризиків – систематичне використання інформації для визначення джерел і кількісної оцінки ризику. Загальний процес аналізу і оцінювання МР необхідно здійснювати за допомогою системи кількісних і якісних показників, які, у свою чергу, повинні відбиратися за наслідками їх аналізу стосовно впливу на контрольваний процес та його результати. Виявлення показників МР має сенс тільки за наявності для кожного з них шкали оцінювання, за якою можна зробити відповідну оцінку.

Також, виходячи з аналізу існуючих джерел [5, 6, 11], в подальшому буде структуровано і представлено схему процесу управління МР стосовно діяльності ВЛ та КЛ.

Результати аналізу МР можуть використовуватися фахівцями підприємства для ухвалення рішення при оцінюванні допустимості цих ризиків, а також при виборі заходів зі зниження або усуненню втрат виробництва.

Основною метою оцінювання МР є систематизація можливих невідповідностей, що можуть виникнути при контролі якості продукції та ранжування МР за рівнем потенційної небезпеки. До основних переваг підходу стосовно оцінювання втрат організацій від недостовірності вимірювань на базі менеджменту МР відносяться:

– оперативна ідентифікація можливих видів відмов технологічного обладнання;

– кількісні оцінки або ранжування метрологічних ризиків;

– виявлення чинників, які обумовлюють цей ризик та слабких ланок в системі метрологічного забезпечення процесів вимювання;

– формування баз даних для раціональної організації системи контролю та забезпечення якості метрологічних робіт під час виконання випробувань та калібрування;

– систематична ідентифікація потенційних небезпек діяльності ВЛ та КЛ;

– підвищення ефективності застосування експертних методів для оцінювання рівня метрологічного забезпечення ВЛ та КЛ.

1. Юридична енциклопедія: [у 6 т.] / ред. кол. Ю.С.Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] – К.: Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2003. – Т. 5: П – С. – 736 с. – ISBN 966-7492-05-2.

2. Серія «Екологічна безпека» Екологічна безпека України: [Электронный ресурс] А.Б. Качинський – 2001. – РОЗДІЛ 3 // Аналіз ризику – методологічна основа для розв'язання проблем безпеки людини та довкілля – Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/book/Kachin/1-3.htm.

3. К вопросу об определении понятия «риск» [Электронный ресурс] /В.В. Индеева //РГМУ им. Акад. И.П. Павлова, Рязань. Россия. Режим доступа к статье: http://www.rae.ru/zk/arj/2007/02/indeeva.pdf.

4. ДСТУ ISO/IEC 27005:2015 Інформаційні технології. Методи захисту. Управління ризиками інформаційної безпеки (ISO/IEC 27005:2011, IDT)

5. ДСТУ ISO 31000:2014 Менеджмент ризиків. Принципи та керівні вказівки (ISO 31000:2009; IDT)

6. ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (IEC/ISO 31010:2009, IDT)

7. ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary

8. Проненко В.И., Якирин Р.В. Метрология в промышленности. – Техніка, 1979. – 223 с.

9. ДСТУ ISO 9001:-2008 Системи управління якістю. Вимоги. Держстандарт. Київ. 39 с.

10. ДСТУ ISO 10012:2005 Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання.

11. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.

УДК 620

Залога Р.О., аспірант, Дядюра К.О., д.т.н., професор,
Залога В.О., д.т.н., професор, Залога О.О. к.т.н., мол. наук. співробітник

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ МАТЕРІАЛІВ ОРТОПЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЕТИЛЕНВІНІЛАЦЕТАТУ

Ключові слова: стандарти, етиленвінілацетат, управління якістю, медичний виріб, ортопедичне взуття, технічний регламент

Ортопедичне взуття є важливою складовою опорно-рухового апарату кожної людини незалежно від віку. Його основним призначенням є те, щоб у разі необхідності (профілактика та корекція плоскостопості, реабілітація після перенесених травм в області гомілок і стоп; тощо) забезпечити розподіл навантаження на суглоби, м'язи, сухожилля і хребет під час ходьби і стояння зробити максимально рівномірним, що дозволяє значно знизити ризик розвитку різних захворювань. Таке взуття, як правило, захищає суглоби і хребет від їх відносно неправильного розташування у просторі, запобігає появі болю і втомлюваності ніг, набряків та інших недоліків. До основних елементів ортопедичного взуття відносяться устілки, внутрішні демпфери, щільні задники та інше.

Для їх виготовлення найчастіше використовуються матеріали на основі етиленвінілацетату (EVA), які мають наступні, відносно високі показники: ударної в'язкості (приблизно 170 кдж/м^2) та ступеню еластичності (приблизно як у гуми), відносного подовження (500-600 %), низької адсорбції води (водопоглинання за 24 год біля 0,4-0,6 %), здатності витримувати довготривалі навантаження тощо. Потенціал використання полімерів у ортопедичних системах давно визнаний.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включає ортопедичне взуття**,** яке входить до категорії медичних засобів**,** у Список пріоритетних допоміжних продуктів (LPA), що нормується ДСТУ 7202:2019 (ISO 9999:2016, NEQ) «Засоби допоміжні для осіб з обмеженням життєдіяльності. Класифікація та термінологія».

Враховуючи ту обставину, що у зв'язку з відсутністю (як правило) у рецепті на такий (індивідуальний) медичний виріб, що виготовляється як «нестандартний» або «на (під) замовлення», його конкретних конструктивних характеристик, вся відповідальність за його якість перекладається у теперішній час тільки на виробника.

Разом з тим, технічний регламент щодо будь-яких медичних виробів у відповідності з Постановою КМУ №753 вимагає, щоб усі виробники розробляли та запроваджували системи управління якістю продукції, що виробляється. Обов'язковою умовою для цього є створення відповідної технічної документації для кожного виробу (класу/типу), що потребує необхідної категорії виготовлення.

Метою даної роботи є створення нормативного забезпечення питань безпеки матеріалів ортопедичного призначення на основі етиленвінілацетату.

Враховуючи той факт, що в сучасній клінічній практиці існує багато ситуацій, коли рецепт обмежується лише зазначенням назви та типу медичного виробу, вирішенням проблеми створення системи якості індивідуальних ортопедичних виробів може стати запровадження регламенту, який базується на наступних принципах:

– «діагностика» з використанням сучасного обладнання, наприклад 3D-сканера лікарем-практиком, який повинен сформулювати «медичні цілі», зробити «функціональний опис» індивідуального ортопедичного виробу та оформити терапевтичний рецепт;

– проектування індивідуального ортопедичного виробу технічним фахівцем (проектувальником), який у відповідності з терапевтичним лікарським рецептом повинен встановити необхідні для даного випадку «конкретні конструктивні характеристики», виконати креслення (бажано, з використанням сучасних інформаційних технологій) та передати його безпосередньо виробнику;

– розробка виробником технологічного процесу виготовлення виробу, виконування усього комплексу робіт, пов'язаних з виготовленням ортопедичного виробу, контролю його якості та передачі виробу представнику замовника.

Даний підхід до пошуку необхідного практичного вирішення проблеми забезпечення якості індивідуального медичного виробу для конкретного замовника (хворої людини) є єдиним рішенням, оскільки відповідальність за консервативне лікування стопи рівнозначно розподіляється між усіма членами міждисциплінарної групи: лікар – проектувальник – виробник.

УДК 006.32:621.87

Івах Р. М., к.т.н., доцент, Питель І. Д., к.т.н., доцент, Івах С. Р., студентка

ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ

Ключові слова: нормативний документ, медичні вроби, оцінка відповідності, технічний регламент, вимоги до медичних виробів.

З 1 липня 2015 року в Україні відмінено процедуру державної реєстрації медичних виробів і замість неї впроваджено процедуру оцінки відповідності вимогам Технічних регламентів щодо медичних виробів.

Процедура оцінки відповідності, на відміну від реєстрації що була раніше, має низку переваг, і дозволяє:

– спростити введення на ринок нових медичних виробів;

– спростити процес сертифікації для великих виробників. Процедура допускає оцінку відразу всього виробництва, що особливо вигідно при первинному виході товару на ринок.

Крім цього, процедура оцінки відповідності дозволяє обіг та використання медичних виробів в Україні в разі підтвердження їх відповідності одному з трьох медичних технічних регламентів, що розроблені на основі відповідних Директив Європейського Союзу:

– Технічний регламент щодо медичних виробів № 753;

– Технічний регламент щодо медичних виробів для діагностики in vitro № 754;

– Технічний регламент щодо активних медичних виробів, які імплантують № 755.

В даній публікації розглядатимемо лише основні особливості Технічного регламенту щодо медичних виробів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 02 жовтня 2013 р. № 753. Цей Технічний регламент розроблений на основі Директиви Ради ЄС від 14 червня 1993 року № 93/42/ЄЕС.

Відповідно до ТР753, введення в обіг та/або в експлуатацію медичних виробів дозволяється тільки в разі, коли вони повністю відповідають вимогам цього Технічного регламенту, за умови належного постачання, встановлення, технічного обслуговування та застосування їх за призначенням.

Вимоги до медичних виробів

1. Медичні вироби повинні бути безпечними для здоров'я користувачів.

Медичні вироби розробляються та виготовляються в такий спосіб, щоб у разі їх застосування за призначенням у відповідних умовах вони не спричиняли виникнення ризику для клінічного стану або безпеки споживачів чи для здоров'я і безпеки користувачів або інших осіб, за умови, що будь-які потенційні ризики, які можуть бути пов'язані із застосуванням таких медичних виробів за їх призначенням, є допустимими порівняно з корисною дією для споживачів і поєднуються з високим рівнем захисту здоров'я та безпеки.

2. Рішення, які приймає виробник під час розроблення та проектування медичних виробів, повинні відповідати вимогам безпеки з урахуванням сучасного стану розвитку техніки. Під час вибору найприйнятніших рішень виробник повинен керуватися такими принципами у наступній послідовності:

– усунення або зменшення ризиків, пов'язаних з використанням медичного виробу (безпечний дизайн та конструкція);

– вживання належних заходів для захисту споживачів (включаючи в разі потреби використання засобів сигналізації для уникнення потенційних ризиків застосування медичних виробів, які неможливо усунути);

– інформування користувачів про потенційні ризики застосування медичних виробів, які неможливо усунути шляхом вжиття запобіжних заходів.

3. Медичні вироби повинні бути розроблені і виготовлені таким чином, щоб усунути або мінімізувати (наскільки це можливо) ризик, пов'язаний з таким зовнішнім впливом, як магнітне поле, зовнішній електричний вплив, електростатичний розряд, тиск, температура або зміна тиску та прискорення.

4. Медичні вироби з функцією вимірювання повинні бути розроблені і виготовлені таким чином, щоб забезпечити точність вимірювання у встановлених межах точності з урахуванням їх призначення. Межі точності вимірювання встановлюються виробником.

Шкала для вимірювання, контролю та індикації розробляється згідно з ергономічними принципами з урахуванням призначення медичного виробу.

Результати вимірювань, проведених за допомогою медичних виробів з функцією вимірювання, повинні зазначатися в стандартних одиницях вимірювання (Міжнародна система одиниць СІ) відповідно до Класифікатора системи позначень одиниць вимірювання та обліку.

Вимоги до медичних виробів, які приєднуються до джерела живлення або обладнані таким джерелом

1. Медичні вироби, під час застосування яких безпека споживачів залежить **від внутрішнього джерела живлення**, повинні бути оснащені *засобами визначення стану такого джерела*.

2. Медичні вироби, під час застосування яких безпека споживача залежить **від зовнішнього джерела живлення**, повинні бути оснащені *системою сигналізації, що сповіщає про порушення живлення*.

3. Медичні вироби повинні бути сконструйовані і виготовлені таким чином, **щоб мінімізувати ризики створення електромагнітних полів**, які можуть погіршити роботу інших виробів або обладнання в звичайних умовах.

4. Медичні вироби повинні бути сконструйовані і виготовлені таким чином, щоб **уникнути** (наскільки це можливо) **ризиків випадкового ураження електричним струмом** за умови належного використання, правильного встановлення цих медичних виробів та в разі поодинокого збою.

Інформація, що надається виробником

1. Кожний медичний виріб повинен супроводжуватися інформацією, необхідною для його безпечного та правильного застосування з урахуванням рівня підготовки та кваліфікації споживачів і користувачів, а також для ідентифікації виробника. Зазначена інформація включає в себе інформацію на етикетці та інструкцію із застосування (інформація може розміщуватися безпосередньо на медичному виробі або упаковці).

2. У разі можливості інформація, що має супроводжувати медичні вироби, повинна наводитися у **формі символів**. Усі використані символи та ідентифікаційні кольори повинні відповідати вимогам гармонізованих стандартів. У разі відсутності таких стандартів використані символи та кольори повинні бути описані в документації, що постачається разом з медичними виробами.

Етикетка медичного виробу повинна містити такі елементи:

– найменування або торгову марку і місцезнаходження виробника;

– дані, що обов'язково необхідні для ідентифікації медичного виробу, а також вміст пакування;

– рік виготовлення – для активних медичних виробів;

– в разі потреби – код партії (після слова “Партія”) чи серійний номер;
– інформацію про будь-які спеціальні умови зберігання медичного виробу та/або використання;
– інформацію про будь-які спеціальні інструкції з експлуатації;
– інформацію про будь-які запобіжні заходи та/або застереження.

Будь-який виробник, який під власним іменем вводить медичні вироби в обіг, зобов’язаний повідомити Держлікслужбі щодо свого місцезнаходження і надати перелік та опис відповідних виробів.

Держлікслужба на підставі отриманої від виробників або їх повноважених представників інформації забезпечує ведення **Реєстру осіб, відповідальних за введення медичних виробів в обіг**.

Орган з оцінки відповідності інформує Держлікслужбу про всі видані, змінені, доповнені, тимчасово припинені, відкликані або відхилені сертифікати відповідності та на їх запит – про видані сертифікати відповідності і про відмову в їх видачі, а також надає іншу інформацію.

1. Постанова КМУ № 753 від 02.10.2013 «Технічний регламент щодо медичних виробів»

2. Постанова КМУ № 754 від 02.10.2013 «Технічний регламент щодо медичних виробів для лабораторної діагностики in vitro»

3. Постанова КМУ № 755 від 02.10.2013 «Технічний регламент щодо активних медичних виробів, які імплантують».

4. ДСТУ EN 980:2007 Символи графічні для маркування медичних виробів (EN 980:2003, IDT)

5. ДСТУ EN 60601-1:2015 Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик

6. ДСТУ EN 60601-1-2:2017 Вироби медичні електричні. Частина 1-2. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик. Додатковий стандарт. Електромагнітна сумісність. Вимоги та випробування (EN 60601-1-2:2015, IDT; IEC 60601-1-2:2014, IDT)

УДК 621.822.8:531.7.08:519.213.1

**Кайдик О. Л., к.т.н., доцент, Терлецький Т. В., к.т.н., доцент,
Пташенчук В. В., к.т.н., Ткачук А. А., к.т.н.**

ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ

Ключові слова: формоутворення, точність, похибка, дисперсія, математичне очікування, поле розсіювання.

Проблеми, пов’язані із забезпеченням точності на виробництві як у приладо-, так і у машинобудуванні, спонукають до формування неабиякого науково-технічного інтересу, а розроблення теорії та вдосконалення методів розрахунку точністних характеристик виробу є найважливішим напрямком у даних галузях [1].

Вирішення проблеми, яка полягає у забезпеченні точності виробництва [2, 3] має ряд відчутних особливостей, оскільки наявні засоби автоматизації та прилади являють собою складні системи до складу яких входять механічні, електричні, магнітні та інші елементи. Зважаючи на це слід пам’ятати, що поряд із вирішенням одних задач, які базуються на принципах забезпечення розмірної точності деталі за геометричними параметрами, формуються й інші задачі, які, у свою чергу, враховують фізичну її взаємозамінність, тобто забезпечують точність за тими параметрами, якість яких визначається їх фізичними властивостями.

Оскільки, технологічний процес оброблення деталей в умовах серійного та масового виробництва прийнято розглядати [4, 5], як сукупність складних систем перетворень із великим числом вхідних і вихідних змінних, що носять випадковий характер, то для побудови математичної моделі технологічного процесу, який би забезпечував необхідну точність формоутворення поверхні, доцільно застосувати статистичні та ймовірнісні методи.

Згадані методи побудови моделей знаходяться у тісному взаємозв’язку один із одним, так як теоретичні моделі потребують експериментальної перевірки, а експериментальні дослідження не можуть бути проведені без відповідних теоретичних даних. На основі теоретичного аналізу доцільно оцінити отримані експериментальні результати та сформувати математичну модель. Таким чином, імовірнісні та статистичні моделі не повинні протиставлятись один одному, і навпаки, вони мають переваги в процесі їх спільного застосування, стаючи, у цьому випадку, вагомим засобом пізнання фізичної суті технологічного процесу та виявлення резервів підвищення точності й продуктивності.

Відомо [6], що початковим етапом моделювання точності є визначення похибок оброблення із обов’язковим врахуванням взаємозв’язків між їх вхідними та вихідними параметрами. У даному випадку доцільно використовувати матричні методи запису рівнянь. Матричне рівняння взаємозв’язків похибок можна представити у наступному вигляді:

$$Z = A_0 + AX + BY, \qquad (1)$$

де X, Y та Z – матриці-стовпці, елементами яких є змінні, які характеризують вхідні x_{n} і y_{p} та вихідні z_{m} похибки; A_0 – матриця-стовпець, елементи якої являють складові вихідних змінних, що визначають систематичні похибки системи перетворень; A та B – прямокутні матриці, елементи яких враховують передатні коефіцієнти системи перетворень.

Структурну схему технологічного процесу, яка враховує взаємозв’язки між вхідними та вихідними похибками, подано на рис. 1.

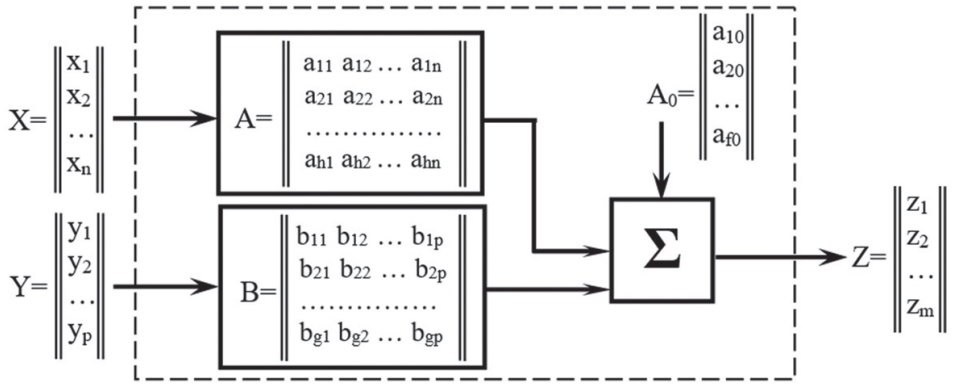


Рис. 1. Структурна схема взаємозв'язків між вхідними та вихідними похибками технологічного процесу

Для розв'язання задач синтезу похибок оброблення, застосовуючи як ймовірнісні, так і статистичні методи, необхідно перейти від рівняння (1) до системи рівнянь (2), які дають можливість визначити математичне очікування та дисперсії вхідних і вихідних змінних:

$$\begin{aligned} M\{Z\}&=A_0+AM\{X\}+BM\{Y\};\\ D\{Z\}&=CD\{X\}+FD\{Y\}, \end{aligned} \qquad (2)$$

де математичні очікування представляють собою матриці-стовпці $M\{Z\}$, $M\{X\}$ та $M\{Y\}$, елементи яких є відповідно математичним очікуванням початкових факторів x_n та y_p і сумарних похибок обробки z_m; $D\{Z\}$, $D\{X\}$ та $D\{Y\}$ – дисперсія вхідних та вихідних змінних, елементи яких представляють відповідні дисперсії похибок x_n, y_p та z_m, а C та F – матриці, елементи яких враховують чинники, які впливають на перетворення дисперсії $D\{X\}$ і $D\{Y\}$ в $D\{Z\}$.

Застосувавши кореляційні залежності можна встановити дисперсію похибок оброблення, яку подано як:

$$D\{Z\}=CD\{X\}+FD\{Y\}+HK\{x_j, x_\mu\}+RK\{y_k, y_s\}+TK\{x_j, y_s\}, \qquad (3)$$

де H – кліткова (блокова) матриця типу $m\times n$, яка здійснює перетворення кореляційних моментів початкових факторів заготовки x_j і x_μ в дисперсії сумарних похибок обробки; $K\{x_j, x_\mu\}$ – матриця типу $n\times 1$, яка розбита на клітки, елементами котрих є кореляційні моменти початкових факторів заготовок x_j та x_μ; R – кліткова матриця типу $m\times p$, яка здійснює перетворення кореляційних моментів початкових факторів заготовок та системи перетворень y_k і y_s в дисперсії сумарних похибок оброблення; $K\{y_k, y_s\}$ – матриця типу $p\times 1$, яка розбита на клітки, елементами яких є кореляційні моменти початкових факторів заготовок та системи перетворень y_k та y_s; T – кліткова матриця типу $m\times n$, яка здійснює перетворення кореляційних моментів початкових чинників заготовок та системи перетворень x_j і y_s в дисперсії сумарних похибок обробки; $K\{x_j, y_s\}$ – матриця типу $n\times 1$, розбита на клітки, елементи якої – кореляційні моменти початкових чинників заготовок та системи перетворень x_j та y_s.

Вирази (1–3) являють собою математичну модель розрахунку точності оброблення деталі, яку отримано для визначеної дисперсії на виході технологічного процесу згідно математичного очікування, кореляції початкових факторів та відповідних коефіцієнтів системи перетворень. Вказані рівняння дозволяють вирішити обернену задачу, а саме визначити значення, які відповідають вимогам точності до заготовки, що і являє практичний інтерес.

З метою здійснення практичного розрахунку поля розсіювання сумарної похибки оброблення проведено її синтез під час шліфування за допомогою розмірного ланцюга. При цьому враховано розміри, які визначають положення вимірювальної бази заготовки та інструменту відносно поверхонь їх розміщення на верстаті, і деформація технологічної системи під дією сил різання в напрямку розміру, що витримується. Обчислене поле розсіювання являє собою

поле миттєвого розподілу похибок обробки для текучого моменту часу. З врахуванням закону розподілу Гауса визначено поле розсіювання сумарної похибки обробки під час шліфування, яка безпосередньо впливає на геометричні розміри обробленої деталі.

1. Якимов, А. А. Технологические основы обеспечения и стабилизации качества поверхностного слоя при шлифовании зубчатых колес / А. А. Якимов. – Одесса : «Астропринт», 2003. – 456 с.

2. Марчук, В. І. Автоматизоване управління точністю оброблення деталей. Монографія / Марчук В. І., Михалевич В. Т. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. – 186 с.

3. Лебедев, В. Г. Автоматическое управление качеством деталей машин при шлифовании / В. Г. Лебедев. – Киев: Знание, 1981. – 25 с.

4. Кайдик О. Л. Про вплив похибок на підвищення точності механообробки кілець роликопідшипників / Тези XXV-ої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу "Актуальні проблеми та перспективи науки і виробництва" ЛНТУ (технічний напрямок). – Луцьк: ННВ Луцького НТУ, 2010. – С. 283-284.

5. Розробка алгоритму керування точністю шліфування кілець карданних підшипників / Кайдик О.Л., Терлецький Т.В. // "Перспективні технології та прилади". Збірник наукових праць. Випуск №4(1). м. Луцьк, червень 2014 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – С. 44–48.

6. Кайдик О.Л., Терлецький Т.В. Моделювання вихідних похибок обробки поверхні карданних підшипників для формоутворення поверхонь // Наукові нотатки. Міжвуз. зб. Луцького національного технічного університету (за галузями знань "Машинобудування та металообробка", "Інженерна механіка", "Металургія та матеріалознавство"). Вип. 30. – Луцьк: Вид-во Луцького НТУ, 2011. – С. 93-100.

УДК 378.147 (477)

Кисельова О. І., к. пед. н., доцент, Прокопенко А. М., аспірантка

ТЕХНІЧНІСТЬ ТА ІНТЕГРАЛЬНІСТЬ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ключові слова: інтегральні характеристики системи вищої освіти, технічна система, соціальна система, рівні системи вищої освіти, автоматичні освітні системи, ІТ-техногогії.

В останні десятиліття вища освіта набула нових характеристик, це вже не тільки передача соціального досвіду попередніх поколінь, а й опанування новими технологіями, зумовлене стрімким розвитком ІТ-галузі, робототехніки, нанотехнологій та технологій віртуального навчання. Це вимагає оновлення змісту освітніх послуг, що надаються закладами вищої освіти, зокрема опанування, у результаті отримання вищої освіти, належним рівнем науково-технічної освіти, знаннями інформаційно-технічних засобів та інноваційних технологій освітньої діяльності.

Система вищої освіти поступово набуває рис технічної системи таких, як: функціональність, цілісність (структура), організація, системна якість. Відповідно до комбінаторної концепції технічні системи можна зобразити (графічно) у вигляді дерева блоків, накладанням одна на одну різних ознак розчленування – факторів, через які доводиться по різному ділити об'єкт дослідження (технічну систему) на частини. Розчленування можуть бути функціональними, технологічними та іншими [1].

Термін «технічна система» трактується ученими [2], [3], як сукупність впорядковано взаємодіючих елементів, що має властивості, які не зводяться до властивостей окремих елементів, і призначена для виконання певних корисних функцій. Елементи системи поєднані, взаємопов'язані, взаємозумовлені та організовані у просторі і часі; кожна система в цілому має якусь особливу якість, яка не дорівнює простій сумі властивостей складових її елементів, інакше втрачається сенс у створенні системи (цілісної, функціонуючої, організованої).

З розвитком техніки і технологій, системи ніби «перетікають» одна в одну, повільно еволюціонуючи, все більше віддаляючись від вихідної системи, іноді трансформуючись до невпізнання. Поступово дрібні зміни накопичуються і стають причиною великих якісних перетворень. Структура технічних систем поділяється на структурні елементи і групи, які знаходяться між собою в певних геометричних, механічних, енергетичних, часових та інших відношеннях.

Досліджуючи характеристики технічної системи, ми дійшли висновку, що вони в більшості притаманні сучасній системі вищої освіти. Так, основним суб'єктом і об'єктом в освітньому процесі є людина (викладач і студент), проте, віднедавна ситуація докорінно змінилася і в сучасний освітній процес ЗВО впроваджуються: автоматичні освітні системи (АОС) – це програмно-технічні інформаційно-обчислювальні комплекси, що здійснюють методичну, навчальну й організаційну підтримку процесу навчання, проведеного на базі інформаційних технологій, електронні віртуальні лабораторії, освітня робототехніка, комп'ютерне моделювання, онлайн-курси, інтерактивні електронні підручники, інші комп'ютерні та ІТ-техногогії.

Всі ці технології і програми не тільки засіб навчання (транслятор нових знань), а їх генератор, тобто технології виступають в якості суб'єкта навчання. Це дає підстави стверджувати, що система вищої освіти є поєднанням соціальної, культурної, економічної і технічної систем, які формують інтегральну систему.

Теоретико-методологічні засади інтегральної системи вищої освіти ґрунтуються на основних положеннях системно-синергетичного (В. Андрущенко, В. Лутай, О. Остапчук,

Г. Нестеренко та ін.), інтегративного (С. Гончаренко, К. Гуз, В. Ільченко, Ю. Мальований та ін.), особистісно-діяльнісного (О. Киричук, С. Подмазін, О. Савченко, А. Хуторський та ін.) підходів.

Отже, ефективність інтегральної технології забезпечується узгодженою взаємодією усіх суб'єктів діяльності, оптимальним поєднанням предметно орієнтованого та інтегрованого підходів до організації освітнього процесу у ЗВО.

В цьому контексті інтегральна освіта – це поєднання навчального матеріалу з різних галузей наукового знання, що, на нашу думку, не повністю відображає потреби сучасної реальності, оскільки рівень розвитку людства вимагає від вищої освіти поєднання не тільки змісту, але й засобів, форм, методів представлення навчального матеріалу, що вимагає інтеграції систем, а не дисциплін і галузей наук. Проаналізувавши ситуацію, яка склалася в системі сучасної вищої освіти, ми вважаємо, що інтегральність системи вищої освіти має отримати нове значення, оскільки вона єднає характеристики соціальної, соціокультурної, соціально-економічної і технічної систем (див. рис. 1).

Як будь-яка інша система, інтегральна система вищої освіти [5] може бути розділена на підсистеми, що свідчить про її ієрархічність (ступінчастість), у цьому випадку підсистемами виступають: соціальна, соціокультурна, соціально-економічна і технічна системи. Характеристики інтегральної системи освіти зображено у вигляді схеми на рис. 1. На ній вказані характеристики та рівні системи вищої освіти:

1 рівень – функціональність, цілісність, організація і системна якість, вони зазвичай характеризують технічні системи, проте, засновуючись на аналізі наукової літератури (О.В. Куклін, М.А. Мартинюк, А.В. Непомнящий) і власних дослідженнях, вважаємо, що вони певною мірою притаманні кожній з цих систем;

2 рівень – внутрішні і зовнішні зв'язки, чітко визначена структура, автономність, само організованість тощо теж притаманні майже всім цим системам, окрім соціокультурної. Система вищої освіти, як соціокультурна система, на наш погляд, не має таких чітких характеристик автономності та спрямованості на досягнення певного результату, оскільки культура дуже широке поняття, яке охоплює всі надбання і досвід людства, втілені в матеріальних і нематеріальних здобутках, це одна з основних ознак людської спільноти і пронизує всі системи і сфери людського існування;

3 рівень – характеристики цього рівня властиві тільки кожній окремій системі, оскільки вони специфічні і вузько системні [5].

У результаті аналізу найбільш актуальних теорій функціонування системи вищої освіти [4], [6] (соціальної, соціально-економічної, соціокультурної), можна зробити висновки про те, що система вищої освіти органічно поєднує характеристики всіх цих систем, проте, це не дає можливості скласти повне уявлення про сутність сучасної системи вищої освіти.

Оскільки потрібно враховувати те, що сучасні технології і програми не тільки засіб навчання (транслятор нових знань), а й їх генератор, тобто технології виступають в якості суб'єкта навчання. Це дає підстави стверджувати, що система вищої освіти є поєднанням соціальної, культурної, економічної і технічної систем, які формують інтегральну систему. Інтегральна система поєднує рівні, системні характеристики і поділяється на підсистеми (соціальну, соціокультурну, соціально-економічну і технічну системи), що свідчить про її ієрархічність (ступінчастість). Все це дає підстави стверджувати, що система вищої освіти носить інтегральний характер.

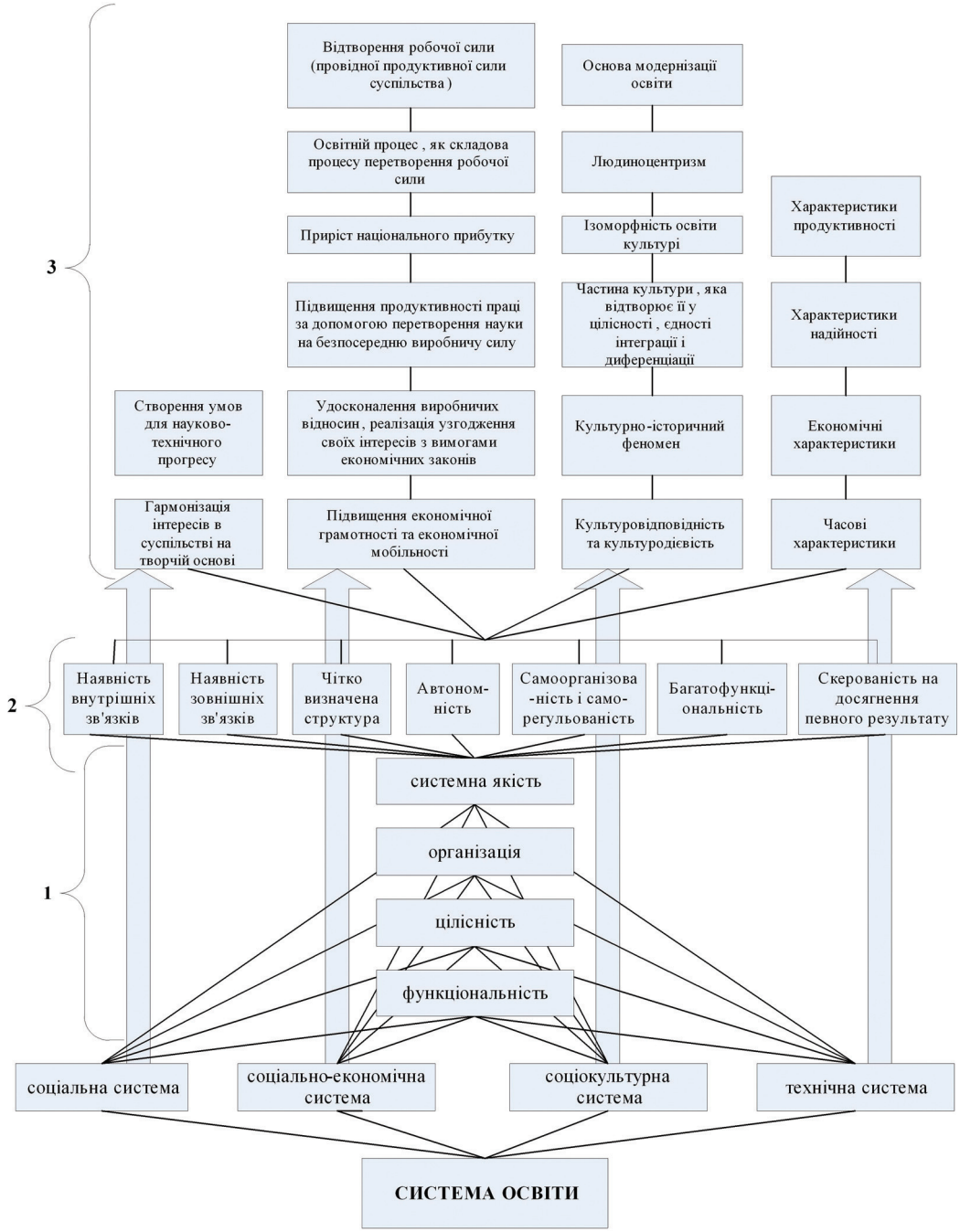


Рис. 1. Рівні і характеристики інтегральності системи вищої освіти

1. Краевский В.В. Основы обучения. Дидактика и методика: учебн. пособие. К.: Наука, 2007. 352 с.

2. Голубенко А. Л., Петров А. С., Кашура А. Л. Теория технических систем: учеб. пособие для вузов. К.: Арістей, 2004. 239 с.

3. Хелемендик М.М., Люлька Г.І., Хелемендик І.М. Теорія технічних систем АПК: навч. посіб. / Під заг. ред. М.М. Хелемендика. Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2003. 196 с.

4. Куклін Олег. Освіта як соціальна система: економічні аспекти функціонування: електронний ресурс, режим доступу: http://vuzlib.com.ua/ articles/book/23111-Osv%D1%96ta_jak_so%D1%81%D1%96alna_sistema/2.html

5. Кисельова О.І. Коломієць Л.В. Характеристики інтегральності системи освіти / Дніпровський державний технічний університет, секція «Освіта». Дніпро: ДДТУ, 2017. №2. С. 24-29.

6. O'Neil, Den. "Glossary of Terms". Modern Theores of Evolution. Retrieved 28/10/2012.

УДК 65.006.83:615.327

Кисилевська А.Ю., к.т.н.,ст.н.с., Стоянова Л.О., к.т.н., ст.н.с.,
Прокопович І.В. д.т.н., доц., Зайцева Л.С., Олексійчук О.В., Коєва Х.О.

АНАЛІЗ І УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ОПЕРАЦІЙНОМУ РІВНІ У ВИРОБНИЦТВІ ФАСОВАНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ «КУЯЛЬНИК» У РАМКАХ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКЦІЄЮ

Ключові слова: операційна програма управління,критичні контрольні точки, мінеральна вода «Куяльник», НАССР.

В 2005 році розроблено міжнародний стандарт щодо систем управління безпечністю харчових продуктів (СУБХП) ISO 22000:2005. Основна мета впровадження СУБХП – гарантія забезпечення споживачів безпечними харчовими продуктами. Ключовими елементами системи є:

– взаємодієвий обмін інформацією в межах усього харчового ланцюга;
– системне управління;
– програми-передумови;
– принципи НАССР.

Наразі наявність СУБХП є обов'язковою для будь-якого оператора на міжнародному ринку.

Стандарт ISO 22000:2005 в усьому світі визнано перспективним в частині управління безпечністю харчових продуктів за рахунок необхідних попередніх програм-передумов, аналізування ризиків на операційному рівні і можливостей управління ними за рахунок операційних програм і плану НАССР [2].

З імплементацією Угоди про асоціацію України з ЄС Законом [1] впровадження СУБХП передбачене як обов'язкове для всіх операторів харчового ринку України.

Споживання фасованих мінеральних вод (ФМВ)з кожним роком зростає. Сучасний споживач стає вибагливішим до безпечності та якості продукту, який він споживає.

Закон України [1] відносить усі ФМВ до харчових продуктів, то ж впровадження СУБХП обов'язкове і для виробників цієї продукції.

Міжнародна організація «Глобальна ініціатива з безпечності харчових продуктів» (GFSI), поставила задачу удосконалити стандарти у сфері безпечності харчової продукції з врахуванням світового досвіду реалізації СУБХП. Як результат, за ініціативи GFSI розроблено нову версію міжнародного стандартуISO 22000:2018 [2] та серію міжнародних технічних сертифікацій ISO/TS 22002 «Програми попередніх умов для забезпечення безпечності харчових продуктів» [3]:

Основні нововведення у ISO 22000:2018:

– вимога про інтегрування СУБХП у бізнес-процеси організації;
– процесний підхід, який включає цикл Plan-Do-Check-Act (PDCA) на двох рівнях: організаційному та операційному;
– ризикоорієнтований підхід (ризикменеджмент) (на організаційному та операційному рівнях); приділено більше уваги попереднім програмам передумовам з посиланням на конкретні нормативні документи, розроблені для харчової сфери;
– розширено поняття «операційні попередні програми управління»(ОППУ) що дозволяє мінімізувати кількість контрольних критичних точок (ККТ).

Аналізування та управління ризиками на організаційному рівні на сучасному підприємстві, до яких відноситься і Одеський завод мінеральних вод «Куяльник», вирішується шляхом розроблення та впровадження програм-передумов[3].

Ми ж зупинимось на вирішенні задач управління ризиками безпосередньо у виробничому процесі, тобто на операційному рівні.

У виробництві ФМВ, як і в інших секторах харчової сфери, основні небезпечні чинники такі:

– біологічні (бактерії, паразити, віруси, токсини);

– хімічні (агрохімікати, дезінфікуючі та миючі засоби, нітрати, нітрити, гістамін, бензпірен, гормональні препарати, радіонукліди, токсичні елементи);

– фізичні (метал, дерево, скло, пластик, сторонні домішки).

Визначення небезпечних чинників при виробництві ФМВ «Куяльник» здійснювала група безпечності, до якої увійшлиголовний технолог заводу, завідувач лабораторії, головний інженер, головний механік, директор заводу (має багаторічний досвід з технології виробництва ФМВ) та залучені спеціалісти у сфері виробництва харчових продуктів. Експертна група на основі аналізу технологічної блок-схеми процесу фасування МВ «Куяльник» за допомогою методу мозкового штурму визначила небезпечні чинники виробництва.

При цьому брали до уваги ті ризики, які є досить серйозними, оскільки вони можуть викликати різні захворювання або травми, якщо їх не контролювати і ефективно не усувати невідповідності. Група безпечностівраховувала інгредієнти та матеріали, які використовуються для виготовлення ФМВ, діяльність на кожному етапі технологічного процесу і задіяне обладнання, метод зберігання і поставки, його звичайне вживання, а також споживачів продукту. На підставі цього розгляду команда склала перелік потенційних небезпек, які можуть статися, зрости і які можна усунути на кожному етапі виробничого процесу.

У таблиці 1 наведено орієнтовну операційну програму попереднього управління виробничим процесом (ОППУ), тобто контрольні точки та показники, які слід моніторити в цих точках та які коригування чи коригувальні дії здійснювати.

Таблиця 1

Приклад операційної програми управління виробництвом ФМВ «Куяльник»

№ з/п	Об'єкт контролювання	Точка відбору проб	Потенційні небезпеки	Контрольовані показники	Керуючі заходи
1	2	3	4	5	6
1	Підземна вода (МВ)	Забір води зі свердловини	Невідповідність нормованим показникам (хімічним) та забруднення	Органолептичні показники, загальна мінералізація, уміст нітритів, нітратів, амонію, мікробіологічні показники*	Рішення про можливість виробничого процесу фасування МВ
2	Промивна вода (питна та МВ) (останні порції)	Оголовок свердловини, з'єднувальні шланги	Залишок дезінфікуючих речовин після промивання (можливість попадання в МВ), недостатнє промивання	Концентрація залишкового хлору, мікробіологічні показники*	Додаткове промивання
		Лінія фасування, резервуари, трубопровід, колектори, фільтри, теплообмінник, сатуратор, розливно-укупорюваний блок		Концентрація залишкового хлору, мікробіологічні показники**	
3	Повітря виробничих приміщень	Цех з фасування МВ	Невідповідність нормованим показникам (мікробіологічним)	Мікробіологічні показники**	Додаткове прибирання, УФ-опромінювання, дезінфекція

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
4	Змиви з рук	Руки та спецодяг робітників	Можливість забруднення МВ з боку працівників	Бактерії групи кишкової палички	Додаткові рукомийники та додаткове навчання правилам гігієни
5	МВ з трубопроводу	Трубопровід від свердловини до резервуару	Невідповідний технічний стан трубопроводу	Технічний стан трубопроводу, діаметр труби, швидкість потоку	Технічне обслуговування трубопроводу, регулювання параметрів згідно з НД
6	МВ з резервуару	Резервуари	Переливання резервуару	Повнота та тривалість наповнення резервуару	Контролювання наповнення
7	МВ з фільтру	Фільтр	Невідповідність мікробіологічним показникам МВ через забруднення фільтрів (нарощування біоплівки)	Якість фільтрування, мікробіологічні показники*, тиск	Регенерація та сан. обробка і дезінфекція фільтрів
8	МВ, насичена діоксидом вуглецю	Лінія розливу після сатуратору	Невідповідність концентрації діоксиду вуглецю, температури, невідповідність МВ мікробіологічним показникам	Температура, тиск, уміст діоксиду вуглецю, тиск, мікробіологічні показники*	Регулювання роботи сатуратора; додаткова санобробка і дезінфекція сатуратора
9	МВ на лінії фасування	Ділянка фасування і укупорювання	Можливість потрапляння сторонніх домішок, недолив води	Візуальна інспекція, об’єм води в пляшках, герметичність пляшок з водою	Регулювання фасувально-укупорювального обладнання
10	МВ на лінії після фасування	МВ на лінії розливу після укупорювання	Можливість потрапляння сторонніх домішок, невідповідність нормованим показникам (мікробіологічним)	Прозорість, сторонні домішки, герметичність, концентрація гідрокарбонатів, нітритів, нітратів, амонію, діоксиду вуглецю мікробіологічні показники*	Рішення про можливість оформлення продукції для реалізації

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
11	Фасована МВ (готова продукція)	МВ після етикетування та пакування в групові пакування	Можливість потрапляння сторонніх домішок, невідповідність кондиційним показникам (хімічним та мікробіологічним), концентрації діоксиду вуглецю	Візуальний контроль: рівномірність наливу, якість етикетування, якість групового пакування	Рішення про реалізацію, оформлення супровідної документації

Примітка.

1. * – мікробіологічні показники – ЗМЧ, колі-індекс, синьогнійна паличка.
2. ** – мікробіологічні показники – ЗМЧ та колі-індекс.

Після розробки програми моніторингу та ОППУвиконували другу стадію –оцінювали для кожної потенційної небезпеки забруднення тяжкість (значимість)її наслідків та ймовірність і частоту виникнення.

За результатами такого аналізу небезпек(ризиків)група безпечності вирішувала, які потенційні небезпеки слід усувати за планом НАССР.

При оцінці ризиків використовували рекомендовану методологію, наведену в Наказі [3].

Групою безпечності було визначено такі три критичні контрольні точки:

– забір води з джерела (хімічні небезпеки – перевищення умісту нітратів, нітритів та амонію);

– укупорювання пляшок (небезпеки щодо невідповідності герметичності пляшок з водою).

– готова продукція (хімічні та біологічні небезпеки, зокрема, патогенні мікроорганізми).

Отримані дані використано для розробки плану НАССР виробництва фасованої мінеральної води «Куяльник».

1. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 22.07.2014 р. // Відомості Верховної Ради України – 1998. – № 19. – Ст. 98.

2. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюгу (ISO 22000:2018, IDT): ДСТУ ISO 22000:2019. – [чинний з 2019-12-01].

3. Програми-передумови безпечністю харчових продуктів. Частина 1. Виробництво харчових продуктів (ISO/TS 22002-1:2009, IDT): ДСТУ ISO/TS 22002-1:2019. – [чинний з 2019-12-01].

4. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР): наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 1.10.2012 р. № 590. – [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ z1704-12

УДК 622.276-054:006.44

Князєва В. М., к.т.н.

ОСОБЛИВОСТІ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Ключові слова: режими роботи, насосні агрегати, нафтоперекачувальні станції, магістральні нафтопроводи.

Частка нафти і газу в енергетичному балансі промислово розвинених країн становить близько 75-80 %. Незважаючи на великі зусилля по використанню нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії, таке положення збережеться в найближчі десятиліття.

Необхідність транспортування значних обсягів нафти і газу призвело до інтенсивного розвитку трубопровідного транспорту як найбільш економічно ефективного метою структурного синтезу енергоефективних регуляторів та створення відповідного нормативного забезпечення розроблено уточнені математичні моделі насосних агрегатів нафтоперекачувальних станцій та втрат енергії в них [1,2].

Відповідно до розроблених автором узагальнених функціональних схем насосних агрегатів, як об'єктів керування (рис. 1), будь-якій насосний агрегат магістрального нафтопроводу може бути охарактеризований таким набором векторів:

– вектор вхідних параметрів $\vec{X}_{\text{вх}} = \vec{X}_{\text{вх}}^{\text{рег}} + \vec{X}_{\text{вх}}^{\text{нерег}}$;

у т.ч. – нерегульованих $\vec{X}_{\text{вх}}^{\text{нерег}}$ і регульованих $\vec{X}_{\text{вх}}^{\text{рег}}$;

– вектор вихідних (визначальних, контрольованих) параметрів $\vec{X}_{\text{вих}}$;

– вектор внутрішніх параметрів $\vec{X}_{\text{вн}}$;

– вектор зовнішніх впливів (у т.ч. – випадкових) $\vec{\xi}$;

– вектор параметрів, що визначають втрати енергії (потужності) $\vec{X}_{\text{втр}}$.

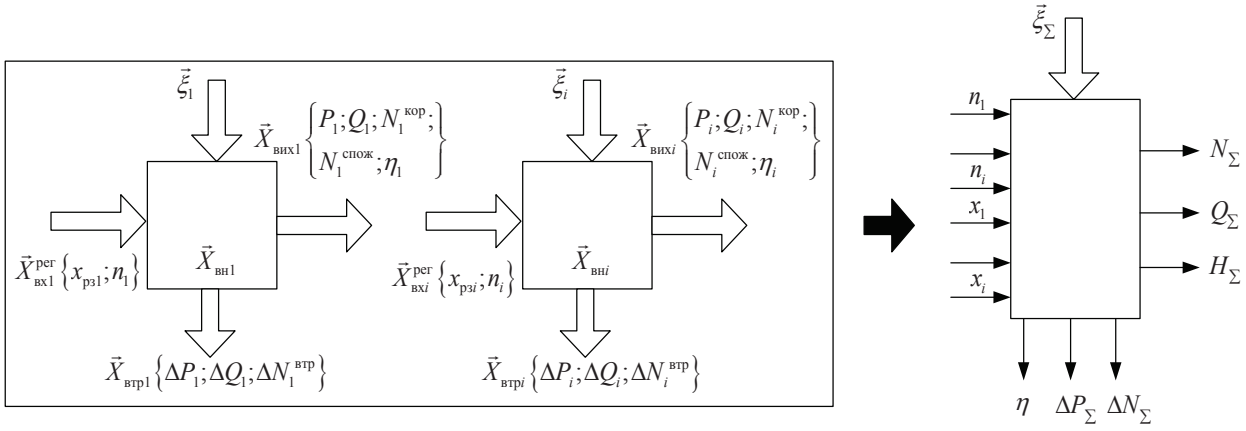


Рис. 1. Узагальнені функціональні схеми насосних агрегатів магістральних нафтопроводів, як об'єктів керування

Вектор регульованих вхідних параметрів може включати положення (переміщення) регулюючої засувки $x_{\text{рз}}$, частоту обертання ротора насоса n, кут повороту лопатей $\alpha_{\text{л}}$. Ці параметри можуть регулюватися виконавчими механізмами САР відповідно до алгоритму, який формує регулятор САР.

Вектор вихідних параметрів включає значення тиску (P), і витрати (Q), які створює насосний агрегат, корисну ($N^{кор}$) і споживану ($N^{спож}$) потужність і ККД (η) насоса [3].

Вектор внутрішніх параметрів $\vec{X}_{вн}$ включає конструктивні характеристики насосного агрегату і гідравлічної мережі, на яку він працює.

Вектор зовнішніх впливів $\vec{\xi}$ включає можливі зміни температури та інших параметрів середовища в процесі експлуатації.

Задачею ефективного регулювання є визначення функціональних співвідношень для вектора регульованих вхідних параметрів, що забезпечують мінімальні значення втрат енергії на всіх основних режимах роботи (при різних значеннях вектора вихідних параметрів $\vec{X}_{вих}$).

При частотному регулюванні при зменшенні частоти обертання напір зменшується. Критична витрата, до якої можливо ефективно використовувати частотне регулювання, залежить від конструктивних особливостей насосу і знаходиться в межах 30% від максимальної. На основі визначення частот обертання [4] та положення регулюючих засувок [5] будуються режимні карти енергоефективної роботи насосу (рис. 2).

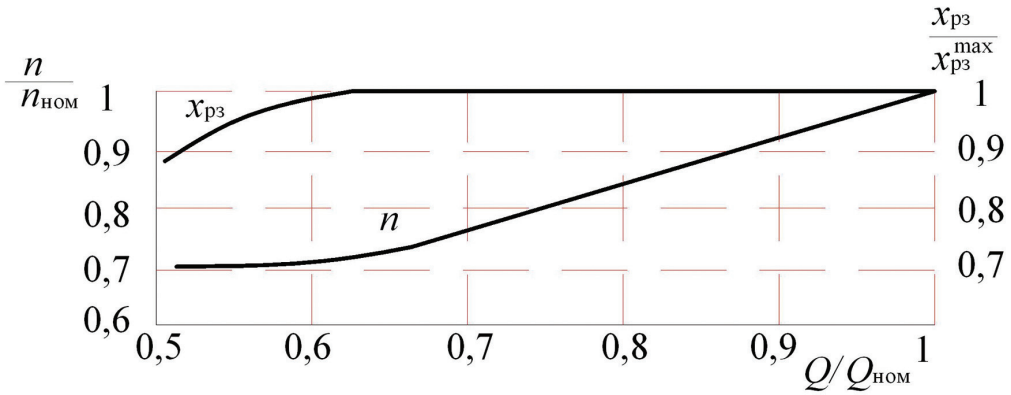


Рис. 2. Режимна карта енергоефективної роботи насосу НПС

Дослідження присвячене удосконаленню нормативного забезпечення енергоефективних режимів роботи насосних агрегатів нафтоперекачувальних станцій магістральних нафтопроводів.

1. ДСТУ 3063-95. Насоси. Класифікація. Терміни та визначення. – 1995. Державний стандарт України

2. Ротач В.Я. Расчет параметров систем автоматического управления при высокой точности их функционирования / В.Я. Ротач // Теплоэнергетика. – 2006. – №10. – С. 17-19.

3. API Standard 610 Centrifugal Pumps for Petroleum, Heavy Duty Chemical, and Gas Industry Services, American Petroleum Institute, 1995. – 194 p.

4. Перекрест А.Л., Коренькова Т.В., Родькин Д.И. Системы активного регулирования параметров насосных комплексов / Перекрест А.Л., Коренькова Т.В., Родькин Д.И. [Монография]. – Кременчуг: ЧП Щербатых А.В. – 2011. – 180 с.

5. Samolenkov S.V. Determination of the mode working parameters of centrifugal pumps reducing the energy consumption during oil transportation / S.V. Samolenkov, O.V. Kabanov // Scientific Reports on Resources Issues Freiberg: Technical University Bergakademie – 2012. – p. 260-263.

УДК 534.6

Костеров О.О., аспірант, Паракуда В.В., к.т.н, доцент, Бубела І.В., к.т.н

ОЦІНЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ НА НЕПЕВНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ ПІД ЧАС КАЛІБРУВАННЯ ЕТАЛОННИХ МІКРОФОНІВ

Ключові слова: акустичні вимірювання, еталонний лабораторний мікрофон, первинний метод взаємності, поправка на теплопровідність.

Оцінка рівня шуму довколишнього середовища, дослідження шуму повітряних турбін, моніторинг ядерних випробувань, попередження про цунамі, тощо, викликає необхідність розширення частотного діапазону акустичних вимірювань в діапазоні низьких частот. Ці вимірювання необхідно проводити на частотах нижче 1 Гц і вони вимагають визначення абсолютних рівнів сигналів, тобто калібрування мікрофонів.

Калібрування еталонних лабораторних мікрофонів за тиском первинним методом взаємності проводять відповідно до вимог міжнародного стандарту ДСТУ IEC 61094-2:2009 [1]. На даний час калібрування відбуваються в діапазоні частот від 2 Гц до 10 кГц для мікрофонів типу LS1, та до 25 кГц для мікрофонів типу LS2 в закритій камері малого об'єму (КМО). Із зниженням частоти зростає вплив поправки на теплопровідність, яка враховує передачу енергії до та від внутрішніх поверхонь КМО та мембран мікрофонів. На низьких частотах непевність визначення поправки на теплопровідність є однією із основних складових непевності калібрування мікрофонів. Стандарт [1] пропонує дві можливі моделі розрахунку цієї поправки, так звані низькочастотне рішення (*Low Frequency Solution*) та широкополосне рішення (*Broadband Solution*), але не надає переваги жодній із них. Низькочастотне рішення базується на моделі теплопровідності в закритій циліндричній порожнині Гербера. Широкополосне рішення ґрунтується на теорії передачі тепла між газом та циліндричною поверхнею обмежених розмірів та враховує ефект в'язкості газу. Однак, як було показано п. R.J.Jackett в [2], застосування цих моделей дає результати, які значною мірою різняться між собою на низьких частотах. Неоднозначність стандарту [1] відносно поправки на теплопровідність призвела до виникнення деяких проблем під час проведення останніх, завершених на даний час, міжнародних ключових звірень під егідою Консультативного Комітету з Акустики, Ультразвуку та Вібрації Міжнародного Бюро Мір та Ваг (CCAUV BIPM) – CCAUV.A-K5 [3], більш того виникло питання визначення та експериментального підтвердження коректної моделі поправки на теплопровідність.

Як було показано в [2], головними, але не єдиними, факторами, що визначають різну поведінку запропонованих моделей теплопровідності, є:

– Спрощений варіант розрахунку обох моделей;

– Некоректний розрахунок втрат на торцевих поверхнях КМО (діафрагмах мікрофонів) в широкополосному рішенні призводить до порушення принципу збереження енергії;

– Некоректне врахування впливу нарізі у фронтальній порожнині мікрофона (на низьких частотах розміри нарізі є меншими за розміри ізотермального граничного шару повітря).

Подальші теоретичні та експериментальні дослідження цієї проблеми було проведено в національному метрологічному інституті Франції в галузі акустичних вимірювань, Laboratoire Commun de Métrologie (LNE-CNAM), [4]. Ці дослідження довели, що використання широкополосного рішення під час калібрування методом взаємності еталонних мікрофонів в області низьких частот є некоректним внаслідок того, що на цих частотах не можна нехтувати розмірами ізотермального граничного шару повітря порівняно із радіусом циліндричної

камери. Також, було теоретично доведено, що низькочастотне рішення слід використовувати без спрощень і з деякими зауваженнями.

Крім того, було запропоновано альтернативне рішення, яке ґрунтувалось на моделі теплопровідності в закритій циліндричній порожнині Гербера для збуджувача із нульовим імпедансом, але із врахуванням адмітансу мікрофона приймача. Тобто, акустичний амітанс пари мікрофонів під час калібрування було запропоновано розраховувати за формулою:

$$Y_a = \frac{j\omega V}{\gamma P_0}\left[\gamma - (\gamma - 1)E_p\right] + Y_r + Y_t \tag{1}$$

де: ω – кругова частота, в радіанах за секунду;

V – загальний геометричний об'єм КМО, в м^3;

γ – комплексний коефіцієнт розповсюдження, в м$^{-1}$;

E_p – комплексна передавальна функція тиску;

Y_r та Y_t – адмітанси приймального та передавального мікрофонів, відповідно.

Було розглянуто два варіанти розрахунку комплексної передавальної функції тиску: повний та спрощений. Повне альтернативне рішення представлено формулою:

$$E_p = \sum_{m=0}^{+\infty}\sum_{n=1}^{+\infty}\left[\frac{8/\pi^2}{(m+1/2)^2\lambda_n^2}F_{m,n}\right] \tag{2}$$

де:
$$F_{m,n} = \left(1 + \frac{\lambda_n^2 R^2 + (m+1/2)^2\pi^2}{(1+2R)^2}X_p^2\right) \tag{3}$$

λ_n – корені функції Бесселя нульового порядку першого роду;

R – відношення довжини камери до її діаметру;

$$X_p = \frac{A}{V}\frac{1-j}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{\alpha_t}{\omega}} \tag{4}$$

A – загальна внутрішня поверхня циліндричної поверхні, в м^2;

α_t – коефіцієнт теплопровідності газу, в м^2/с.

Спрощене альтернативне рішення розраховують за формулою:

$$E_p = 1 - X_p + \frac{\pi R^2 + 8R}{\pi(2R+1)^2}X_p^2 + \frac{3}{4}\sqrt{\pi}\,\frac{R^3 - 6R^2}{3\sqrt{\pi}(2R+1)^3}X_p^3 \tag{5}$$

Експериментальні дослідження коректності вибраної поправки на теплопровідність ґрунтувались на тому припущенні, що різниця між чутливостями мікрофона, які визначено в двох КМО із достатньо різними розмірами, на низьких частотах буде прямувати до нуля, якщо використано коректні поправки на теплопровідність за умови, що всі інші фактори, які впливають на чутливість мікрофона, залишаться незмінними.

При порівнянні отриманих результатів було розглянуто чотири моделі поправки на теплопровідність:

- Широкополосне рішення в тому вигляді, як його представлено в [1];
- Низькочастотне рішення в тому вигляді, як його представлено в [1];
- Спрощене альтернативне рішення, яке запропоновано авторами [4];
- Повне альтернативне рішення, яке запропоновано авторами [4].

Результати порівняння для різних моделей поправки на теплопровідність представлені на рисунку 1 для різниць рівнів чутливостей, та на рисунку 2 – для різниць фаз чутливостей мікрофона у різних КМО.

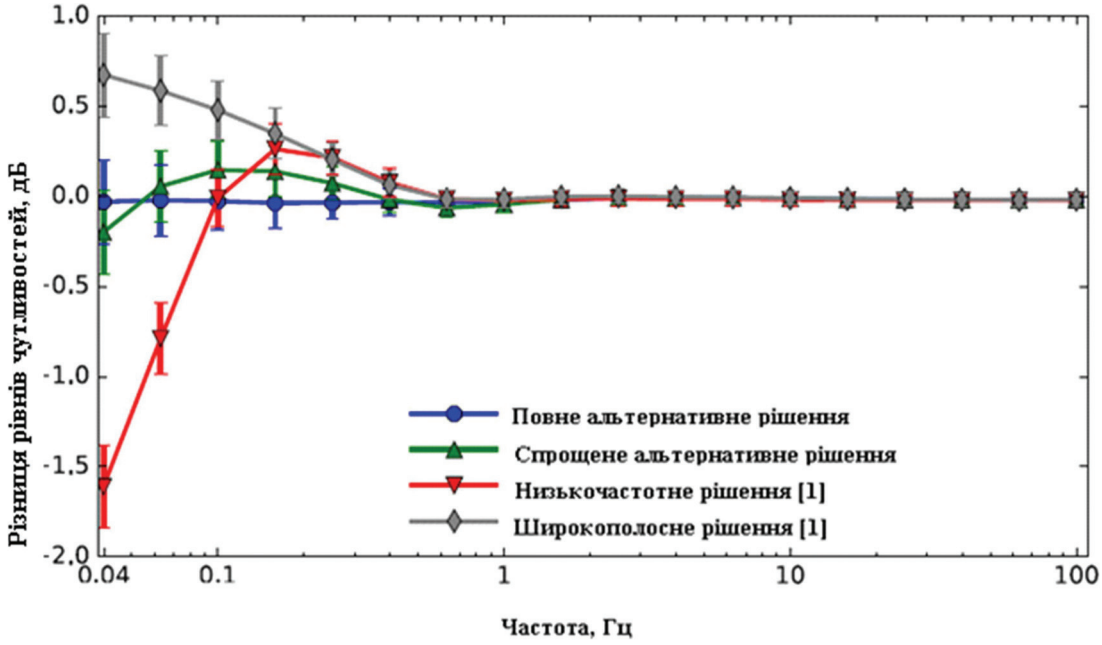


Рис. 1. Різниця рівнів чутливостей мікрофона для різних моделей поправки на теплопровідність

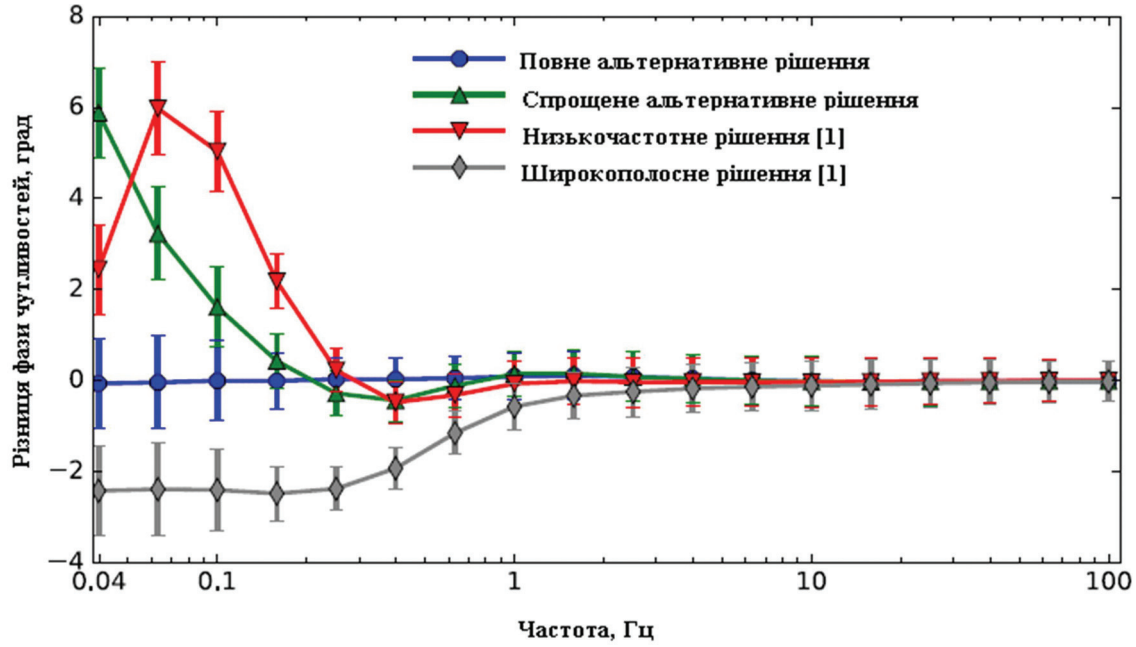


Рис 2. Різниця фаз чутливостей мікрофона для різних моделей поправки на теплопровідність

Висновки:

– обидві моделі поправки на теплопровідність, які представлено в [1], є некоректними на частотах нижче 10 Гц;

– на частотах до1 Гц можна використовувати спрощене альтернативне рішення, яке запропоновано в [4];

– на частотах нижче 1 Гц необхідно використовувати повне альтернативне рішення, яке запропоновано в [4].

1. ДСТУ IEC 61094-2:2009. Електроакустика. Мікрофони вимірювальні. Частина 2. Первинне калібрування за тиском лабораторних еталонних мікрофонів методом взаємності (IEC 61094-2:2004, IDT)

2. Jackett R, The effect of heat conduction on the realization of the primary standard for sound pressure Metrologia 51 423, 2014

3. Avison J and Barham R, Final report on key comparison CCAUV.A-K5: pressure calibration of laboratory standard microphones in the frequency range 2 Hz–10 kHz, Metrologia 51 09007, 2014

4. P Vincent, D Rodrigues, F Larsonnier, C Guianvarc'h and S Durand, Acoustic transfer admittance of cylindrical cavities in infrasonic frequency range. Metrologia , 56(1):015003, 2019

УДК 536.51

Кочан О. В., к.т.н., доцент, Куць В. Р., к.т.н., доцент, Хома Ю. В., к.т.н.

ІНДИВІДУАЛЬНА ФУНКЦІЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ З НЕЛІНІЙНИМИ БЛОКАМИ

Ключові слова: температура, термістор, перетворення температура-частота, індивідуальне калібрування, нелінійна функція перетворення

Основними перевагами термісторів можна вважати [1]: можливість вибору термістора з великим опором (опір термісторів при 20ºС знаходиться у межах від 10 Ом до 1 МОм); велика чутливість термісторів – близько 4%/ ºС, низька ціна. Ці переваги дають змогу: мати дуже малу похибку від нагріву термістора робочим струмом при заданій чутливості (якщо опір термістора 10 кОм, а струм 1 мА, то чутливість – 400 мВ/ºС. Але коли задати струм 0,1 мА, то похибка від нагріву термістора не перевищить 0,002ºС, а чутливість буде 40 мВ/ºС), через високу чутливість термістора та великий початковий опір використовувати двопровідне підключення сенсора до входу ВК вимірювального перетворювача (похибка не буде перевищувати 0,005 °С), завдяки високій чутливості є висока завадостійкість.

Основним недоліком термісторів є великі похибки вимірювання температури. Підвищення точності вимірювання температури термісторами можливе за рахунок переходу до індивідуальної функції перетворення. Згідно із [1], ФП термістора описується рівнянням:

$$R_T = A \cdot e^{-B/T}, \tag{1}$$

де R_T – опір термістора при температурі *T, K* (у градусах Кельвіна); А і В – параметри термістора.

Як видно з (1), перехід до індивідуальної ФП вимагає визначення дійсного опору (калібрування) термістора щонайменше при двох температурах з діапазону перетворення. Склавши систему двох рівнянь з двома невідомими (параметрами термістора А і В). Рішенням системи будуть наступні формули:

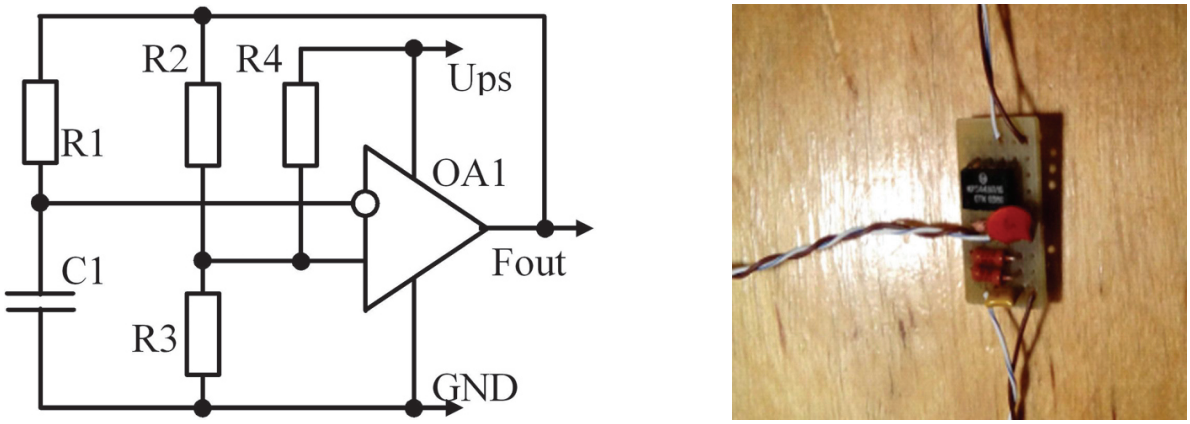
$$B = \frac{\ln R_{T1} - \ln R_{T2}}{\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1}}, \qquad A = \frac{R_{T1}}{e^{-B/T1}}, \tag{2}$$

де R_{T1}, R_{T2} – опір термістора відповідно при температурах *T1* і *T2* (у Кельвінах).

При Ad-hoc вимірюваннях доцільно використати для калібрування підручні засоби. Зокрема суміш льоду і води, а також температуру тіла для визначення констант А і В так, як це описано у [2.]. В такому випадку похибка термістора не перевищуватиме 1 °С.

Доцільно перетворювати опір термістора у частоту або період. Такі сигнали не змінюють інформативний параметр при передачі. Їх легко перетворити як у аналогову напругу, так і у цифровий код. На рис. 1 подано просту але стабільно працюючу схему перетворювача опору термістора у частоту або період. Її перевагою є те, що частота/період вихідного сигналу практично залежить лише від параметрів пасивних елементів схеми. При ввімкненні напруга на конденсаторі С1 виходить меншою за напругу на виході подільника R3 і R4. У такому випадку напруга на виході операційного підсилювача ОА1 близька до напруги живлення Ups, конденсатор С1 заряджається через термістор R1. ОА1 працює у режимі компаратора. Його напруга спрацювання визначається напругою подільника R3 і R4 та струмом зміщення, який

задається резистором R2. Доцільно вибрати R3 = R4. Тоді напруга на неінвертуючому вході операційного підсилювача ОА1 за рахунок струму зміщення через резистор R2 буде вищою за половину напруги живлення Ups. А напруга на виході ОА1 буде близька до напруги живлення Ups. Конденсатор С1 заряджається доки напруга на інвертуючому вході операційного підсилювача ОА1 стане рівною напрузі на його неінвертуючому вході. Тоді компаратор на ОА1 змінює стан – напруга на його виході стає близькою до нуля. Конденсатор С1 починає розряджатися через термістор R1. Напруга на неінвертуючому вході операційного підсилювача ОА1 за рахунок струму зміщення через резистор R2 буде нижчою за половину напруги живлення Ups. Конденсатор С1 розряджатися до цієї напруги. Тоді компаратор на ОА1 знову змінює стан – напруга на його виході стає близькою до напруги живлення Ups. Конденсатор С1 знову заряджається доки напруга на інвертуючому вході операційного підсилювача ОА1 стане рівною напрузі на його неінвертуючому вході. Цикли заряду / розряду періодично повторюються.



а) *б)*

Рис. 1. а) Схема перетворювача опору термістора у частоту або період, б) макет перетворювача.

Найзручніше мати наскрізну ФП – залежність вихідної частоти або періоду від температури. Пропонується метод калібрування для якого необхідно виконати наступні операції:

1. визначити, згідно із (2) та, індивідуальну ФП термістора;
2. розрахувати опір термістора у 10…15 точках;
3. підключити у схему вимірювального перетворювача (див. рис. 1а) замість термістора R1 магазин опору та частотомір до виходу;
4. встановити на магазині опору розраховані при виконанні п. 2 значення опору та записати отримані при цьому значення вихідної частоти (або періоду);
5. сформувати наскрізну ФП ВК шляхом співставлення значень температури, для яких при виконанні п. 2 були розраховані значення опору термістора, та отриманих при виконанні п. 4 значень вихідної частоти (або періоду);
6. апроксимувати ФП ВК методом найменших квадратів [3] чи штучною нейронною мережею [4].

В результаті виконання згаданих вище операцій можна досягнути того, що сумарна похибка вимірювання температури цим ВК не буде перевищувати 1 °С.

Висновки

Вимірювати температуру у діапазоні від –(20…30)°С до +(100…120)°С з доволі високою точністю (похибка не більше ±1°С) можна за допомогою термісторів та простих схем

генераторів. Для цього слід перейти до індивідуальної ФП сенсора – термістора, або всього ВК. Проведений аналіз похибок ВК показав, що запропонована методика калібрування без використання стандартизованих еталонних засобів дає змогу забезпечити вказану точність таких Ad-hoc вимірювань.

Запропоноване рішення поєднує знання у галузях електроніки, вимірювальної техніки та метрології. Його вигідно використати як базу для тренінгу студентів.

1. Webster, J. G. (Editor). (1999). The Measurement, Instrumentation, and Sensors: Handbook. Boca Rouge: CRC Press,.

2. Kochan, O., Przystupa, K., Shulhai, A., Pohrebennyk, V., Su, J., & Koziel, J. (2019). Ad-hoc Temperature Measurements Using a Thermistor. In 2019 12th International Conference on Measurement, Smolenice, Slovakia, (pp. 228-231).

3. Yeromenko, V., Kochan, O. (2013). The conditional least squares method for thermocouples error modeling. In 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems. Berlin, Germany, (vol. 1, pp. 157-162).

4. Kröse, B., Krose, B., van der Smagt, P., & Smagt, P. (1993). An introduction to neural networks. Amsterdam: Univercity of Amsterdam.

УДК 004.04

Кривенчук Ю., к.т.н., Бойко Н., к.е.н., доцент, Приймак С., студент

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ І РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ

Ключові слова: розподіл навантаження, IoT, інформаційна система.

У всьому світі, на даний час, питання енергозбереження постає дедалі актуальнішим. Це не лише економічна вигода для споживачів та зменшення навантаження на електричні мережі, а також, що надзвичайно важливо, збереження довкілля для наших нащадків. Досить неординарним рішенням, яке дозволяє рівномірно розподіляти навантаження в електромережі – це використовувати електроенергію без необхідності підведення додаткової потужності. Рішення ґрунтується на балансуванні навантаження на енергомережі. При цьому буде використовуватись надлишкова потужність, яка тимчасово не використовується іншими електричними пристроями. Навантаження на існуючу електромережу залишається незмінним. Така можливість з'являється за рахунок використання системи розподілу. Пристрій, що вимірює споживання електроенергії повинен підтримувати функцію моніторингу поточного споживання, щоб реагувати на відхилення споживання якнайшвидше. Хоча оператори балансуючих ринків (найближчі еквіваленти реального ринку у США) вже сьогодні мають можливість отримувати на нагромаджувати інформацію щодо споживання в реальному часі, що уможливлює керування відхиленнями, навантаженням в мережі тощо.

Балансування здійснюється за допомогою інтелектуальної інформаційної системи, до складу якої входять аналізатори параметрів електромережі. В процесі роботи спеціальне програмне забезпечення постійно аналізує потужність, споживану побутовими приладами. При зміні потужності, споживаної побутовими приладами, автоматично відключатиметься прилад, споживання якого є найвищим та найдовшим за заданим алгоритмом.

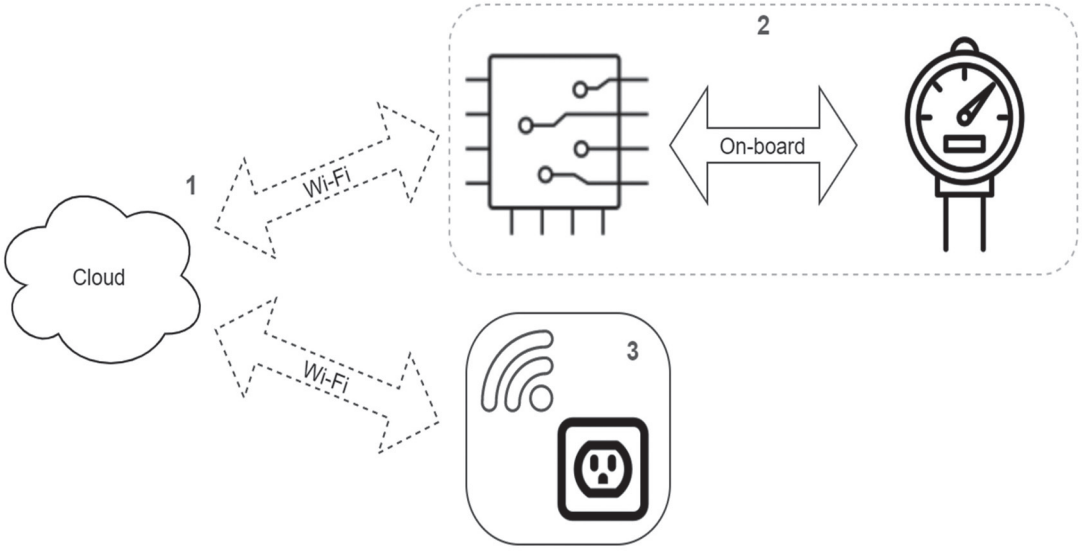


Рис. 1 Схема взаємодії компонентів в системі рівномірного навантаження на електромережу

Сховище, на яке будуть поступати дані моніторингу споживання електроенергії у мережі [1] буде знаходитися в хмарі, де проводиться аналіз інформації та приймається рішення про

відключення електропристрою з електромережі [3]. Якщо споживання електроенергії не перевищує критичного значення зазначеного в технічних вимогах, усі прилади без проблем будуть під'єднані до мережі. Основну функцію у даній системі буде виконувати пристрій [2], який передаватиме показники у хмарне сховище.

Пристрій вимірювання може реалізовуватися за допомогою готових наборів елементів, що зазвичай є досить дорого для кінцевого споживача. Або з допомогою нестандартного рішення у вигляді модулів «Arduino». Це дозволяє обирати сенсор споживання електроенергії з необхідними параметрами, класом точності, швидкістю відгуку, максимальним та мінімальним пороговими вимірюваними значеннями, тощо. А модуль для передачі даних та взаємодії з хмарними рішеннями з мінімальною ціною в перерахунку обчислюваної швидкодії на її ціну. Наприклад, система на чіпі (англ. SoC) дозволяє отримати компоненти для опитування сенсора та взаємодії з хмарою у вигляді одного модуля. Система розподілу навантаження складається кількох простих компонентів: розумних розеток, пристроїв вимірювання спожитої електроенергії та хмарного рішення. Пристрій, що вимірює спожиту електроенергію повинен підтримувати функцію моніторингу поточного споживання, щоб реагувати на відхилення споживання якнайшвидше. Це, дозволяє рівномірно розподіляти навантаження на електромережу, попереджати перенавантаження шляхом відключення енергоємних споживачів, а також дає змогу відстежувати значення споживання електроенергії в реальному часі. Хмарне рішення передбачає можливість адаптування протоколів взаємодії для підключення різноманітних пристроїв, що також дає змогу не прив'язуватись до конкретного виробника. Також така система може включати різноманітні правила поведінки, наприклад увімкнення чи вимкнення певних споживачів по графіку, тощо.

1. Желєзко Ю.С Розрахунок, аналіз і нормування втрат електроенергії в електричних мережах – М.: НУ ЕНАС, 2002. – 280с.

2. Желєзко Ю.С. Вибір заходів щодо зниження втрат електроенергії в електричних мережах: Керівництво для практичних розрахунків. – М.: Вища школа, 1989. – 176с.

3. Воротніцкій В.Е., Желєзко Ю.С., Казанцев В.М. Втрати електроенергії в електричних мережах енергосистем. – М.: Вища школа, 1983. – 368с.

4. Воротніцкій В.Е., Заслонов С.В., Калінкіна М.А. Програма розрахунку технічних втрат потужності та електроенергії в розподільних мережах 6 – 10 кВ. – Електричні станції, 1999, № 8, с.38-42.

5. Желєзко Ю.С. Принципи нормування втрат електроенергії в електричних мережах і програмне забезпечення розрахунків. – Електричні станції, 2001, № 9, с.33-38.

6. Желєзко Ю.С. Оцінка втрат електроенергії, обумовлених інструментальними похибками вимірювання. – Електричні станції, 2001, № 8, с. 19-24.

7. Галанов В.П., Галанов В.В. Вплив якості електроенергії на рівень її втрат у мережах. – Електричні станції, 2001, № 5, с.54-63.

8. Овчинников О. Втрати електроенергії в розподільних мережах 0,38–6(10) кВ. – Новини електротехніки, 2003, № 1, с.15-17.

УДК 004.2

Кривенчук Ю., к.т.н., Кузьо О., студент

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ

Ключові слова: Інформаційна система, контроль фізіологічного стану військовослужбовця, смарт-система.

Україна сьогодні перебуває у воєнному стані, внаслідок бойових дій, а також зростання їх темпів, масштабів та напруженості, вимоги до контролю за життєздатністю та боєздатністю військовослужбовців у сучасних умовах бойових дії посилюються. Згідно з аналізом наслідків боїв, в яких загинули поранені, 50% з них могли вижити, якби їм було надано першу допомогу протягом перших шести годин після отримання поранення. Виходячи з вище сказаного, виникає необхідність використовувати систему постійного моніторингу фізіологічного стану військовослужбовців та приймати сигнал незалежно від географічного розташування постраждалих у межах покриття бездротової мережі. На основі отриманих даних приймати рішення щодо віддаленого введення конкретних препаратів. Спорядження військовослужбовців повинно відповідати сучасним вимогам тактики. Одним із пріоритетних напрямів досліджень у створенні бойової техніки є медичний контроль за станом військовослужбовців та оцінка місця розташування потерпілих внаслідок поранення, контузії, впливу хімічних речовин, отруйних газів на військовослужбовця. Фізіологічна система дистанційного керування – це портативна система медичного контролю військовослужбовця, яка автоматично забезпечує обробку сигналів від медичних датчиків, визначення місця розташування навігаційної системи та передачу всієї інформації до мобільної лікарні.

Зв’язок між мобільним консультативно-діагностичним центром та забезпечення військових безпілотників (рис. 1), які безперервно рухаються над полем бою та описують ексцентричне коло. Передавач кожного військовослужбовця підтримує зв’язок через закритий канал у режимі реального часу з безпілотником, який зараз знаходиться у його полі зору, через бездротову мережу. Безпілотник у свою чергу передає інформацію наступному дрону через більш потужні передавачі, утворюючи, таким чином, мережу із закритими каналами. Найближчий дрон передає остаточну інформацію в консультаційно-діагностичний центр. Однак виникають різноманітні непередбачувані обставини, такі як безпілотник, збитий противником, і на даний момент немає жодного безпілотника, який міг би взяти інформацію та передати її до кінцевого пункту призначення.

Таким чином, запасним варіантом зв’язку є супутник, який при необхідності перемикається. Цей варіант є запасним та короткочасним, поки не прибуде інший безпілотник, оскільки цей варіант є більш надійним, менш дорогим та енерговитратним. Медична система включає різноманітне медичне обладнання, засноване на датчиках для контролю фізіологічного стану військовослужбовця та контролю стану поранених під управлінням мікроконтролера ESP-32. Інша половина системи розміщується в мобільному консультативно-діагностичному центрі, який поєднує спілкування з кожним військовослужбовцем, а також контролює транспортування та евакуацію поранених.

Повертаючись до системи контролю фізіологічного стану військовослужбовців, можна сказати, що він буде складений з декількох блоків. Перший – це основний блок, який буде розміщений за спиною бійця, під жилетом, основна функція такого блоку – збирати інформацію від датчиків і передавати її в режимі реального часу через безпілотник до мобільного консультативно-діагностичного центру.

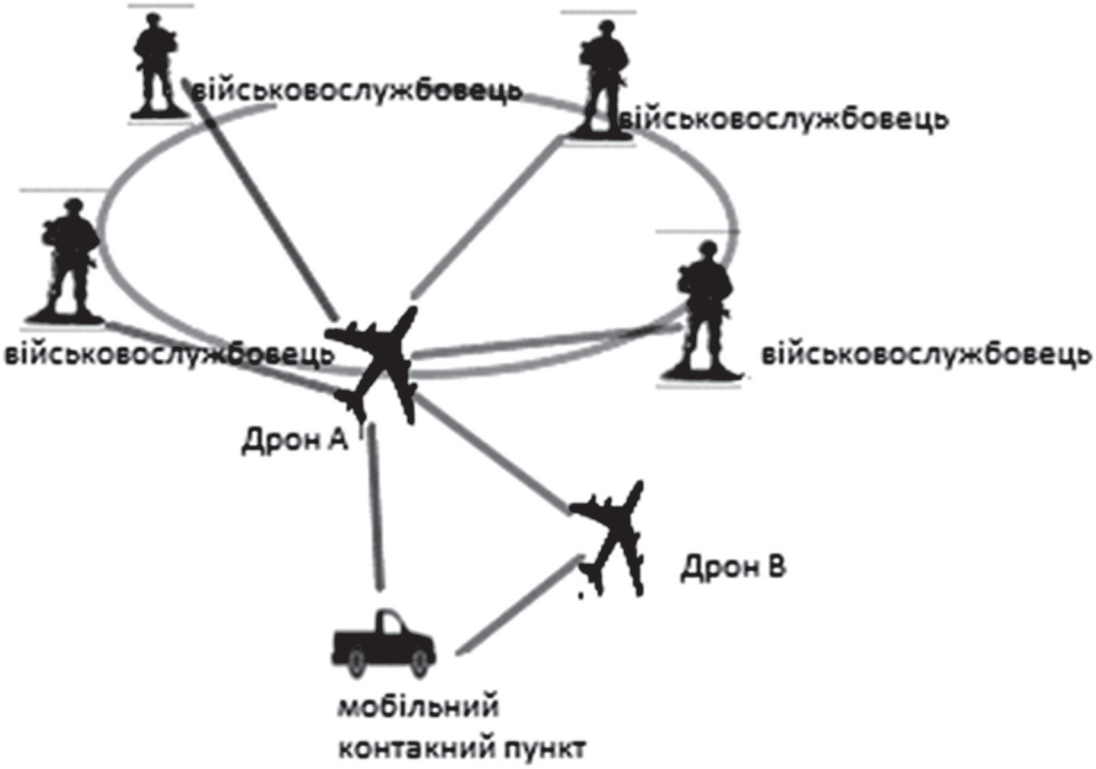


Рис. 1. Стандартна система зв'язку між
ійськовослужбовцями та консультаційними і діагностичним центром

Друга важлива частина системи – це медична частина, яка, по суті, є модернізованою аптечкою, яка прикріплюється до стегон і вміщає певні ліки. У разі критичної ситуації коли військовослужбовець не в змозі самостійно ввести певні препарати внаслідок до прикладу шоку, оператор приймає рішення і вводить препарат за допомогою інжектора з дистанційним керуванням. Зв'язок між медичним та головним апаратами здійснюється за допомогою технології Bluetooth 5.0, яка має досить високу стабільність та енергоефективність.

Оскільки зв'язок між військовослужбовцями та консультативно-діагностичним центром відбувається в режимі реального часу, важливо мати швидкість передачі вимірюваної інформації від датчиків. Адже це залежить від пріоритету надання медичної допомоги, черговості виїзду оперативної бригади і, як наслідок, життя військовослужбовця.

1. Kryvenchuk, Y., Shakhovska, N., Melnykova, N., & Holoshchuk, R.: Smart Integrated Robotics System for SMEs Controlled by Internet of Things Based on Dynamic Manufacturing Processes. In Conference on Computer Science and Information Technologies. pp. 535-549 (2018).

2. Khavalko V., Khudyy A.: Application of Neural Network Technologies for Information Protection in Real Time. SAIC, 1. pp. 173-177. (2018)

3. Kryvenchuk, Y., Shakhovska, N., Shvorob, I., Montenegro, S., & Nechepurenko, M.: The Smart House based System for the Collection and Analysis of Medical Data. CEUR, 2255. pp. 215-228. (2018)

4. Liu, S., Ma, W., Moore, R., Ganesan V., Nelson, S.: RxNorm: prescription for electronic drug information exchange. IT Professional, vol. 7, no. 5, pp. 17-23 (2005).

УДК 004.2

Кривенчук Ю., к.т.н., Прохоренко А., студент

ІНОФРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ВИРОБНИЦТВІ

Ключові слова: Інформаційна система, контроль виготовлення деталей, автоматизація виробництва.

XXI сторіччя стає початком нового етапу в людському житті. Етапу, який замінить велику кількість професій звичайними роботами, програмами та штучним інтелектом. Зараз дуже важко уявити підприємство будь-якої галузі промисловості, яке в жорстких умовах сучасної ринкової економіки може обійтись без засобів автоматизації. До того ж нинішні тенденції прогресивних виробництв ведуть до перерозподілу балансу між людською працею та автоматизованим обладнанням в бік машин. В процесі вдосконалення машин і механізмів та їх деталей постійно вдосконалюються методи управління трудовими ресурсами та їх оптимальний розподіл у поєднання з автоматизованими. Як відомо, чим більше виготовляється однакових деталей, тим вигідніше і легше автоматизувати таке виробництво. Відповідно, при великій кількості деталей, станків, працівників постає питання збору інформації та аналізу всіх процесів виробництва. Дана інформація, при правильному опрацюванні відіграє важливу роль в оцінці роботи будь-якого підприємства.

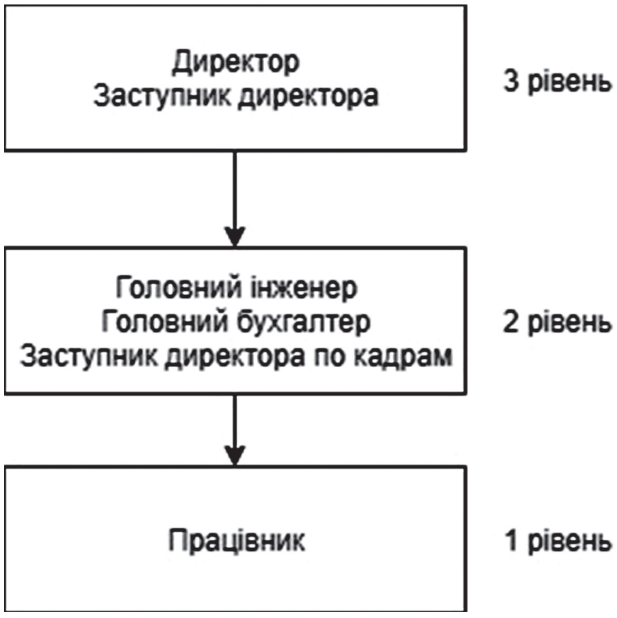


Рис. 1. Ієрархія доступу до інформації в інформаційній системі

Для систематизації і обробки великих об’ємів даних найкраще використовувати універсальну інформаційну систему, яка могла б акумулювати всю інформацію і залежно від рівня доступу користувача надавати різні рівні можливої взаємодії з цією інформацією. Наприклад звичайний працівник використовуючи інформаційну систему має доступ до інформації, яка пов’язана лише з його власною виробничою діяльністю. Сюди відноситься статистичні дані що до ефективності роботи, кількість виготовлених деталей, попередньо передбачувана заробітна плата за певний період, тощо. Загалом вся інформація структурується і подається у вигляді інформативного власного профілю, який закріпляється за кожним співробітником. Також

передбачено і вищі рівні доступу до інформаційної системи. Спеціалісти які займаються оптимізацією робочого процесу можуть спостерігати за працівниками та ефективністю використання всіх станків на підприємстві, і в відповідності до отриманої інформації формувати подальші графіки змін та їх тривалість або корегувати штат працівників у разі, якщо хтось не виконує норму. І відповідно працівники, які займають керуючі позиції, мають найвищий рівень доступу в системі. Вони можуть отримати статистичні дані по всьому виробництву включаючи: витрати, прибутки, ефективність та ін.

Основна перевага даної інформаційної системи є в тому, що всі наявні дані, які надходять з багатьох інформаційних джерел ми можемо автоматизовано збирати і обробляти в одному місці. Відповідно цей підхід максимально прозоро відображає наявну ситуацію на підприємстві і в разі будь-яких змін дозволяє швидко виправити ситуацію або оптимізувати робочий процес. Також невід'ємним плюсом універсальність системи, яка дозволяє працівникам отримувати інформацію відповідно до свого рівня повноваження.

1. Э.Мейер CSS Карманный справочник М: "И.Д. Вильямс", 2016

2. E. Brown Learning JavaScript M: O'Reilly Media, 2016

3. В. Баронов, Г. Калянов, Ю. Попов Информационные технологии и управление предприятием М.: Компания АйТи

4. Lyes Benyoucef, Bernard Grabot Artificial Intelligence Techniques for Networked Manufacturing Enterprises M: Springer Science & Business Media 2010

5. Ш. Чаллавала, Д. Лаккатария, Ч. Мехта, К. Патель MySQL 8 для больших даннях М: ДМК Пресс 2016

УДК 004.2

Кривенчук Ю., к.т.н., Хавалко В., к.т.н., с.н.с, Гончарук С., студент

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ СТИЛЮ АРХІТЕКТУРИ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ

Ключові слова: інформаційна система, аналіз зображень, визначення архітектурного стилю.

Тема розпізнавання зображень є досить актуальною на сьогоднішній день. Цей сучасний розділ інформатики та суміжних дисциплін може бути корисним в самих різних сферах – від військової справи та систем безпеки до визначення обличчя, з метою покращення якості фотографії. Також, ця сфера сильно пов'язана з штучним інтелектом та машинним навчанням. Взагалі розпізнавання зображень пов'язане з автоматичним виявленням закономірностей даних за допомогою використання комп'ютерних алгоритмів та з використанням цих закономірностей для таких дій, як класифікація даних на різні категорії.

Визначення стилю архітектури може сильно затягнути роботу. Як для простого студента, так і для професіонала. В загальному є більше ніж 60 стилів архітектури і звичайно з часом може з'явитися новий. Тому, виникає необхідність створення технології для швидкого та якісного розпізнавання архітектурного стилю. Чи не найкраще для цього підходять нейронні мережі алгоритм роботи якої, описаний в даних тезах. Отже, для початку має бути здійснена фільтрація зображення – метод, який допомагає виділити цікаві області, без їх аналізу. На сьогоднішній день є багато методів, частина з яких застосовує єдине перетворення для всіх точок зображення. Під час фільтрації аналізу зображення як такого нема, але точки, які дозволяють сприймати зображення, як області з особливими характеристиками. Є різні методи фільтрації, від найпростіших – бінаризація зображення по порогу, класичних з радіолокацією і обробкою сигналів, проте на сучасному етапі досить актуальними є – фільтрація границь та контурів. До прикладу, коли об'єкт є дуже складним, але добре виділяється, то зазвичай єдиним способом роботи буде виділення контурів. Так, як на основі фільтрації отримано дані контурів, то відбувається перехід від роботи з ображення до роботи з об'єктом.

Наступним кроком буде логічна обробка даних. Знову ж таки є різні методи обробки даних, від найпростішої – математичної морфології та контурного аналізу, який перетворює отримані границі в контури, на основі чого можна ідентифікувати об'єкт по контуру. Проте метод не позбавлений проблем, адже для використання цього методу потрібні ідеальні умови, мінімум шуму на фотографії, чіткі границі. Тому, для розпізнавання архітектурного стилю необхідно мати строгі вимоги, на жаль які в більшості випадках неможливо виконати.

Отож, останній кроком буде навчання мережі, яке полягає в тому, що кожне зображення матиме тестову вибірку та набір ознак. Алгоритм навчання вибере таку модель, яка відповідає найбільше тому чи іншому зображенню і прийме рішення, який із стилів представлено на зображенні. Так наприклад по певним контурам на колоні, ми можемо визначити, якого архітектурного стилю вона є. Для прикладу зображення після фільтрації та до. Можна побачити, як збереглись певні елементи, які при навчанні можна буде визначити ознаками та по них орієнтуватись.

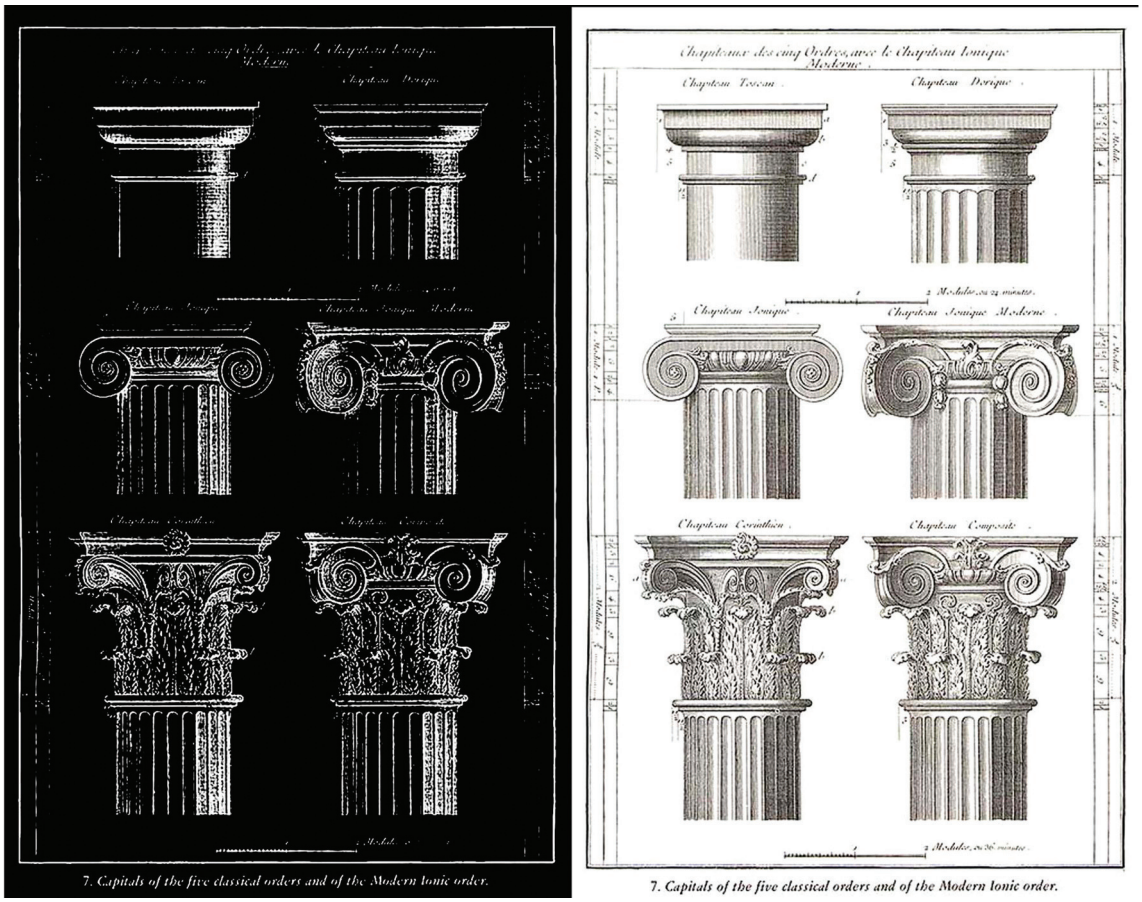


Рис. 1. Зображення після фільтрації

1. Методи розпізнавання образів : Навч. посіб. для студ. / В. М. Заяць, Р. М. Камінський; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Л., 2004. – 173 с. – Бібліогр.: 21 назв.

2. Tveter, Donald (1998). The Pattern Recognition Basis of Artificial Intelligence.

3. Neural Networks for Face Recognition Companion to Chapter 4 of the textbook Machine Learning.

4. Tveter, Donald (1998). The Pattern Recognition Basis of Artificial Intelligence

5. Pattern Recognition and Machine Learning Bishop, Christopher M., 2006.

6. Архітектура / ред.: Б. С. Черкес. – Л., 2000. – 387 с.

УДК 004.2

Кривенчук Ю., к.т.н., Чуба М., студент

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

Ключові слова: інформаційна система, аналіз терміну придатності лікарських засобів.

Проблема стану галузі сучасної української медицини турбує як населення так і вище керівництво. Актуальність даної теми визначається тим, що люди можуть та бажають отримувати якісний сервіс, але лише державного фінансування замало для задоволення потреб споживача. Необхідність залучення інвестиційного капіталу та можливість його вдалого використання, може бути рятівною ланкою для покращення стану сучасного медичного обслуговування. Проблемі стану сучасної медицини присвячено багато трудів вітчизняних науковців. Аналіз наукових робіт свідчить про низький рівень якості медичного обслуговування. Також свідчить про те, наскільки безкоштовна медицина є недієвою. Також значно погіршив стан війни, що зараз у державі.

Із цього виникає необхідність удосканили деякі системи у медецині, цим самим покращити її стан. Сьогодні є проблема із «блокнотним» відстеженянм надходження та використовуванням лік та іншого медичного інвертарю. Для оптимізації витрат та заощадження коштів потрібно використовувати новітні методи та технології. Фінансування галузі охорони здоров'я на даний час здійснюється на мешканця відповідної території. Ліжкова мережа, потужний кадровий потенціал розрахований та забезпечує надання медичної допомоги у більшості напрямків (кардіологічному, травматологічному, нейрохірургічному, офтальмологічному, надання медичної допомоги дитячому населенню, надання допомоги жіночому населенню, онкологічному, інфекційні хвороби, психоневрологічному, отоларингологічному та дерматовенерологічному) для чверті мільйона мешканців регіону.

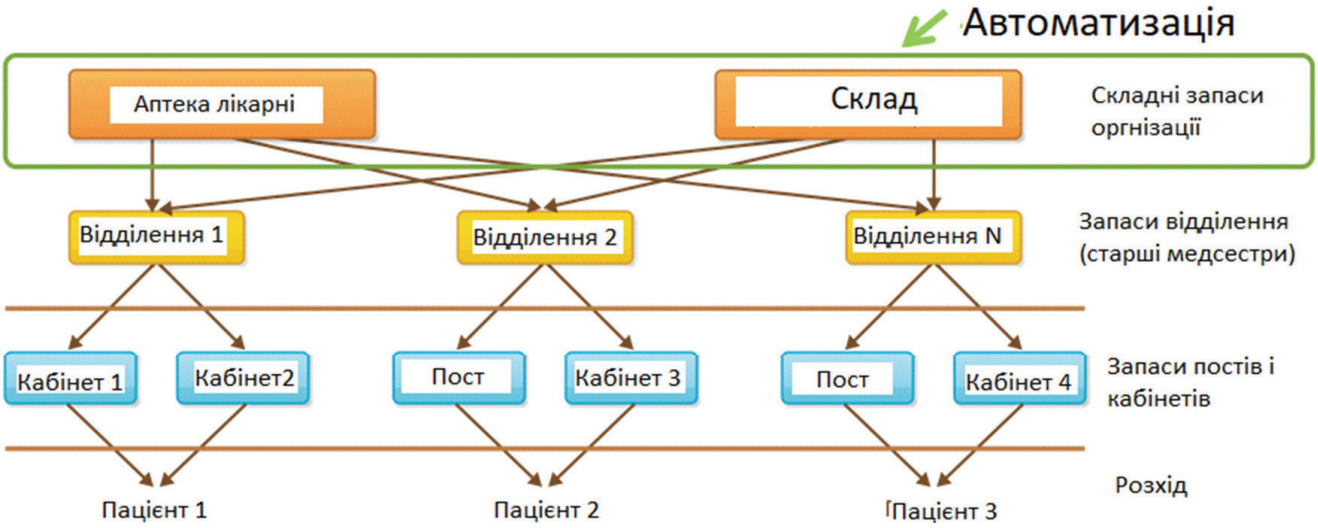


Рис. 1. Розподілення запасів

Проблему нестачі коштів та необхідності проведення оптимізації розпочали активно обговорювати ще у липні 2016 року. Проблема фінанусування медицини завжди була актуальна, саме тому оптимізація контролю лікарств як ніколи потрібна саме зараз, адже на зекономлені кошти можна покращити загальний стан медичних установ та підняття зарплати медикам.

Існує велика проблема із простроченням лікарських препаратів та подільшим їх списанням. Наша держава тратить великі суми грошей в пусту, тому потрібне вирішенням із контролем терміну придатності. Складський облік, як правило, ведеться тільки на рівні складу лікарняної аптеки. Автоматизація тотального предметно-кількісного обліку медикаментів на складі зазвичай викликана вимогами законодавства в частині бухгалтерського обліку. Тому можливі дві схеми організації такого обліку: автоматизований складський облік (він є первинним), в бухгалтерську програму проводиться трансляція сумових або кількісно сумових проводок за рахунком руху матеріалів; другий варіант: весь облік ведеться матеріальними групами бухгалтерії безпосередньо в програмах бухгалтерського обліку. При цьому запаси в підрозділах не враховуються, так як в бухгалтерському обліку, як правило, моментом списання вважається вибуття товару з лікарняної аптеки.

1. Стаття 12. Маркування лікарських засобів [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://protocol.ua/ua/pro_likarski_zasobi_stattya_12/

2. Закон України «Про лікарські засоби» Документ 123/96-ВР, чинний, поточна редакція – Редакція від 04.11.2018, підстава – 2519-VIII [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/96-%D0%B2%D1%80

УДК004:004.725

Кубик Л.Я., викладач, Селемонавічус М.М., завідувач навчальної лабораторії, Щерба В.Ф., викладач

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ВИКЛАДАННЯ МЕТОДІВ ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ

Ключові слова: алгоритми, методи опрацювання даних, методи обчислення, технології, методики викладання, мови програмування, додатки.

У теперішній час, коли більшість студентів цікавить програмування та іттехнології навчальна дисципліна «Алгоритми і методи обчислень» є однією з найважливіших і базових, яка розкриває студентам поняття, що таке алгоритм, види алгоритмів, головні принципи створення ефективних алгоритмів, проведення аналізу алгоритмів різних обчислювальних процесів за допомогою часової функції складності, методи сортування даних, методи пошуку інформації тощо. Дана дисципліна формує у студентів фундаментальні поняття алгоритмізації, основні методи опрацювання даних та методи наближених обчислень, їхня реалізація, а також навчає правильного вибору необхідного алгоритму для вирішення певної задачі. Оскільки «Алгоритми і методи обчислень» є основою для таких складних навчальних дисциплін, як «Програмування», «Мікропроцесори та їх програмування», «Системне програмування» тощо, то після набуття вище наведених знань студентам набагато легше осягнути та засвоїти великий обсяг та складність даних дисциплін. Тому для нас, як для викладачів є дуже важливим правильний вибір методики викладання лабораторних робіт з даної навчальної дисципліни.

На сьогоднішній день опираючись на сучасну навчальну та технічну літературу можна виділити дві методики викладання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Алгоритми і методи обчислень». Перша методика проведення лабораторних робіт полягає у розробленні вивчених алгоритмів, методів опрацювання даних та методів наближених обчислень застосовуючи мови програмування, друга методика полягає у дослідженні вивчених алгоритмів, методів опрацювання даних та методів наближених обчислень використовуючи сучасні математичні прикладні програми.

При виборі першої методики викладання лабораторних робіт, яка базується на розробленні вивчених алгоритмів, методів опрацювання даних та методів наближених обчислень застосовуючи мови програмування перевагою є те, що студенти самі реалізовують кожен вивчений алгоритм на певній мові програмування, починаючи від найпростіших, а саме – це лінійні, розгалужені та циклічні алгоритми, розробляють методи опрацювання даних - це методи сортування даних такі, як обміном, вставкою та вибором, методи пошуку інформації – послідовний, поділу навпіл, Фібоначі та закінчуючи математичними методами наближених обчислень для визначених інтегралів – це методи прямокутників, трапецій та Сімпсона, для уточнення коренів нелінійних рівнянь – це метод поділу навпіл, хорд та дотичних, а також метод Гауса для розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. При реалізації кожного із методів кожен студент відповідно до свого варіанту повинен розробити програму, відлагодити її в компіляторі та записати отриманий результат. Після виконання лабораторних робіт з даної навчальної дисципліни студенти дуже добре засвоюють запропоновані методи, оскільки кожен із них буде детально опрацьований. Безумовно, ця методика викладання є складнішою, оскільки розробка та відлагодження кожної програми займає багато часу. А також додаткова складність може полягати у тому, що в дисципліни, які передують «Алгоритмам і методам обчислень» не було включено вивчення жодної мови програмування і студенти з ними не знайомі. Як варіант вирішення даної складності може бути включення до лекційного матеріалу

фрагментів коду реалізації алгоритмів або ж застосування другої методики викладання. Написання методичного забезпечення може ґрунтуватися на базі двох навчальних посібниках – це «Основи програмування» Т.В. Ковалюк [1]та «Методи наближених обчислень » авторів О.Коссак, О.Тумашова, О. Коссак [2]. Для виконання лабораторних робіт, як робочу навчальну мову програмування можна використати мову Pascal.

Друга методика викладання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Алгоритми і методи обчислень» полягає у дослідженні вивчених алгоритмів, методів опрацювання даних та методів наближених обчислень з використанням сучасних математичних прикладних програм таких, як MATLAB чи MathCAD. Вона є зрозуміліша та простіша для візуального сприйняття студентами завдяки зручному та яскравому інтерфейсу, а також дана методика є легша по відношенню до першої, оскільки студенти не приймають участі у розробці алгоритмів, методів опрацювання даних та методів наближених обчислень, а використовують уже готовий розроблений функціонал. Відповідно після виконання лабораторних робіт у середовищі математичних прикладних програм студенти застосовують готові формули, функції та моделювання математичних методів опрацювання даних та методів наближених обчислень, часто не розуміючи суті самого алгоритму чи методу обчислення і поверхнево засвоюють навчальний матеріал з даної дисципліни, що якраз і є основним недоліком даної методики. Перевагою сучасних математичних прикладних програм над компіляторами мов програмування є те, що вони здійснюють швидке виконання методів опрацювання великих масивів даних, складних математичних розрахунків, моделювання математичних процесів та методів наближених обчислень і дають можливість побудови графіків у декартових координатах, а також тривимірну побудову графіків. При виборі другої методики проведення лабораторних робіт для розробки методичного забезпечення можна скористатися чудовим навчальним посібником «Алгоритмізація та програмування» авторів Я.С. Паранчук, В.І. Мороз [3].

У даній статті проведено аналіз двох методик викладання алгоритмів, методів опрацювання даних та методів наближених обчислень з навчальної дисципліни «Алгоритми і методи обчислень», наведено недоліки, переваги та складності обох методик проведення лабораторних робіт, а також запропоновано навчальну літературу, якою можна скористатися для написання методичного забезпечення для їх виконання.

1. Ковалюк Т.В. Основи програмування: підручник/ Т.В.Ковалюк. – Київ: Вид. група BHV, 2005. – 384 с.

2. Коссак О. Методи наближених обчислень: навчальний посібник/ О. Коссак, О. Тумашова, О. Коссак. – Львів: БаК, 2003. – 168 с.

3. Паранчук Я.С. Алгоритмізація та програмування. MathCAD: навчальний посібник / Я.С. Паранчук, В.І. Мороз. – 2-ге вид. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 321 с.

УДК 681.325

Лагун І. І., к.т.н., Довбета Я. В., студент

РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЕЙВЛЕТ КОМПРЕСІЇ СИГНАЛІВ

Ключові слова: вейвлет компресія, генетичний алгоритм, вейвлет порогування, дискретне вейвдет перетворення, вейвлет функції

В даний час широкого поширення набули методи цифрового опрацювання сигналів, що використовують методи вейвлет перетворення. Це пояснюється тими можливостями, які забезпечують вейвлет-функції, і в першу чергу, частотною та часовою локалізацією. При розгляді більшості алгоритмів, пов'язаних з вейвлетами, опрацювання одновимірних сигналів і зображень зводиться до їх фільтрації та компресії. У багатьох роботах зазначалося, що оптимізація вейвлет-функцій під часові і частотні властивості сигналу дозволяє підвищити загальну якість його опрацювання.

Загалом, для існуючих алгоритмів компресії сигналів основними вимогами є:

– максимальне стиснення, при збереженні корисних складових сигналу;

– можливість відновлення сигналу з відповідною якістю.

Одночасно, усі алгоритми вейвлет компресії побудовані на наступних властивостях вейвлет розкладу [1]:

– інформація про інформативну складову сигналу $S(n)$ утримується лише у невеликій кількості коефіцієнтів вейвлет розкладу, інші коефіцієнти прирівнюються до нуля;

– малоінформативні складові рівномірно «перерозподіляються» по усіх рівнях вейвлет розкладу, зокрема, якщо їх значення є некорельовані й мають однакову дисперсію, то коефіцієнти їх розкладу відносно базису ортогональних вейвлет функцій також некорельовані між собою і мають однакову дисперсію.

На рис. 1. представлено загальний алгоритм вейвлет компресії сигналів на основі методів дискретного вейвлет перетворення (ДВП), порогування вейвлет коефіцієнтів та оберненого ДВП для реконструкції сигналу.

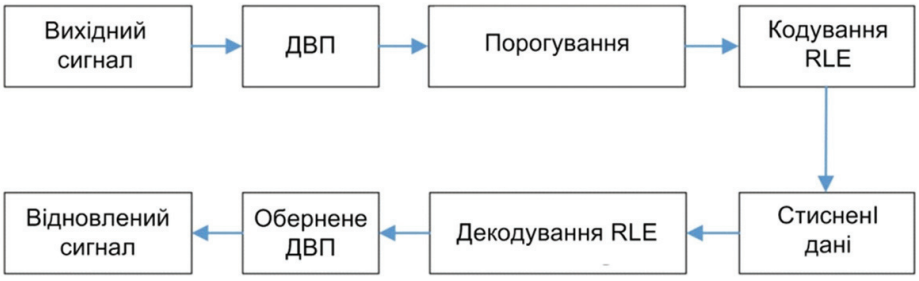


Рис. 1. Загальний алгоритм вейвлет компресії сигналів

Пороговий метод вейвлет компресії полягає у збереженні усіх апроксимуючих коефіцієнтів та відборі кількох деталізуючих коефіцієнтів, які містять найбільші значення високочастотних коливань сигналу. Усі коефіцієнти, які за абсолютним значенням нижчі за значення порогу обнулюються процедурою стиснення.

Таким чином, якість вейвлет компресії сигналів з використанням ДВП залежить від наступних основних параметрів [1]:

– типу вибраної базової вейвлет-функції;

– числа рівнів розкладу;
– параметрів порогування.

Отже, для досягнення ефективної вейвлет компресії сигналів, важливо оптимально вибрати параметри компресії, такі як материнський вейвлет, рівень декомпозиції та параметри порогування. Частково параметри вибираються на основі оцінки ефективності алгоритму компресії. Однак це не дає оптимального вибору повного набору параметрів, оскільки вони розглядаються індивідуально, а не цілісно. Більше того, розгляд параметрів індивідуально, як правило, займає багато часу, оскільки процес вибору часто не є автоматичним. Щоб подолати ці недоліки, пропонується використовувати метод автоматичної оптимізації всього набору параметрів, що призводить до найкращої характеристики вейвлет компресії, а саме генетичний алгоритм (ГА). Діаграма запропонованого алгоритму наведена на рис. 2.

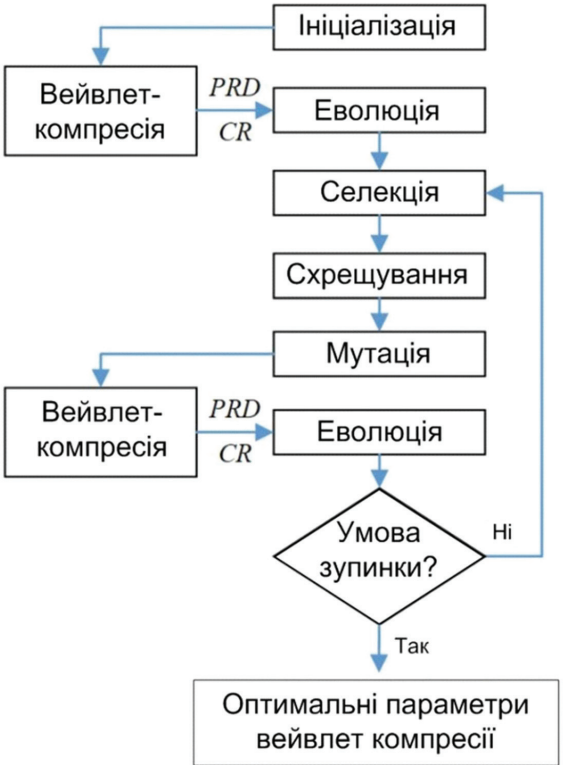


Рис. 2. Узагальнена блок-схема роботи генетичного алгоритму пошуку оптимальних параметрів вейвлет компресії сигналу

Для оцінки продуктивності отриманих наборів параметрів в результаті реалізації ГА доцільно використати наступні критерії:

1) ступінь стиснення CR (compression ratio) є одним з найважливіших критеріїв оцінки ефективності алгоритмів компресії, що вказує на успішність того чи іншого алгоритмів компресії:

$$CR = \frac{size_uncompessed}{size_compressed}, \tag{2}$$

де *size_uncompressed* – розмір початкових даних; *size_compressed* – розмір стиснених даних. Оскільки усі алгоритми компресії мінімізують об'єм даних за рахунок зменшення їх надлишковості, збільшуючи тим самим ступінь стиснення;

2) відсоткова середньоквадратична різниця PRD (percentage root-mean-square difference) визначає ступінь спотворення між оригінальним та відновленим сигналами:

$$PRD = 100\% \cdot \sqrt{\sum_{n=1}^{N} \left(s[n] - \hat{s}[n]\right)^2 \Big/ \sum_{n=1}^{N} s[n]^2} \qquad (3)$$

де $s[n]$ та $\hat{s}[n]$ – оригінальний та стиснений сигнал, N – кількість дискретних вибірок сигналу.

Цільова або фітнес функція ГА може використовувати як відсоткову середньоквадратичну різницю PRD, так і коефіцієнт стиснення (CR) як показники продуктивності. Об'єктивне значення цільової функції W може бути представлене виразом

$$F = \delta_{PRD} \cdot PRD + \delta_{CR} \cdot CR \qquad (4)$$

де δ_{PRD} і δ_{CR} – вагові коефіцієнти PRD і CR відповідно. Ці вагові коефіцієнти представляють важливість кожного критерію, що використовується в процесі пошуку ГА. Якщо обидва показники однакові важливі, то значення цих критеріїв становитимуть 0,5 для кожного, де взаємозв'язок можна представити виразом δ_{PRD} + δ_{CR} = 1, та який завжди повинен дотримуватися.

Процес ГА буде повторюватися до тих пір, поки оптимально не знайдеться найбільш відповідна хромосома, тобто набір оптимальних параметрів вейвлет-компресії.

1. Лагун І. І. Оптимізація пошуку базових малохвильових функцій з використанням генетичного алгоритму / І. І. Лагун, Р. А. Наконечний // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Автоматика, вимірювання та керування. – Львів : НУ "Львівська політехніка". – 2015. – № 821. – С. 30–36.

2. Бураков М. В. Генетический алгоритм: теория и практика: учебное пособие / М. В. Бураков. – СПб.: ГУАП, 2008. – 164 с.

УДК 538.9

Лазаренко С., аспірант, Яцишин С., д.т.н., проф.

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ГАММА-ВИПРОМІНЕННЯ

Ключові слова: метрологічне забезпечення, засіб вимірювання, гамма-випромінення, рентгенівська устава, дозиметр.

Однією з основних проблем метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки гама – випромінення (далі – дозиметри), які призначені для використання в індивідуальному та просторовому моніторингу полів гама – випромінення, є проведення їх градуювання, калібрування, метрологічної перевірки (верифікації) чи визначення їх чутливості у всьому діапазоні вимірювань.

Особливо це стосується калібрування широкодіапазонних дозиметрів гамма-випромінювання. Зазвичай вони мають два піддіапазони і, відповідно, два детектора: чутливий і грубий. Точне знання дози, отриманої персоналом у випадках аварії, важливо для вибору методу лікування, тому перевірка індивідуальних дозиметрів в аварійному діапазоні необхідна.

Блоки детектування (далі – БД) багатьох дозиметрів мають нелінійну градуювальну характеристику (наприклад, БД на основі газорозрядних лічильників). При великих потужностях доз, через наявність у лічильників мертвого часу, починаються прорахунки. Лінеаризація градуювальної характеристики здійснюється за допомогою процесора блоку шляхом введення поправки на мертвий час.

Згідно вимог ДСТУ ISO 4037-1:2006 [1] для створення стандартного гамма -випромінення потрібно використовувати еталонні калібрувальні установки, які укомплектовані джерелами іонізуючого випромінення (далі – ДІВ) з радіонуклідами ^{60}Co, ^{137}Cs та ^{241}Am.

У багатьох дозиметричних приладів верхня межа вимірювання становить 10 Зв/год (10 Гр/год).

Таким чином, під час проведення калібрування чи градуювання дозиметрів гамма випромінення, для визначення мертвого часу потрібно створити потужність дози від 6 Зв/год до 8 Зв/год – **еталонна установка повинна бути укомплектована високоактивним ДІВ.**

Але виникають очевидні проблеми:

– забезпечення радіаційної безпеки;

– велика вартість ДІВ.

В Україні еталонну базу в основному складають установки типу УПГД [2], які укомплектовані декількома ДІВ. При перевірці на них перевіряється тільки чутливий піддіапазон (детектор) приладів, а в грубому піддіапазоні перевіряється лише працездатність детектора на початку піддіапазона.

Тому було прийнято рішення дослідити можливість застосування **рентгенівських установок для калібрування дозиметрів гамма-випромінення** разом з установками укомплектованими ДІВ.

Рентгенівські установки мають ряд переваг в порівнянні з потужними гамма установками

– простіше забезпечити радіаційну безпеку при транспортуванні, монтажі та експлуатації;

– вартість в кілька разів менша;

– створення більш широкого діапазону потужностей доз.

В той же час, виникають проблеми при застосуванні рентгенівських установок:

– різні енергетичні спектри гамма- та рентгенівського випромінення (різна енергетична залежність детектора);

– нестабільність рентгенівського генератора;

– обов’язкове використання еталонного дозиметра або камери – свідка.

Але з огляду на економічну складову проблеми, вважаємо за доцільне дослідити можливість застосування рентгенівських установок при проведенні калібрування, метрологічної перевірки (верифікації) чи визначення чутливості дозиметрів гамма – випромінення.

1. ДСТУ ISO 4037-1:2006 Рентгенівське та гамма-випромінення стандартні для калібрування дозиметрів і вимірювачів потужності дози та визначення їх чутливості як функції енергії фотонів. Частина 1. Характеристики випромінення та методи їх створення (ISO 4037-1:1996, IDT).

2. ГОСТ 8.087-81 Установки поверочные дозиметричные фотонного и електронного излучений. Методы и средства поверки В.И.Калашников, М.С.Козодаев. Детекторы элементарных частиц. М.: Наука, 1966.

3. Ю.И. Брегадзе, Э.К. Степанов, В.П. Ярына. Прикладная метрология ионизирующих излучений. Энергоиздат. Москва, 1990.

4. Исследование возможности градуировки блоков детектирования фотонного излучения с использованием рентгеновской установки Л.Л.Синников, Э.Ф.Андриевский. АНРИ №1(80) 48-51, 2015

5. Safety reports Series №16. Calibration or radiation protection monitoring instruments, 2000

УДК 006.91

Любуський О.М., студент, Байцар Р.І., д.т.н, професор

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

Ключові слова: програмне забезпечення, стандарт, якість, методологія, життєвий цикл, технологія, розробка

Програмне забезпечення (ПЗ) – загальний термін для сукупності різних видів програм, які є встановлені на будь-якому матеріальному носії, і мають в собі набір документованих правил та вимог, для їх коректного виконання.

Перед розробкою програмного забезпечення потрібно визначитися з однією з вже існуючих методологій розробки. Методологія розробки програмного забезпечення – сукупність методів, застосовуваних на різних стадіях життєвого циклу розробки програмного забезпечення, що мають спільний філософський підхід та, відповідно до цього підходу, дозволяють забезпечити найкращу ефективність процесів розробки.

Насамперед слід зазначити, що в Україні відсутнє комплексне галузеве регулювання ринку розробки ПЗ, а саме:

– відсутній спеціальний нормативно-правовий акт, який би встановлював вимоги до суб'єктів господарювання, що є учасниками ринку;

– відсутний спеціальний нормативно-правовий акт, який би встановлював вимоги до послуг з розробки ПЗ чи ПЗ як завершеного продукту;

– розробка ПЗ не відноситься до видів господарської діяльності, що підлягають ліцензуванню.

Існує лише законодавчий акт для регулювання норм програмних продуктів на фондовому ринку, документ під номером z1760-12, а саме «Про затвердження Вимог до програмних продуктів, які використовуються на фондовому ринку, та програмного забезпечення автоматизованих, інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних систем, призначених для здійснення професійної діяльності на фондовому ринку, депозитарної діяльності Центрального депозитарію цінних паперів».

Кожне програмне забезпечення проходить свій, певний життєвий цикл. Модель життєвого циклу – структура, що складається із процесів, робіт та задач, які включають в себе розробку, експлуатацію і супровід програмного продукту; охоплює життя системи від визначення вимог до неї до припинення її використання. Вона, в свою чергу, може поділятися на: основні, допоміжні та організаційні процеси життєвого циклу.

Популярність програмного продукту залежить не лише від дотримання його нормативно-правових якостей, але й впровадженню в ньому останніх технологічних винаходів. Актуальність цієї роботи не викликає сумніву, оскільки відображає вимоги та потреби в розробленні сучасного програмного забезпечення та можливості його подальшого вдосконалення і поліпшення. Одними з найновіших і найпоппулярніших технологічних винаходів виступає: машинне навчання, штучний інтелект, програмне забезпечення змішаної реальності, інтернет речей.

1. Ngwenyama O., Mathiassen L., Aaen I., Arent J. A Conceptual MAP of Software Process Improvement. – 2011. – С. 2.

2. Самоходський І., Шелест О. Регулювання ринку розробки програмного забезпечення. – 2017. – С. 5.

3. Kruchten P. A Conceptual Model of Software Development – 2007. – С. 2-3.

4. Subramanian G., Jiang J., Klein G. Software Quality and IS Project Performance Improvements from Software Development Process Maturity and IS Implementation Strategies. – 2007. – С. 616-618.

УДК 658.562.23

Малик О.В., к.т.н.

ПІДВИЩЕННЯ ВИМОГ ДО БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ МОЛОКА

Ключові слова: забезпечення якості, контроль, вимоги щодо безпеки, молоко.

Молочний ринок України має широкий асортимент продукції. Так як, забезпечення безпеки харчових продуктів є одним з основних елементів благополуччя населення країни, то для одержання молока високої якості потрібно дотримуватися суворих вимог отримання молочної сировини.

Молоко є об'єктом кваліметрії, яке підлягає нормуванню та контролю його показників. Якість молока є сукупністю характеристик молока, які стосуються здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби [1]. Необхідність дослідження характеристик якості молока сирого зумовлена тим, що якість молока є найважливішим чинником подальшого виробництва високоякісної молочної продукції. Чим вищою є якість сирого молока, тим якіснішою буде виготовлена молочна продукція.

Для виготовлення безпечних та якісних молочних продуктів необхідно застосовувати заходи, які цьому сприятимуть. Санітарні норми для сирого молока є основою їх безпечності та якості, а причинами, що зумовлюють зниження цих показників, можуть бути, наприклад, порушення санітарних правил, первинної обробки, умов зберігання тощо [2]. Одним із найвпливовіших важелів забезпечення якості й безпеки молочної продукції є система нормативно-технічного регулювання, ефективне функціонування якої сприяє виготовленню високоякісної продукції, і відповідно, підвищенню її конкурентоздатності. Найпотужнішим і найперспективнішим сусідом України є країни ЄС, система безпечності харчових продуктів яких, вважається однією з найкращих в світі, а європейський споживач є найбільш захищеним. З січня 2019 року набрав чинності державний стандарт, який встановлює нові вимоги щодо показників молока. В національних нормативних документах, залежно від фізико-хімічних та мікробіологічних показників молоко поділяють на три ґатунки: «екстра», «вищий» і «перший», відповідно, у європейських вимогах встановлено єдині вимоги до сирого молока без поділу на ґатунки [3,4]. Сьогодні в Україні лише молоко ґатунку «екстра» відповідає нормам безпечності ЄС. Нові вимоги [5] визначають показники безпечності для сирого коров'ячого молока (таблиця), також передбачений перехідний період для поступового впровадження нових стандартів, які гармонізовані з європейськими.

Таблиця

Санітарно-гігієнічні і мікробіологічні показники молока

Показник молока	**тис/см^3, у сирому коров'ячому молоці,**
Загальна кількість бактерій	≤100
Кількість соматичних клітин	≤400

Цей нормативний документ встановлює санітарно-гігієнічні вимоги до молока та молочних продуктів, які використовуються у подальшому промисловому виробництві харчових продуктів та враховує вимоги до безпечності молока, які відповідають європейським вимогам. Виробництво молока повинно здійснюватися з дотриманням чинних вимог щодо ідентифікації та реєстрації тварин для забезпечення достовірної інформації про походження продукції, а також з дотриманням належної виробничої практики та належної гігієнічної практики.

Таким чином, впровадження нових норм дозволить створити та впровадити сучасні системи контролю за безпечністю харчових продуктів на основі впровадження оцінювання ризиків по усьому ланцюгу. Завдяки контролю за безпечністю продукції, який повинен відбуватися на всіх стадіях харчового ланцюжка, споживач матиме гарантовано безпечну для його здоров'я продукцію, при цьому це сприятиме конкурентоспроможності виготовленої продукції на ринку.

1. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. [Чинний від 2008-01-01]. Київ, 2008. 29 с.

2. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: підр. / О.М. Якубчак, В.І. Хоменко, С.Д. Мельничук [та ін.]. Київ, 2005. – 800 с.

3. Столярчук П., Малик О. Упровадження систем контролю молочної продукції – запорука її якості та безпечності // Стандартизація, сертифікація, якість. 2011, №6. С. 61 – 64.

4. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров`яче. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2019]. Київ, 2019. 14 с.

5. Вимоги до безпечності та якості молока і молочних продуктів, затверджені наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12 березня 2019 року № 118, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 07 червня 2019 р. за № 593/33564

УДК 681.54

Мигущенко Р.П., д.т.н. проф., Кропачек О.Ю., д.т.н. доц.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ВІБРАЦІЙНИМ ПРОМИСЛОВИМ ОБ'ЄКТОМ

Ключові слова: вібролоток, датчик, електромагніт, дозатор, фасувально-пакувальна система, інтерфейс, мікроконтролер, ПІД-регулятор, динамічна похибка.

Сучасні засоби транспортування, зберігання, розподілення, продажу, а також тісно пов'язані з цим проблеми фасування і пакування сипких продуктів, багато в чому визначають ціновий рівень, якість зберігання, споживчу вартість таких продуктів. Не менш важливу роль в економіці України відіграє продукція хлібопекарської, кондитерської, бісквітної, макаронної промисловості, де спектр необхідного фасувально-пакувального обладнання досить широкий і різноманітний – від класичного фасувально-пакувального обладнання для пакування дрібнодисперсних продуктів до пакування великогабаритних штучних виробів. В деяких галузях кондитерської і бісквітної промисловості Україна займає гідне місце в ряду провідних світових і європейських виробників, що накладає особливий відбиток на вимоги до точності дозування.

Щоб забезпечити правильне дозування сипкого продукту необхідно забезпечити, головним чином, рівномірну подачу продукту на дозатор, таку функцію успішно виконують вібролотки [1]. Вібролоток – це основний пристрій, що забезпечує рівномірність подачі дозованого продукту на заслінки дозатора і тому, як засіб транспортування сипких продуктів, широко використовується у фасувально-пакувальному обладнанні. Через сказане, тема, яка присвячена побудові системи контролю та управління вібролотком дозатора, актуальна на даний час і заслуговує на увагу.

Спрощена схема вібролотка показана на рис. 1.

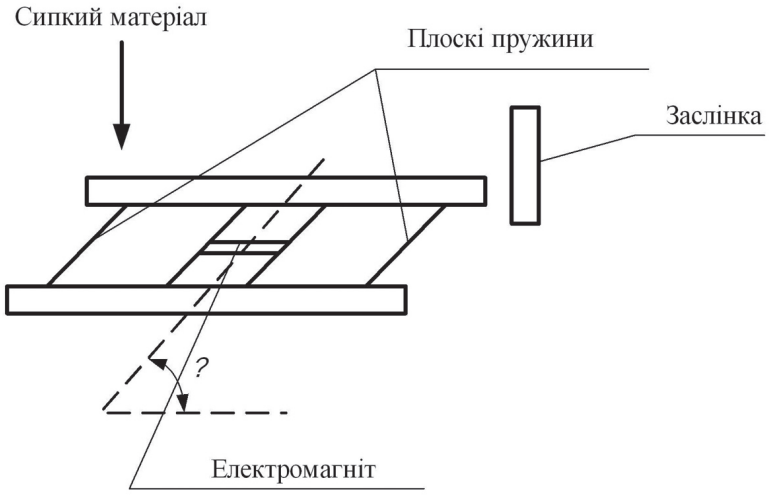


Рис. 1. Спрощена схема вібролотка

Вібраційні процеси у вібролотку здійснюються завдяки спрацьовуванню електромагніту з частотою коливань f = 50 Гц. Швидкість проходження сипких продуктів через вібролоток визначаються амплітудою вібрації [2]. Стабілізацію амплітуди вібрації на рівні уставки

здійснюють за допомогою використання ПІД-регулятора [3]. Це забезпечує необхідний технологічний рівень дозування без застосування заслінки (див. рис. 1) при впливі зміни напруги живлення мережі та зміни механічного навантаження вібролотка – основних дестабілізуючих факторів.

При створенні системи контролю та управління вібролотком були виконані експериментальні дослідження [4]. Дослідження здійснювались на базі відповідної дослідної установки кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ «ХПІ». Дослідна установка складалась із задавальника рівня вібрації, генератора пилкоподібної напруги, ПІД-регулятора, ШІМ-регулятора, тиристора, електромагніту, датчика струму котушки електромагніту, вібролотка, АЦП, датчика вібрації, ЛАТРа, блока живлення, перетворювача змінної напруги в постійну, цифрового відлікового пристрою.

Після ввімкнення системи контролю, в першу чергу, здійснюється вимірювання напруги мережі U_c. Вимірювання вібрації вібролотка виконується при напрузі мережі у 220 В. Якщо ж виміряне значення напруги мережі відрізняється від 220 В в більшу чи в меншу сторону, то необхідно провести коректування за допомогою ЛАТРа. Після цього можна задати одне зі значень струму за допомогою задавальника рівня вібрації.

З допомогою електронного блоку визначається помилка по формулі:

$$E = B_з - B_{вим},$$

де $B_з$ – задане значення рівня вібрації;

$B_{вим}$ – виміряне значення.

Помилки коректуються ПІД-регулятором, вхід якого визначається інтегровано-диференційним врівноваженням:

$$y(t) = kE(t) + k_i E(t)dt + k_д \frac{dE(t)}{dt},$$

де k – коефіцієнт пропорційності;

k_i – інтегрувальний коефіцієнт;

$k_д$ – диференційний коефіцієнт.

Вихідна напруга ПІД-регулятора перетворюється в кут управління тиристором за допомогою ШІМ. За допомогою перетворювача струму в напругу, пульсуюче значення струму перетворюється в напругу. Ця напруга живить котушку електромагніту. При цьому струм електромагніту діє на м.р.с., яка в свою чергу, перетворюється в силу притягування електромагніту, під дією якої вібролоток і починає вібрувати з певною амплітудою. За допомогою датчика вібрації фіксується амплітуда переміщень вібролотка, тобто вимірюється значення вібрації $B_{вим}$. Це значення знову необхідно порівняти з заданим значенням вібрації для уникнення виникнення невідповідності заданого і виміряного значень. Для полегшення візуальної фіксації шуканої величини вібрації використовується цифровий відліковий пристрій, на якому значення вібрації подається в зручній для сприйняття цифровій формі.

У процесі проведення дослідної роботи було виконано ряд дослідів, в ході яких були зняті показники амплітуди переміщення вібролотка при подачі на електромагніт вібролотка різних значень живлячого струму. За отриманими даними був побудований графік залежності амплітуди вібрації від струму електромагніту. Цю залежність необхідно апроксимувати. Після апроксимації згадана залежність має вигляд:

$$B = 777.31 \cdot I - 146.86.$$

Коефіцієнт детермінації, у цьому випадку, – $R^2 = 0.9624$.

Як видно, виконана апроксимація є неточною і має місце велика похибка. Для зменшення похибки застосовується поліноміальна апроксимація. Ця апроксимація (апроксимація поліномом 2-го ступеню) дозволяє отримати наступне рівняння:

$$B_{апп} = 362.82 \cdot I^2 + 263.27 \cdot I + 32.23 .$$

Тут коефіцієнт детермінації вже більш близький до одиниці і складає – $R^2 = 0.9941$.

Абсолютну максимальну похибку апроксимації можна вирахувати наступним чином:

$$\Delta_{\max} = \left| B(I)_{апп} - B(I)_{екс} \right| . \quad (1)$$

Відносна похибка апроксимації визначається по формулі:

$$\gamma = \frac{\Delta_{\max}}{B_{\max}} \cdot 100\ \% . \quad (2)$$

При подачі на електромагніт вібролотка струм живлення, значення якого відповідає $I = 0.53\ A$, абсолютна максимальна похибка апроксимації (1), в даному випадку, буде складати $\Delta_{\max} = 17.22\ мкм$. Відносна похибка апроксимації (2) при такому значенні струму живлення не перевищує $\gamma = 1.7\ \%$.

Абсолютна похибка апроксимації у точці, значення струму живлення в якій відповідає $I = 1.25\ A$ дорівнює $\Delta_{\max} = 33.32\ мкм$. Відповідно відносна похибка апроксимації, в такому випадку, – $\gamma = 3.32\ \%$.

Наближуючи коефіцієнт детермінації до одиниці, можна досягти вищої точності апроксимуючої кривої. У випадку апроксимації поліномом 3-го ступеню, коефіцієнт детермінації в такому випадку $R^2 = 0.9983$, а рівняння апроксимуючої кривої має вигляд:

$$B_{апп} = -360.11 \cdot I^3 + 1130.1 \cdot I^2 - 160.32 \cdot I + 11.56 .$$

Вирахувавши похибки для тих же точок отримуємо наступне:

– для $I = 0.53\ A$ абсолютна максимальна похибка апроксимації складає $\Delta_{\max} = 1.58\ мкм$, а відносна похибка апроксимації – $\gamma = 0.16\ \%$;

– для $I = 1.25\ A$ абсолютна максимальна похибка апроксимації складає $\Delta_{\max} = 23.4\ мкм$, а відносна похибка апроксимації – $\gamma = 2.34\ \%$;

Таким чином, похибка апроксимації в останньому випадку буде ще менше.

Отримані значення точок наявної координати $\{I_i;\ B_i\}$ були нанесені на графік залежності амплітуди вібрації вібролотка від поданого на електромагніт струму. Якщо отримана точка попадає в поле допуску, то це означає, що вібролоток працює в нормі і при бажанні вимірювання можна продовжувати. В противному ж випадку вимірювання необхідно зупинити, так як робота вібролотка не відповідає вимогам.

В результаті досліджень була сформована схема управління вібролотком, яка представлена на рис. 2 [5].

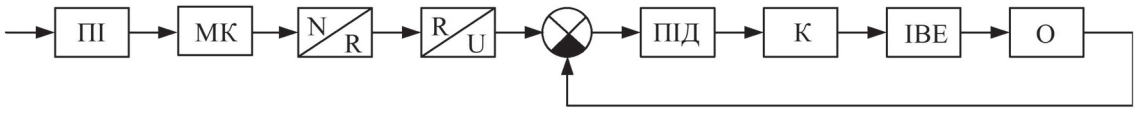


Рис. 2. Схема управління вібролотком

Основними елементами схеми на рис. 3 є [6]:

ПІ – послідовний інтерфейс, необхідний для отримання уставок з боку системи більш високого рівня ієрархії; МК – мікроконтролер, який визначає рівень уставок та забезпечує загальне управління вібролотком; N/R, R/U – перетворювачі код-опір і опір-напруга відповідно; ПІД – ПІД-регулятор; К – компаратор; ІВЕ – імпульсний виконавчий елемент; О – електромагніт вібролотка.

Сигнал з мікроконтролера або ПК верхнього рівня ієрархії, через послідовний інтерфейс (ПІ) послідовним кодом надходить у мікроконтролер (МК) представленої схеми. Інформація,

що надходить, на МК представляється в двійкових кодах і містить інформацію для задання рівня вібрації вібролотка. Мікроконтролер (МК) обробляє отриману інформацію і видає уставку на перетворювач код-опір (N/R). Інформація з N/R надходить на перетворювач опір-напруга (R/U) і далі на порівняльний пристрій ПІД-регулятора. Компаратор (К) формує імпульсну послідовність, що надходить на імпульсний виконавчий елемент (ІВЕ), що у свою чергу управляє вібраційним об'єктом (О).

Таким чином, для реалізації системи контролю і управління вібраційним промисловим об'єктом – вібролотком, здійснений обґрунтований вибір сенсора вібрації, розроблена структура системи управління і раціонально розподілені ручні і автоматичні функції контролю, проведені експериментальні дослідження метрологічних характеристик системи [7].

1. Овчаренко О.І. Фасовочно-упаковочное оборудование для сыпучих пищевых продуктов / О.І. Овчаренко, О.Д. Середа // Хранение и переработка зерна. – Дніпропетровськ: ТОВ ІА "АПК-ЗЕРНО" – 2001. – № 11 (29). С. 47–48.

2. Неразрушающий контроль: вибродиагностика. Справочник в 7 томах // Ф. А. Балицкий, А. В. Барков, Н. А. Баркова, Р.В. Васильева и др.; под редакцией В.В. Клюева. – М.: Машиностроение. – Т. 7. – 2005. – 829 с.

3. Изерман Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман.; пер. с англ. – М: Мир, 1984. – 541 с.

4. Овчаренко О.І. Динамическая погрешность весовых дозаторов и способ ее минимизации / О.І. Овчаренко, О.Д. Середа // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ "ХПІ" – 2002. – № 18. С. 91 – 96.

5. Мигущенко Р. П. Дослідження системи управління вібраційним об'єктом / Р. П. Мигущенко, О. Ю. Кропачек, А. С. Семенченко, К. В. Матяш // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків. – 2013. – Вип. 5. С. 177 – 183.

6. Сташин В.В. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах / В. В. Сташин, А.В. Урусов, О.Ф. Мологонцева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.

7. Чинков В. М. Основи метрології та вимірювальної техніки: навч. посібн., 2-е вид., перероб. і доп. / В. М. Чинков. – Х.: НТУ «ХПІ», 2005. – 524 с.

УДК 536.1; 631.2; 635.4

Микийчук М., д.т.н., проф.; Яцишин С., д.т.н., проф.;
Мідик А., аспірант; Лиса О., к.т.н., доцент

КІБЕР-ФІЗИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ТЕПЛИЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ

Ключові слова: кібер-фізична система, овочі, тепличне вирощування, алгоритм, смарт-сенсор, смарт-актуатор.

Кібер-фізична система для вирощування овочів з регулюванням тепло-вологісно-інсоляційного режиму містить три підсистеми, а саме підсистему регулювання температури, підсистему регулювання вологості та підсистему регулювання інсоляції. Відповідно, для кожної з них передбачено наявність смарт-сенсора та смарт-актуатора, з'єднаних між собою.

Як сенсор вологості і температури вибрано сенсор типу DHT21/AM2301 (3-дротове під'єднання, діапазон вимірювання вологості – 0 … 100 %; діапазон вимірювання температури – 40 … 80 ^{0}C; похибка вимірювання вологості - ± 2 %; похибка вимірювання температури – ± 0.5 %). У підсистемі регулювання інсоляції застосовано люксметр. Актуатором є плівковий затінювач, що накладається на скляне покриття конструкції, ступінчасто послаблюючи світловий потік. Крім того, інших підсистем актуаторами служать вентилятор, ТЕН та засоби крапельного зволоження.

Функцію регулювання забезпечує ПІД-регулятор, головна задача якого – здійснювати регулювання температури, вологості, інсоляції з мінімальною похибкою відносно заданого режиму. ПІД-регулятор формує вихідний керуючий сигнал, який є сумою трьох доданків. Перший доданок (P) – сигнал неузгодження - пропорційний різниці вхідного сигналу і сигналу зворотнього зв'язку, другий доданок (I) – інтеграл сигналу неузгодженості, третій доданок (D) – похідна сигналу неузгодженості. ПІД-регулятор видає вихідний керуючий сигнал, який подається на актуатори. В результаті, ТЕН починає нагрівати або вентилятор охолоджувати, затінювач змінювати режим інсоляції, працювати система крапельного зволоження.

З метою забезпечення оптимального режиму трикоординатного регулювання параметрів (температура, вологість, інсоляція) у тримірному просторі теплиці доцільно залучити три ПІД-регулятори. Виникає проблема узгодженості їх роботи для забезпечення оптимального для овочів режиму роботи. Останній змінюється з часом у різних порах дня чи сезону, а також у різній фазі вегетації овочів.

Для вирішення проблеми необхідно визначити вихідні теплотехнічні характеристики системи в цілому, включаючи її інерційність за окремими параметрами. Крім того, слід враховувати, що при збільшенні температури (при додатніх температурах) контрольована відносна вологість зменшується. Також важливо дотримуватись апріорі визначених і заданих верхніх меж регулювання для уникнення хвороб бактеріально-вірусного характеру.

Таким чином, для побудови і ефективного використання зазначеної кібер-фізичної системи на основі аналізу досвіду вчених Національного університету «Львівська політехніка», алгоритм роботи кібер-фізичної системи [1] з підсистемами температурного, вологісного та інсоляційного регулювання з заданими параметрами регулювання. Його основі розроблено з участю вчених Львівського національного аграрного університету, якими запропоновано обґрунтований режим експлуатації теплиці, залежно від виду вирощуваних овочів.

1. Cyber-Physical Systems. Metrological Issues, Editors S.Yatsyshyn, B.Stadnyk, IFSA Publishing, Barcelona. 2016.

УДК 621.3

Микийчук М.М., д.т.н., проф., Лазаренко Н.С., аспірант,
Кравченко І.М., д.ф. в галузі державного управління

МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ

Ключові слова: надійність, відмови, працездатність, справність

З точки зору забезпечення надійності будь-якого обладнання принциповою є можливість відновлення працездатності об'єкту в разі його відмови. Тому в теорії надійності всі об'єкти поділяють на два класи: **відновлювані** об'єкти і **невідновлювані**. Виходячи з того, що уникнути відмов компонентів при тривалій експлуатації неможливо, підхід до забезпечення надійності відновлюваних і невідновлюваних об'єктів зовсім різний.

Для перших шлях полягає в організації ефективного ремонту обладнання з мінімальними затратами часу, для інших – у нейтралізації несправностей окремих компонентів у разі їх виникнення. Для відновлюваних об'єктів за існуючими стандартами основним показником надійності прийнято вважати **коефіцієнт готовності** – це коефіцієнт, що визначає частину корисного часу протягом якого об'єкт нормально працює, по відношенню до загального часу експлуатації.

Цей час містить, в свою чергу, принаймні дві складові: t_1 – час, що витрачається на пошук несправності; t_2 – час власне відновлення (ремонту). Пошук же несправності здебільшого є трудомісткою процедурою, яка може тривати досить довго. Тому на коефіцієнт готовності у найбільшій мірі впливає саме цей час, як головний чинник втрат часу при відновленні працездатності. І тому основними методами забезпечення надійності відновлюваної електронної апаратури слід вважати:

– створення максимально сприятливих умов для прискорення ремонту - конструкція приладу повинна бути **ремонтопридатною**;

– застосування методів автоматизації пошуку несправностей на основі апаратного і (або) програмного самоконтролю функціювання апаратури, тестового діагностування та використання спеціальних автоматизованих систем контролю та діагностики.

Працездатність – стан об'єкта, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи значення основних параметрів, встановлених нормативними документами (НД).

Основні параметри характеризують функціонування об'єкта при виконанні поставлених завдань.

Поняття справність ширше, ніж поняття працездатність. Працездатний об'єкт зобов'язаний задовольняти лише тим вимоги НД, виконання яких забезпечує нормальне застосування об'єкта за призначенням. Таким чином, якщо об'єкт непрацездатний, то це свідчить про його несправність. З іншого боку, якщо об'єкт несправний, то це не означає, що він непрацездатний.

До числа невідновлювальних об'єктів можна віднести, наприклад: підшипники кочення, напівпровідникові вироби, зубчасті колеса і т. д. Об'єкти, що складаються з багатьох елементів, наприклад, верстат, автомобіль, електронна апаратура, є відновлюваними, оскільки їх відмови пов'язані з ушкодженнями одного або небагатьох елементів, які можуть бути замінені. У ряді випадків один і той же об'єкт в залежності від особливостей, етапів експлуатації або призначення може вважатися відновлюваним або невідновлюваних [1].

Невідновлювані об'єкти з'ясуємо, чому такі об'єкти не підлягають відновленню (ремонту). Це може бути зумовлено конструктивними особливостями або умовами експлуатації. Об'єкти, що працюють у важко доступних середовищах, у більшості випадків не можуть бути відремонтовані і відновлені при розумних затратах на проведення таких операцій. Для них стратегія забезпечення надійності зовсім інша.

Із попереднього розгляду та й із самої природи надійності, зрозуміло, що запобігти виникненню несправностей принципово неможливо. Тому ситуацію, коли деякі компоненти об'єкту втрачають працездатність, потрібно сприймати як очікувану і нормальну. До того ж необхідно враховувати досить сильну залежність надійності від складності об'єкту. Так, якщо ймовірність безвідмовної роботи одного компонента позначити через p, то відповідна ймовірність для системи, яка складається із N таких компонентів, буде

$$P_c = p^N$$

за умови, що кожен компонент необхідний для забезпечення працездатності, тобто для її функціювання повинні бути працездатні всі N компонентів.

Припустимо (для прикладу), що $p = 0{,}99$. Тоді можна обчислити зменшення P_c при зростанні кількості компонентів N (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

N	1	10	20	30	40	50	60	70
P_c	0,99	0,9	0,81	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47
N	80	90	100	200	300	400	500...	
P_c	0,43	0,38	0,34	0,12	0,04	0,0136	0,0046 ...	

Такий підхід отримав назву **методу структурної надлишковості** і полягає у введенні у структуру системи деякої кількості Надлишкових компонентів, які грають роль запасу (або резерву) на випадок відмови основного обладнання. Тут можна провести ще одну аналогію, на цей раз із механічними конструкціями, в яких роль надлишковості грає запас міцності. Така аналогія є досить глибокою, оскільки і в тому, і в другому випадку мова йде по суті про надійність.

Надлишковість може бути і **часовою,** коли за рахунок великої швидкості виконання тих, чи інших операцій їх можна виконати двічі або тричі і порівняти результат з тим, щоб переконатися в його правильності. [2].

1. Ю.К. Беляев, В.А. Надійність технічних систем. Справочник. с. 4-8.

2. Ю.Г. Савченко. Контроль, діагностика та надійність телекомунікаційних систем і мереж". с. 13-16.

УДК 621.317.089.6

Микийчук М. М., д.т.н., Сулима О. С., аспірант

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КАЛІБРУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ТЕМПЕРАТУРИ В РОБОЧИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Ключові слова: вимірювальний канал, метрологічне забезпечення, вимірювальна система, номінальна статична характеристика перетворення.

Тенденція розвитку вимірювальної техніки зокрема вимірювальних систем (ВС) і технологічних процесів приводить до необхідності вимірювання температури без демонтажу первинних перетворювачів і зупинки технологічного процесу у дуже широкому діапазоні і з високою точністю. Вибір методу і засобів вимірювання залежить від ряду факторів-значення вимірюваної температури, необхідної точності вимірювання, умов вимірювань та експлуатації досліджуваного об`єкта.

Актуальність проблеми в тому, що в промисловій метрології експлуатується низка вимірювальних систем температури, первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП), які розташовані таким чином, що їх демонтаж неможливий через специфіку технологічного процесу (наприклад, контроль температури скраплених газів під високим тиском), або він небезпечний для життя операторів (наприклад, контроль температури в твелах атомних електростанцій). Тому фактично такі вимірювальні системи через специфіку їх застосування метрологічно не забезпечені в періоди між капітальними ремонтами об’єктів контролю, що порушує єдність вимірювань в багатьох сферах енергозабезпечення чи обліку енергоресурсів, що може бути причиною аварії. Згадані вимірювальні системи (ВС) підлягають державному нагляду та метрологічному контролю (МК).

Традиційна повірка перетворювачів опору передбачає почергове вимірювання опору досліджуваного і еталонного термометрів за допомогою омметра. Це не дозволяє з достатньою точністю визначити опір робочого термометра, тому що вимірювання розділені в часі, що приводить до змін МХ внаслідок зміни впливових величин між проміжками вимірювання.

Перший спосіб вимірювання опору чутливих елементів передбачає заміщення їх опорів багатозначною еталонною мірою опору.

Це дозволить усунути ці недоліки, оптимізувати процес вимірювання, а також вимірювати з необхідною точністю опір термоперетворювачів, на які не поширюється державний метрологічний нагляд.

Другий спосіб передбачає під`єднання в розріз з`єднань первинних перетворювачів ВК еталонного калібратора напруги при відповідних алгоритмах схемних комутацій еталонних напруг у вимірювальному каналі для визначення температури за допомогою вимірювальних каналів (ВК) з термоелектричними давачами.

Корегування похибок вимірювання температури вищезазначеними методами дозволить:

– проводити вимірювання температури технологічних процесів ВС та АСК ТП без демонтажу даних систем з об’єктів контролю, що забезпечить безперебійну роботу об’єктів контролю і дозволить не зупиняти процес виробництва на момент проведення повірки [1].

– дозволить покращити дані методи аналізу і корегування похибок вимірювання температури, що дасть можливість одержати трансформовані з відомою точністю контрольовані точки із діапазону вимірювання температури вимірювального каналу ВІС або АСК ТП.

– підвищить точності вимірювання температури, із застосуванням методу заміщення опорів чутливих елементів конкретних типів термоперетворювачів багатозначною еталонною мірою опору.

– дасть можливість проведення повірки термоелектричних перетворювачів з використанням еталонного калібратора із заміною термоелектричних перетворювачів в робочому середовищі під час їх експлуатації, без їх демонтажу [2].

1. О. С. Сулима Increase of exactness of measuring temperature of measuring channels measuring-informative system for help of termometers of resistant. Матеріали 2-го міжнародного конкурсу «Лучший молодой метролог КООМЕТ-2007» – Харків, – с.85-88.

2. Сулима О.С., Лисий Б.М., Особливості метрологічного забезпечення температуриних виміювань ВІС та АСК ТП термопарами та резистивними давачами в робочих умовах експлуатації. Материалы 17-го международного моледежного форума – Харків; 2013, – с.342-343.

UDC 006.91(075):621.317.08

Motalo V.P., Dr. Sc., Prof., Chereshnevska A.A., student, Savitska Y.G., student

ANALYSIS OF THE RESEARCH AREAS OF SOFT (PERCEPTUAL) METROLOGY

Keywords: Soft (Perceptual) Metrology, Information Measuring Technologies, Human Senses, Stimuli, Sensors, Sensometrical Measurements

One of the new progressive areas in modern metrology is a *soft* (*perceptual*) *metrology* - a scientific branch that has appeared as a result of dissemination of the information measuring technologies into the field of knowledge of non-physical phenomena and processes [1 - 3]. The soft metrology expression is relatively recent and has appeared in literature the first time in 2003 in a report of the National Physical Laboratory of the Centre for Mathematics and Scientific Computing (London, England) [1]. According to the generally accepted definition [1, 2], *soft metrology* is considered as measurement techniques and models which enable the objective quantification of properties which are determined by human perception. It should be noted that as a synonym for the term "*soft metrology*" it is advisable to use the term "*perceptual metrology*", which, according to the author, more precisely reflects its essence as perception of objective reality by the human senses [3]. Here, *perceptual* (from the Latin. *perceptio* - perception) - the one concerning perception, pertaining to perception. The term "*perceptual metrology*" is used in this work.

Therefore, the subject of the study of perceptual metrology is the investigation of correlation between the human subjective responses and objective measurements of physical properties of the empirical world and the quantitative evaluation of the properties determined by human perception. As it is known, the human response may be expressed in any of the five senses: sight, sound, smell, taste, and touch. In general, a person is already equipped with the appropriate sensors (transducers) and the simplest way of his behavior is the response to the stimulus reflected by the algorithm: ***stimulus*** $\Rightarrow$ ***person*** $\Rightarrow$ ***response***, where *stimulus* is an object, an effect or an event that causes a specific functional reaction in an organ or tissue, for example, a car, a sound, a shine, a smell, etc.; *response* is a human reaction, that is a physiological or psychological output and an appropriate action, for example, a visual response, an aural response, a olfactory response, a tactile response, etc.

Because perceptual metrology is a new field of knowledge, it has a number of challenges for research. As it is stated in [2], the main research issues that are currently central to the soft (perceptual) metrology field can be grouped into three main categories:

- foundations of theory;
- methods of measurements and measuring instruments;
- implementation areas and applications.

As for other, one of the key issues in this case is the realization of measurements in the field of soft (perceptual) metrology in accordance with the scientific foundations of the representative theory of measurements [3, 4].

One of the ways of analyzing the field of perceptual metrology research was suggested by M. Pointer in his "Report to the National Measurement System Directorate: New directions – Soft Metrology" [1]. Accordingly, perceptual metrology can be considered as the investigation of correlation between human *subjective* responses to stimuli, and physical *objective* measurements, as it is shown in Table.

Table

Human responses and measurements of stimuli actions

Senses	Sight	Sound	Smell	Taste	Touch
Human responses	Visual response	Aural response	Olfactory response	Flavorous response	Tactile response
Measurements	Colorimetry, chromatometry	Sound level	Chemical composition	Chemical composition	Physical properties

In this case stimuli are things or events that evokes a specific functional reaction in an human organ or tissue. As a result, a *perceptual measuring scale* can be formed to predict the subjective response of the person to stimuli by means of objective measurements. Perceptual, that is, given in sensation - directly observable processes, subjects and objects of activity, productive forces, etc., on which a certain technical theory may be built. For example, Figure shows a typical perceptual model of perceptual metrology described in M. Poynter's article [1]. It relates the physical property of the object under study (car) to the aspect of the object determined by the human reaction.

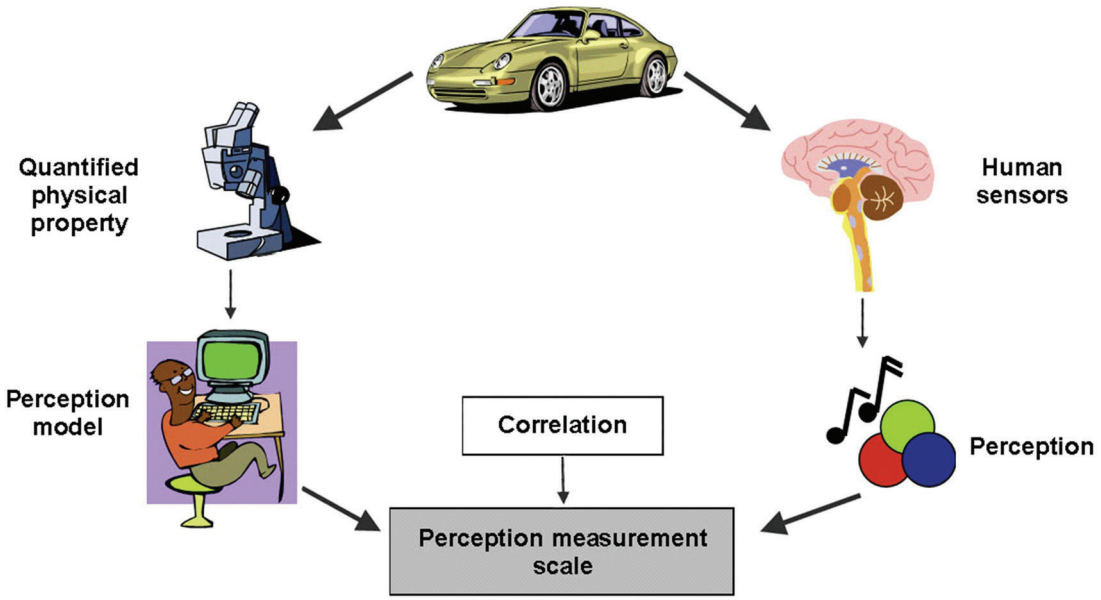


Fig. A model of perceptual metrology relates a physical property of the object under study (car), to the aspect of the object determined by the human response

The essence of any measurement is the comparison of the quantity to be measured (measurand) with the measurement standard which is a realization of the definition of a given quantity, with stated quantity value and associated measurement uncertainty, used as a reference [5]. So, to perform measurement in the soft (perceptual) metrology area, that is, in the field of measuring the quantities characterizing human senses and responses to stimuli, it is necessary to achieve the authenticity of key metrology concepts in this area in accordance with the International Dictionary of Metrology VIM3, namely [3, 5]: *measurement, measurand, quantity, measurement result, measurement method.*

In the case of fulfillment of the above conditions we can speak about the implementation of the *sensometrical measurements* in the perceptual metrology area, that is, measurements of the quantities characterizing the human sensations and responses to stimuli. Accordingly, sensometrical measurement can be considered as one of the types of measurements in general and apply to their analysis all the fundamental principles of the representative theory of measurement [4]. For the practical implementation of the sensometrical measurements the following tasks have been identified:

• to establish measurands in the perceptual metrology area, that is, of the quantities characterizing the human sensations and responses to stimuli, and describe their mathematical models;

• to make a synthesis of the virtual measurement standards of the quantities characterizing the human sensations and responses to stimuli;

• to develop a methodology for measuring quantities characterizing the human sensations and reactions to stimuli, that is, to develop a measuring procedure of the sensometrical measurements;

• to make a synthesis of the sensometrical measurements scales;

• to develop a processing procedure of the results of sensometrical measurements;

• to develop a procedure of evaluating accuracy of the results of sensometrical measurements by finding their uncertainty.

1. M. Pointer, "Report to the National Measurement System Directorate: New directions – Soft Metrology", NPL Report CMSC 20/30, 2003.

2. L. Rossi, "Objectifying the Subjective: Fundaments and Applications of Soft Metrology", in New Trends and Developments in Metrology, Luigi Cocco, Ed., London: IntechOpen, 2016, part 10.

3. V. Motalo, "Soft Metrology: Dissemination of the Information Measuring Technologies into the "Measuring the Impossible" Area", in International conference of metrologists ICM'2019 (XXIII international seminar of metrologists ISM'2019), Lviv, Ukraine, 2019, pp. 27-29.

4. K. Berka, Measurement: It's Concepts, Theories and Problems, Dordrecht: Springer Netherlands, 1982.

5. OIML V 2:2012 (E/F), International vocabulary of metrology: Basic and general concepts and associated terms, VIM3, 2012.

УДК 621.317

Наумович О.О., к.т.н., Довгань М.О., Походило Є.В., д.т.н. проф.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПЕДАНСУ ТКАНИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ У ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ

Ключові слова: Імпеданс, адмітанс, реактивна складова, активна складова, схема заміщення, біологічний об'єкт.

Одним із методів, що забезпечує оперативність та об'єктивність оцінювання широкого спектру морфологічних і фізіологічних параметрів організму людини, експрес-діагностики його функціонування та виявлення патологій є імпедансометрія [1]. Останнім часом багато досліджень спрямовано на визначення біологічної життєздатності тканин через вимірювання їхніх пасивних електричних властивостей на різних частотах синусоїдального тестового сигналу [2]. У такому разі контрольований біологічний об'єкт подають як багатоелементний двополюсник, параметри імпедансу якого є інформативними і змінюються відповідно до стану тканини організму людини.

Відповідно до особливостей досліджуваного об'єкта існують різні способи реалізації імпедансного методу. Проте рівень інформативності таких вимірювань залежить від прийнятого частотного діапазону досліджень, під'єднання електродів, рівня та форми тестового сигналу, вибраних параметрів імпедансу біологічних об'єктів [3, 4]. Однак при цьому через використання різних інформативних параметрів та частотного діапазону отримані результати таких вимірювань є різними. Важливо зауважити також і те, що різнорідність об'єкта дослідження ставить відповідні вимоги до засобів вимірювання, це стосується як різновидності первинних перетворювачів, так і електричних еквівалентних схем заміщення, якими подаються тканини організму людини, а також забезпечення інваріантності результатів вимірювання до різного роду неінформативних параметрів, зокрема неінформативного приелектродного імпедансу.

Саме тому актуальним є аналіз математичних моделей електричних еквівалентних схем заміщення тканин організму людини.

Авторами розглянуто результати математичного моделювання складових імпедансу багатоелементного двополюсника, яким подається тканини організму людини. Аналізування відомих способів та їхньої реалізації за електричними моделями показав різні результати досліджень. Зумовлено це тим, що для досліджень використовуються різні електричні моделі, різні типи сенсорів, різний частий діапазон, схеми під'єднання сенсора до вимірювального засобу, тощо.

Досліджено залежності активних та реактивних складових імпедансу триелементної електричної схеми заміщення біологічного об'єкта від зміни параметрів приелектродного імпедансу.

Встановлено, що значення активної та реактивної складової імпедансу майже не відрізняються між собою при сталих значеннях опорів та різних значеннях ємності схеми об'єкта дослідження, а також параметрів приелектродного імпедансу. При зміні опорів значення активної та реактивної складової майже не залежать від частоти у частотному діапазоні від 10 кГц. Форми кривих при цьому також не суттєво змінюються.

Аналіз отриманих графічних залежностей реактивної складової від впливу параметрів приелектродного імпедансу показав, що криві приймають екстремальні значення. Реактивна складова приймає екстремальне значення у діапазоні низьких частот (до 1 кГц), при цьому частота, на якій складова приймає екстремальне значення, залежить від параметрів приелектродного імпедансу.

До частоти 1 кГц результат вимірювання безпосередньо залежить від вибраного типу електродів. Це може бути використано для ідентифікації тканин біологічних об'єктів з урахуванням площі струмових електродів, його форми та контактного опору, оскільки цим визначається приелектродний імпеданс.

1. BirgersonU. Electrical Impedanceof Human Skinand Tissue Alterations: Mathematical Modelingand Measurements / U. Birgerson. – Sweden, Stockholm: Karolinska Institutet, 2012. – 59 p.

2. Ярошенко В.Т. Варіанти біоімпедансометрії при вивченні вікової фізіології людини / В.Т. Ярошенко, О.Б. Шарпан // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2009. – № 1. – С. 26–29.

3. Кузнецов В. Техническая реализация биоимпедансной поличастотной спектрометрии в диагностических исследованиях / В. Кузнецов, А. Новиков // Омский научный вестник. − 2013. − №2-120. − С. 272-277.

4. Ярута В.О. Вимірювання електричних параметрів живих тканин з урахуванням резистивно-ємнісного імпедансу, створеного електродами / В.О. Ярута // Системи обробки інформації. − 2011. − № 4 (94) − С. 231-234.

УДК 006.072

Нємченко О.В., аспірант, Кисилевська А.Ю., к.т.н., Костенко В.Л., д.т.н., проф.

ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ-ВИРОБНИКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Ключові слова: інтегрована система управління якістю, ISO 9001, AQAP 2110, EN 9100, військова техніка, авіаційна техніка, якість, безпека.

В Україні сектор розробки і виробництва військової, зокрема авіаційної військової, техніки є достатньо визначеним і узгодженим – найбільшими представниками цієї сфери, в основному, є підприємства з багаторічною історією та багатим досвідом діяльності.

Конкуренцію серед українських підприємств-виробників військової авіаційної техніки не можна назвати жорсткою, але ринок змінюється, постійно є актуальним питання пошуку нових замовників, у тому числі і закордоном.

Підприємства мусять бути готовими до виконання вимог міжнародних стандартів, зокрема тих, що стосуються систем управління якістю (далі – СУЯ). Без сумніву, головним серед цих стандартів є ISO 9001 [1], а для підприємств-виробників військової авіаційної техніки до нього додаються ще й AQAP 2110 та EN 9100.

Стандарт AQAP 2110 (Редакція D, Версія 1) встановлює вимоги Організації Північно-атлантичного договору (НАТО) щодо забезпечення якості проектування, розробки та виробництва продукції військового призначення, які, за умови правильного застосування, забезпечують впевненість у здатності підприємства постачати продукцію, що відповідає вимогам контракту, ухваленого з замовником [2]. Стандарт EN 9100:2018 [3] встановлює вимоги до організацій авіаційної, космічної та оборонної галузей на території Європи.

Які ж заходи необхідно вжити підприємству, коли стандартів багато, а вимог ще більше? Відповідь проста – створювати інтегровану СУЯ, тому що управління на підприємстві може бути ефективним тільки тоді, коли система єдина і цілісна, а всі процеси є узгодженими між собою, результат яких є вагомішим, ніж результат розмежованих процесів.

В умовах, які динамічно змінюються, складно приймати швидкі рішення, оскільки це вимагає наявності єдиної системи управління, яка б дозволила вирішувати однорідні проблеми і встановити не тільки вертикальні, а і горизонтальні зв'язки між підрозділами підприємства.

Механізми впровадження інтегрованої СУЯ на підприємстві мають бути універсальними і застосованими до більшості основних міжнародних стандартів. Але, слід зауважити, що до сих пір методологія і методики впровадження інтегрованих СУЯ чітко не вироблені і не описані достатньо повно у наукових роботах. Питання створення настанов щодо впровадження інтегрованих СУЯ залишається актуальним.

Для початку керівництву необхідно визначити, яким шляхом буде йти підприємство – це створення повністю інтегрованої (рис. 1а) чи адитивної інтегрованої (рис. 1б) системи.

На практиці більш розповсюдженим є другий варіант, не зважаючи на те, що з точки зору економії ресурсів і простоти налагодження організації процесів на підприємстві, перевага на боці повністю інтегрованої СУЯ. Це обумовлено історично – деякі стандарти, як наприклад серія ISO 9000, були створені і поширилися в Україні раніше за інші, тому і впроваджувалися поступово, а не одночасно.

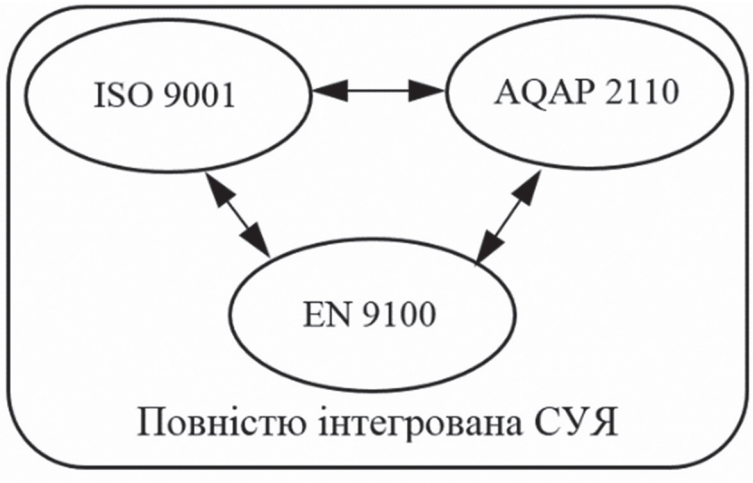


Рис. 1а – Модель повністю інтегрованої СУЯ

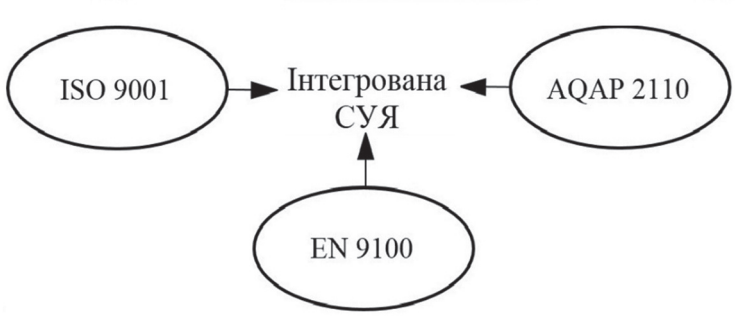


Рис. 1б – Модель адитивної інтегрованої СУЯ

На процес проектування інтегрованої СУЯ впливає низка чинників, таких як:
- положення стандарту, який є базовим для системи управління на підприємстві;
- специфічні вимоги додаткових стандартів в залежності від сфери діяльності підприємства;
- орієнтація на стратегічні цілі підприємства;
- дотримання принципів управління якістю;
- управління ризиками (ризик-орієнтоване мислення);
- поінформованість і залучення керівництва і персоналу.

При проектуванні інтегрованої системи можна опиратися на процесний, системний та ізоморфний підходи, що в комплексі становлять основу успішного та сталого впровадження на підприємстві діючої, а не формальної СУЯ.

Процесний і системний підходи забезпечують її цілісність та єдність шляхом повного охоплення вимог стандартів, які застосовуються в системі. Ізоморфний підхід, у свою чергу, полягає в тому, щоб вхідні складові частини системи не порушували її структуру, принципи та стратегічні цілі. Проектування інтегрованої СУЯ з позиції принципів якості є дієвим, оскільки якість є найголовнішим фактором, що впливає на результативність та ефективність діяльності підприємства.

Підприємства, які застосовують вказані вище підходи, створюють впевненість в можливостях своїх процесів, якості і безпеки (що є особливо важливим у сфері військової та авіаційної техніки) продукції, а також створюють основу для постійного покращення, збільшення задоволеності споживачів та успіху.

Метою сучасного управління є підвищення якості, безпеки, відхід від принципів кількості, слідування принципам Total Quality Management (TQM). Перевагами впровадження інтегрованих СУЯ є:

– розробка системи управління з ізоморфною структурою;
– зниження витрат на розробку, функціонування та сертифікацію;
– підвищення узгодженості між процесами (планування, аналіз зі сторони керівництва, управління документацією, підготовка персоналу, внутрішніх аудитів тощо);
– запобігання протиріччям між процедурами на підприємстві;
– зменшення кількості документованої інформації;
– скорочення часу на підтримання функціонуючого стану системи;
– розширення ринку збуту продукції.

Інтеграція різних стандартів і методів управління у діючу СУЯ для підприємства виробника військової авіаційної техніки націлена на отримання інтегративних властивостей – одночасного управління якістю управлінських процесів та зниження витрат на якість, мінімізації структурної розрізненості та витрат на проектування інтегрованої СУЯ.

1. ISO 9001:2015 Quality management systems. Requirements.

2. AQAP 2110 (Edition D Version 1) Quality Assurance Requirements for Design, Development and Production.

3. EN 9100:2018 Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defence Organizations.

УДК 658.5.012.7

Одарюк М. О., студентка, Сіроклин В. П., к.т.н., доцент

ОРІЄНТАЦІЯ НА СПІВРОБІТНИКІВ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ

Ключові слова: співробітники, конкурентоспроможність, загальне управління якістю, TQM, принципи загального менеджменту якості, система управління якістю, принципи системи управління якістю, поліпшення якості.

Висока ефективність праці здебільшого залежить від того, чи відповідає виконувана робота властивостям працівників, їх здібностям та схильностям. Виявлення та правильна оцінка індивідуальних особливостей людини дозволяє більш обґрунтовано визначити ту ділянку роботи, на якій вона зможе досягти найбільших успіхів.

Сьогодні в умовах інтеграції України на ринки Європейського Союзу вітчизняні підприємці стикаються з високим рівнем конкуренції. Така ситуація вимагає від українських підприємців покращувати стандарти виробництва вітчизняних товарів для підвищення їхньої конкурентоспроможності у порівнянні із західними аналогами. Одним із загальновизнаних засобів досягнення конкурентного рівня є впровадження системи управління якістю і / або моделі загального управління якістю (TQM). Така система передбачає всеохоплюючий процес зміни структури економічної діяльності підприємства з метою досягнення належного рівня якості, виробленої продукції. В центрі уваги даної моделі перебуває саме споживач та його потреби, а працівники розглядаються як основний потенціал організації для досягнення цілей [1].

В системі управління якістю згідно міжнародних підходів менеджменту ISO, люди становлять суттєво важливий ресурс. Дієвість організації залежить від того, як персонал поводить себе в межах системи, у якій він працює. У межах організації персонал стає задіяним і діє згуртовано в разі спільного розуміння політики у сфері якості та результатів, які бажає здобути організація [2,3].

Головна ідея TQM полягає в тому, що компанія повинна працювати не тільки над якістю продукції, але й над якістю організації роботи в компанії, включаючи роботу персоналу. Постійне паралельне удосконалення 3-х складових:

– якості продукції;
– якості організації процесів;
– рівня кваліфікації персоналу.

Якщо в організації спостерігається висока плинність кадрів, це вказує на серйозні проблеми. Керівництво має вжити заходів, щоб працівники відчули себе важливими здебільшого не відчуженими від організації, а єдиною командою.

Згідно з принципами TQM у компанії повинна бути створена така атмосфера довіри і новаторства, щоб кожен співробітник міг ефективно працювати на благо поліпшення організації в цілому. Безліч страхів на роботі викликано кількісними оцінками якості роботи. Співробітники не повинні боятися вносити нові ідеї, і організація повинна терпимо ставитися до невдач, коли працівники експериментують з новими ідеями. Вище керівництво повинно встановити між підрозділами взаємодію, а не конкуренцію. Це має оптимізувати зусилля команд в напрямку намірів і цілей організації замість розпалювання між підрозділами конкуренції.

Якщо організація прагне підвищувати конкурентоспроможність за рахунок залучення персоналу, їй необхідно надати можливість співробітникам пишатися своєю майстерністю. В організації необхідно скасувати систему рейтингових оцінок заслуг і не звинувачувати працівників у відмовах систем, які знаходяться поза їхнім контролем.

Фахівці Європейського фонду управління якістю розробили спеціальну матрицю. Визначивши своє положення за кожним з рядків цієї матриці (найкраще, якщо це буде результат групового обговорення вищим керівництвом) організація може оцінити свої успіхи, визначити першочергові напрямки удосконалення. Згідно з цією матрицею ступінь розвитку персоналу та його залучення до удосконалення можно умовно поділити на три рівні.

1-й рівень: персоналу надається відповідальність і права для розв'язання проблем;

2-й рівень: персонал є інноваційною і творчою силою для досягнення цілей організації;

3-й рівень: персонал володіє повноваженнями для того, щоб діяти самостійно і вільно розповсюджувати знання та досвід [4].

Організація, яка зорієнтована на співробітників, має заохочувати і стимулювати розгорнуті освітні програми, програми перекваліфікації та підвищення кваліфікації; залучати провідних фахівців для навчання і виховання корпоративної етики співробітників. Націлювати кожного співробітника на внесення нехай малих перетворень, але для поліпшення всієї організації.

При загальному управлінні якістю широко застосовується командний підхід, що передає, з одного боку, працівникам досвід вирішення проблем їх колегами і, з іншого боку, дозволяє їм застосувати свої знання і досвід в ході спільних зусиль [5].

Повний потенціал працівників вивільнюється через спільний набір цінностей, створення культури довіри та надання їм повноважень. Створюється сприятливий фон для залучення усіх людей до активності та інформаційного обміну, який підтримується можливостями навчання та підвищенням кваліфікації. Працівники розглядаються не як пасивні виконавці розпоряджень та інструкцій, а як творча сила, яка активно впливає на роботу підприємства. Організація розділяє зі своїми працівниками відповідальність за результати своєї роботи, за якість продукції (послуг), за економічний стан. Надання працівникам широких повноважень підкріплюється розгалуженою системою їх навчання та інформування, що не обмежується тільки питанням виконання безпосередніх обов'язків, а включає питання, необхідні для розвитку підприємства в цілому. Система стимулювання персоналу, як морального, так і матеріального, спрямована не тільки на виконання планів, але й на активну участь у процесах удосконалення.

Отже конкурентна боротьба за споживача знаходиться вище норм стандартів. У світовій практиці найбільш прогресивним підходом, що зорієнтований на перевищення норм стандартів, є концепція TQM. Залучення працівників належить до її восьми фундаментальних принципів. Основними стратегіями TQM є провідна роль вищого керівництва в управлінні якістю та навчання якості, залучення до управління, мотивація і вивчення інтересів співробітників. Велика роль відводиться також делегуванню повноважень кожному співробітникові організації. Головна мета сучасної організації мати висококваліфікований колектив, який буде прагнути до досягнення цілей організації, як до своїх власних, оскільки заохочення брати участь у процесі вдосконалення компанії є однією з головних конкурентних переваг системи управління якістю успішного підприємства [6].

1. Тульчинська С. О., Кириченко С. О., Савіцький Н. Ю. Модель TQM як засіб забезпечення підвищення рівня конкурентоспроможності продукції вітчизняних підприємств: Інвестиції: практика та досвід № 8/2018.

2. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 51 с.

3. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 32 с.

4. Загальне управління якістю – шлях до досягнення високого рівня досконалості URL: http://www.management.com.ua/qm/qm004.html (дата звернення: 10.01.2020).

5. Загальне управління якістю. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/ (дата звернення: 10.01.2020).

6. Урусова З. П., Метельська Н. С. Концепція управління якістю TQM: роль аудиту персоналу. Економіка і суспільство Випуск № 13 / 2017.

УДК 681.121

Петришин І.С., д.т.н., проф., Джочко П.Я., Середюк Д.О., к.т.н., Пелікан Ю.Т., Гулик В.Я., Бас О.А., к.т.н., Мануляк Р.Т.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИК ПОВІРКИ НА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ

Ключові слова: Повірка, лічильники газу, витратоміри газу, коректори об'єму газу, еталон, простежуваність, похибка

У відповідності до Порядку проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, затвердженого наказом Мінекономрозвитку № 193 від 08.02.2016р., процедура повірки проводиться відповідно до методик повірки, які містяться в нормативно-правових актах або національних стандартах. ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», як науковий метрологічний центр, за яким закріплена категорія вимірювань – об'єм та об'ємна витрата газу, визначений Мінекономрозвитку як розробник восьми методик повірки, які стосуються засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу. На протязі 2018–2019 років, у відповідності до Програми робіт із національної стандартизації на 2019 рік, фахівцями організації були розроблені та погоджені в установленому порядку остаточні редакції методик повірки на наступні засоби вимірювальної техніки: турбінні, роторні, ультразвукові, барабанні лічильники та лічильники газу побутового призначення; коректори і обчислювачі об'єму газу та вимірювальні комплекси з вбудованими пристроями перетворення об'єму газу.

Методики повірки розроблялись з урахуванням вимог щодо метрологічних характеристик (в т.ч. класів точності) до лічильників та коректорів об'єму газу, які наведені в Технічному регламенті засобів вимірювальної техніки [1] та національних стандартах, які є його доказовою базою, на відповідність яким наразі отримали сертифікати перевірки типу практично усі вітчизняні та іноземні виробники засобів визначення об'єму газу, які присутні на ринку. Крім того, розроблені методики повірки охоплюють вимоги національних стандартів ДСТУ OIML D8 [2] та ДСТУ OIML D23 [3], які встановлюють критерії застосування основного та допоміжного еталонного обладнання, що використовується під час проведення повірки. Зокрема, в методиках повірки встановлено основну вимогу щодо необхідності проведення калібрування еталонних засобів і документального підтвердження їхньої простежуваності до національних еталонів та зазначено, що співвідношення між розширеною невизначеністю вимірювань, що забезпечує еталон, та максимально допустимою похибкою лічильника, що повіряється, повинно становити не менше, ніж один до трьох.

Розроблені методики повірки застосовують для проведення періодичної повірки, повірки після ремонту, що не змінює тип засобів вимірювальної техніки, а також можуть застосовувати для проведення позачергової, інспекційної та експертної повірки. Слід відзначити, що суттєвою відмінністю між проведенням періодичної повірки та повірки після ремонту, є введення вимоги обов'язкового визначення середньозваженої похибки в переліку операцій повірки. Така особливість має на меті спонукати виробників та сервісні центри забезпечувати максимальну близькість до горизонтальної нульової відмітки похибок лічильників та коректорів після ремонту, без надання переваги будь якій із зацікавлених сторін.

В загальному випадку, кожна із розроблених методик повірки, як нормативний документ, містить в собі наступні положення:

– перелік назв операцій, які здійснюють під час проведення повірки;

– перелік еталонів та допоміжних засобів повірки, пристроїв і матеріалів, які застосовують під час проведення повірки, а також їх опис та технічні характеристики;

– вимоги до еталонного обладнання, яке застосовується під час повірки;

– вимоги щодо необхідного рівня кваліфікації персоналу, що проводить повірку (професія, освіта, практичний досвід), та документів, з яким персонал, що проводить повірку, повинен ознайомитися до початку проведення повірки;

– вимоги щодо переліку величин, що контролюються під час проведення повірки, які впливають на метрологічні характеристики ЗВТ, що підлягають повірці, із зазначенням номінальних значень величин та допустимих відхилень від номінальних значень (класів точності);

– вимоги щодо забезпечення під час проведення повірки безпеки умов праці, охорони навколишнього середовища;

– перелік робіт, які слід виконати перед проведенням повірки, та спосіб їх виконання;

– вимоги стосовно комплектності та зовнішнього огляду засобу вимірювальної техніки;

– вимоги щодо переліку та опису операцій, які необхідно здійснити для перевірки працездатності засобу вимірювальної техніки;

– вимоги щодо методів визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки, що підлягає повірці;

– вимоги щодо способу обробки результатів вимірювань та методів розрахунку похибок;

– вимоги щодо оформлення результатів повірки;

– вимоги до протоколу та до змісту електронного протоколу повірки.

Для кожної розробленої методики повірки установлені свої особливості, що стосуються конкретних лічильників або ж коректорів та обчислювачів об'єму газу. При розробленні методик бралися до уваги гармонізовані європейські та міжнародні стандарти, зокрема: [4–9], кожен з яких встановлює індивідуальні технічні та метрологічні характеристики щодо засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу.

Нововведенням для більшості розроблених методик повірки, що стосуються лічильників газу класу точності не гірше 1,0, крім лічильників побутового призначення, є запровадження проведення двох вимірювань на кожній із значень об'ємної витрати, причому різниця між отриманими значеннями має не перевищувати 1/3 значення класу точності. При цьому, для оцінки придатності обирають не середнє арифметичне значення з двох вимірювань, а більше за модулем з двох значень основної відносної похибки лічильника. Це в перспективі дасть можливість додатково проводити поверхневий контроль повторюваності лічильників газу та зменшить вплив оператора повірочної установки.

Слід відзначити, що окремо розробленим нормативом є методика повірки на лічильники газу з вбудованими пристроями перетворення об'єму, тобто на вимірювальні комплекси, виконані на базі роторних, турбінних та інших лічильників газу. Розроблена методика уособлює в собі синтез операцій з повірки лічильника та коректора газу, з врахуванням поканальної повірки давачів тиску та температури.

Загальними вимогами, які оформлені обов'язковим додатком в методиках, є вимоги до еталонів, які можна застосовувати для повірки лічильників та коректорів газу. В даному пункті детально описаний перелік функцій, які повинен забезпечувати та реалізовувати еталон (повірочна установка). Крім того, зазначений перелік вимог щодо приміщення, де зберігається та функціонує еталон, із вказанням параметрів середовища та технічних засобів для їх підтримання.

Підсумовуючи зазначене, можна стверджувати, що наразі переважна більшість повірочних установок не в повній мірі відповідає вимогам, які стають обов'язковими в розроблених методиках повірки. Це, в свою чергу, свідчить про те, що після прийняття методик повірки в статусі національних стандартів, виробники та власники установок будуть змушені проводити їх доукомплектування відповідними технічними засобами, забезпечувати умови їхньої

експлуатації та суттєво доопрацьовувати алгоритм роботи програмного забезпечення з метою формування відповідних протоколів проведення повірки та наповнення і збереження їх в електронному вигляді.

1. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 24.02.2016 р. № 163.

2. ДСТУ OIML D 8:2008 Метрологія. Еталони. Вибір, визнання, застосування, зберігання та документація (OIML D 8:2004, IDT).

3. ДСТУ OIML D 23:2008 Метрологія. Принципи метрологічного контролю обладнання для повірки (OIML D 23:1993, IDT).

4. ДСТУ OIML R 137-1-2:2014 Лічильники газу. Частина 1. Метрологічні та технічні вимоги Частина 2. Методи підтвердження метрологічних та технічних характеристик (OIML R 137-1-2, edition 2012; IDT).

5. ДСТУ EN 12480:2006 Лічильники газу роторні. Загальні технічні умови (EN 12480:2002, IDT).

6. ДСТУ EN 12261:2006 Лічильники газу турбінні. Загальні технічні умови (EN 12261:2002, IDT)

7. ДСТУ EN 12405-1:2014 Коректори до лічильників газу електронні. Частина 1. Корекція об'єму (EN 12405-1:2005+A2:2010, IDT).

8. ДСТУ ISO 17089-1:2014 Вимірювання потоку плинного середовища в закритих каналах. Ультразвукові лічильники газу. Частина 1. Лічильники для комерційного обліку та вимірювання в газорозподільчих системах (ISO 17089-1:2010, IDT).

9. ДСТУ EN 1359:2012 Лічильники газу мембранні. Загальні технічні умови (EN 1359:1998/A1:2006, IDT).

УДК 65.011.1, 658.562

Петришин Н.І., к.т.н.

МЕНЕДЖМЕНТ ІННОВАЦІЙ ТА ЙОГО ЦІННІСТЬ ДЛЯ СТАЛОГО УСПІХУ ПІДПРИЄМСТВА

Ключові слова: система менеджменту інновацій, система управління якістю, дизайн-мислення, креативність.

Останні роки стала чіткою тенденція: в сучасному мінливому світі можна застосовувати різні підходи і методи щодо управління якістю, але саме інновації є ключем до успіху будь-якої організації.

Прогресивні зміни – це майже завжди пошук кращих рішень. Впровадження нового або істотно поліпшеного продукту, процесу, нового методу маркетингу або нового організаційного методу ведення бізнесу, організації робочого місця або зовнішніх взаємодій – це і є інновація [1]. Щоб скерувати підприємство у його пошуку рішень стосовно впровадження та розвитку інновацій – потрібно до базової системи управління якістю, яка ґрунтується, наприклад, на вимогах ДСТУ ISO 90001:2015 [2], додати або розвинути сучасні підходи до інноваційного менеджменту. Тобто інтегрувати ті процеси в свою щоденну діяльність, які дозволять організації ставати більш інноваційною, досягати значних успіхів в реалізації продуктів і послуг, планувати свою власну інноваційну бізнес-модель з метою досягнення якісних результатів. Лише за таких умов можна підвищити цінність та конкурентоспроможність підприємства в сучасній економіці, намагаючись при цьому перевищувати очікування клієнта, формувати зростаючий попит на свої власні продукти і послуги.

Якщо поєднати існуючу систему менеджменту підприємства з впровадженням системи менеджменту інновацій, то це надасть підприємству наступні переваги:

– прискорення зростання, збільшення доходів і прибутку від інновацій;
– нове мислення і нові цінності для організації;
– отримання додаткових переваг в результаті кращого розуміння майбутніх ринкових потреб і можливостей;
– ефективна діяльність щодо ідентифікації та зниження ризиків;
– підвищення колективної креативності та інтелектуального потенціалу організації;
– отримання додаткових переваг в результаті співпраці з партнерами в процесі інноваційної діяльності;
– мотивація залучення співробітників в діяльність організації та стимулювання праці в команді.

Впроваджуючи систему інноваційного менеджменту, підприємство інтегрує також існуючі ключові елементи стосовно управління якістю, як от контекст організації, лідерство (з акцентом на управління інноваціями та стратегією), планування успіху інновацій, процес інноваційного менеджменту. Звичайно, потрібно поряд з цим оцінювати та вдосконалювати систему менеджменту інновацій. Ефективність функціонування такої системи та її оцінювання впливають на те, чи має підприємство потенціал для наступних інновацій.

Отже, система інноваційного менеджменту може бути автономною або інтегрованою в базовий функціонал і систему менеджменту організації. Але незмінним залишається у всіх випадках те, що організація повинна демонструвати при цьому спроможність досягати основних цілей інновації, а також забезпечити моніторинг і підвищення ефективності роботи. Інакше компанія не зможе виробити «імунітет до невдач» у сучасному світі.

В процесі впровадження системи інноваційного менеджменту компанія навчається управляти креативністю, тому що основою для інновацій здебільшого слугує менеджмент

процесів створення нових ідей на підприємстві. А діапазон ідей, як правило, дуже широкий: від творчого задуму до винаходу (наприклад, від комерційної ідеї до нової методики управління виробництвом). І тут важливо зазначити, що у компанії, яка впровадила систему менеджменту на відповідність міжнародним стандартам, завжди важливим є принцип постійного поліпшення: чи це стосується новітньої методики управління виробничим процесом, чи нових методів співпраці із зацікавленими сторонами, чи виходу на нові ринки з інноваційними продуктами.

Розробити та впровадити систему менеджменту підприємства в сукупності з системою менеджменту інновацій – це означає знайти такий симбіоз підходів та методів, який допоможе не уявно, а фактично інтегрувати процес планування і впровадження інноваційних та креативних ідей, а також процес стратегічного прогнозування в існуючі процеси сучасної компанії.

Над такими процесами можна працювати за допомогою однієї з найвідоміших методик створення інновацій – дизайн-мислення, яку активно використовують у роботі провідні компанії світу з метою досягнення кращих результатів з меншими витратами. Дана методика надає інструменти, які допомагають вирішити складні проблеми та створити інновації [3, 4]. Тому робоча група науковців та практиків ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», залучаючи також представників бізнесу і використовуючи найкращий світовий досвід, зараз активно працює в сфері систем менеджменту інновацій.

Інструменти дизайн-мислення, а також швидкі та прості шляхи перевірки дієвості інноваційних рішень можна застосовувати не лише на рівні підприємств та організацій. Сінгапур, Швеція, Фінляндія сьогодні потужно використовують дизайн-мислення як підхід для прогресивних змін у державному секторі. А оскільки сталий успіх вітчизняних підприємств також залежить від поліпшенням рівня економічного розвитку та втілення трансформаційних ідей щодо майбутнього України, то впроваджуючи системи інноваційного менеджменту поряд із застосуванням дизайн-мислення в державному та недержавному секторі можна досягти амбітних цілей швидкого зростання національної економіки.

1. ДСТУ CEN/TS 16555-1:2019 Управління інноваціями. Частина 1. Система управління інноваціями (CEN/TS 16555-1:2013, IDT).

2. ДСТУ ISO 90001:2015Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT).

3. Девід Келлі, Том Келлі. Творча впевненість. Як розкрити свій потенціал. – Київ: Основи. – 2017. – 304 с.

4. Онлайн-курс «Дизайн-мислення для інновацій». – Платформа онлайн-курсів в Україні Prometheus. Правовласник курсу: University of Virginia Darden School Foundation. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://courses.prometheus.org.ua/courses/course-v1:Prometheus+DTI101+2017_T3/about

УДК 681.121

Петришин І.С., д.т.н., проф., Джочко П.Я., Середюк Д.О., к.т.н., Бас О.А., к.т.н., Гулик В.Я.

РОЗШИРЕННЯ ЛІНІЙКИ НАЦІОНАЛЬНИХ ЕТАЛОНІВ ОДИНИЦЬ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ

Ключові слова: Національний, еталон, вторинний, об'єм, об'ємна витрата газу, невизначеність

Згідно Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» ст. 6, статус національних надається первинним та вторинним еталонам, якщо вони мають найвищі метрологічні властивості серед еталонів даної одиниці. ДП «Івано-Франківськстандарт-метрологія» провів удосконалення двох вторинних еталонів одиниць об'єму та об'ємної витрати газу ВЕТУ 03-01-05-15 та ВЕТУ 03-01-01-15 з метою підвищення їх метрологічних властивостей та отримання статусу національних еталонів.

У відповідності до наказів Мінекономіки № 734 та № 735 від 19.12.2019 р. ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» отримало статус національних для двох вторинних еталонів одиниць об'єму та об'ємної витрати газу з присвоєнням шифрів НДЕТУ М-04-2019 і НДЕТУ М-05-2019 та занесенням їх до Переліку національних еталонів та розміщення на сайті Мінекономіки. Вторинні еталони забезпечують вимірювання та передавання одиниць об'єму та об'ємної витрати газу в діапазоні від $2{,}78\cdot10^{-7}$ м^3/с до $8{,}33\cdot10^{-5}$ м^3/с (від 0,001 м^3/год до 0,3 м^3/год) для НДЕТУ М-05-2019 та в діапазоні від $4{,}44\cdot10^{-6}$ м^3/с до $6{,}94\cdot10^{-3}$ м^3/с (від 0,016 м^3/год до 25 м^3/год) для НДЕТУ М-04-2019. Вторинні еталони відповідають п. 3 Порядку та критеріям надання еталонам статусу національних еталонів, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 398 від 17.06.2015 р. в частині забезпечення найвищих метрологічних властивостей серед еталонів зазначеної одиниці, що є в державі. Зокрема, національний вторинний еталон НДЕТУ М-04-2019 занесений в Перелік національних еталонів із значенням розширеної невизначеності для одиниці об'ємної витрати газу $U = 0{,}1$ % (при $k = 2$, $P = 0{,}95$), а національний вторинний еталон НДЕТУ М-05-2019 – з розширеною невизначеністю $U = 0{,}14$ %.

Для отримання вторинними еталонами одиниць об'єму та об'ємної витрати газу статусу національних існує низка передумов. Перш за все, слід відзначити, що вторинні еталони створювались з метою розширення нижньої межі відтворення одиниці об'ємної витрати газу Національного державного первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу ДЕТУ 03-01-15, яка становить 1 м^3/год та забезпечення простежуваності лічильників та витратомірів газу, які, в переважній більшості, застосовуються для обліку газу в комунально-побутовій сфері. Крім того, вторинні еталони спроектовані та виготовлені, як унікальні комплексні інженерні споруди, оскільки кожен з них де-факто реалізує саме процес відтворення одиниць об'єму та об'ємної витрати газу, хоча де-юре вони здійснюють тільки передавання зазначених одиниць. Пояснення ситуації, що склалась, закладене на законодавчому рівні, оскільки очолювати ієрархічну схему може лише один Національний державний первинний еталон. Слід відзначити, що вторинний еталон ВЕТУ 03-01-01-15 (НДЕТУ М-04-2019) був створений в ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» концептуально, як зменшена копія установки дзвонового типу, яка є основою первинного еталона ДЕТУ 03-01-15, разом з тим, в склад вторинного еталона додатково введена установка еквівалентного витіснення рідини для забезпечення стабільності відтворення одиниць об'єму та об'ємної витрати газу. Аналогічно вторинний еталон ВЕТУ 03-01-05-15 (НДЕТУ М-05-2019) реалізований на базі

установки еквівалентного витіснення рідини. Таким чином, вторинні еталони, як зазначалось, реалізують процес відтворення одиниць об'єму та об'ємної витрати газу шляхом забезпечення простежуваності безпосередньо до одиниць системи СІ. На рис. показана інтерпретація схеми простежуваності національних еталонів.

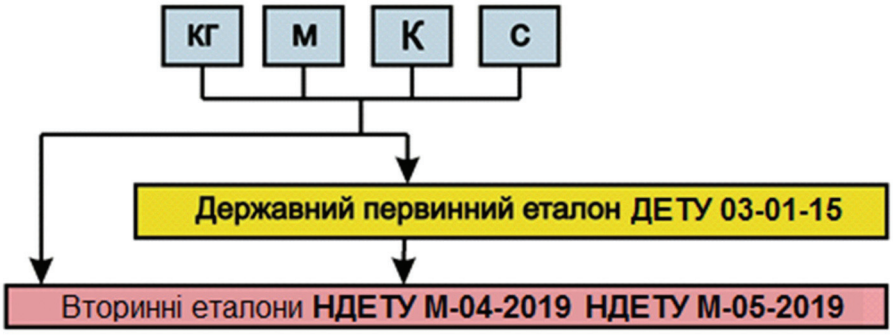


Рис. – Схема простежуваності національних еталонів до одиниць системи СІ

Також доцільно відзначити, що до лінійки національних еталонів ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» належить Національний державний первинний еталон одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на газовому середовищі при тиску до 1,6 МПа НДЕТУ М-02-2018. Як висновок, можна підсумувати, що отримання статусу національних для вторинних еталонів одиниць об'єму та об'ємної витрати газу дасть можливість приймати ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» у міжнародних звіряннях, в яких приймають участь виключно національні еталони України згідно «Угоди про взаємне визнання національних еталонів та сертифікатів калібрувань та вимірювань, що видаються національними метрологічними інститутами – CIPM MRA» та розширення кількості СМС – рядків та занесення їх в базу даних BIPM.

УДК: 669.017(075); 69.59.

Прохоренко С.В., д.т.н., Коваль М.П., к.т.н., Щадило Я.С., к.т.н., Куць В.Р. к.т.н., Яцишин С.П., д.т.н., Прохоренко М.В., к.ф-м.н., Трухим Р.І., магістр

ДИСТАНЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ТОПОЛОГІЧНОЇ НЕЗМІННОСТІ 3D-СТРУКТУР ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ

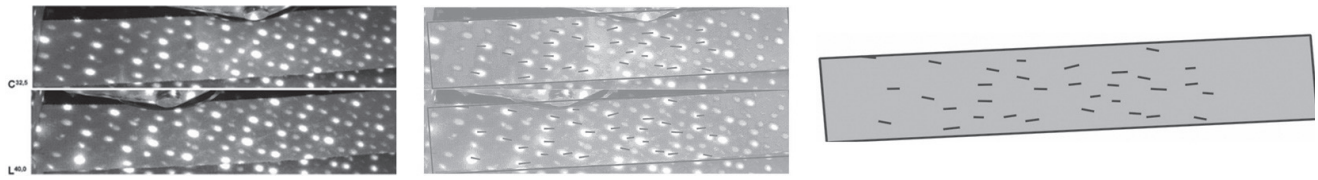
Ключові слова: дефектоскопія, NDT, 3D, навантаження, топологія.

Визначення та моніторинг технічного стану будов за їх інтегральними характеристиками, які встановлюють за результатами динамічних випробувань становить базу проведення діагностики. Встановлення змін топології у процесі експлуатації, а особливо динамічних процесів їх змінення. Втім проведення циклу діагностичних робіт у процесі експлуатації топологічно-складних конструкцій з 3D-силовими елементами передбачає здійснення поточного перехресного аналізу та багатофакторність проведених вимірювань, що суттєво проблемно здійснити у умовах польової роботи. Рівно ж важливою є властивість змоги реалізовувати аналіз змін у будові стратегічно важливих ділянок (конструкцій) у потоковому режимі при обмеженій пропускній здатності каналу контролю або потужності аналітичної системи. Важливим моментом є контроль не лиш стаціонарних, але і тимчасових конструкційних структур (аванпости, доти, річкові мости, проти-епідеміологічні блокадні структури, тощо), які теж потребують оперативно-постійного контролю.

Нами попередньо опрацьовано, та первинно експериментально протестовано систему сканування поверхонь (в тому числі і укритих від прямого бачення) 3D-структурних об'єктів високої сфінктурності та зведенні процесу вимірювань до оцінки параметрів топологічного дрейфу їх моделі.

Загалом стандартним для подібних досліджень є використання пристроїв класу прогиномірів Аістова 6-ПАО, що призначені для визначення величини переміщення окремих точок конструкцій при навантаженні їх статистичними навантаженнями: прогинів будівельних, мостових та інших ферм, арок, склепінь, прогонів, балок, вигинів стінок, осаду фундаментних паль, визначення кутів поворотів перетинів і т.д. Використання цих пристроїв дає змогу проводити реєстрацію з точністю до сотих часток міліметра, але обмежує кількість точок контролю.

Альтернативною системою прецизійного встановлення переміщень є використання методу ЦКЗ (цифрової кореляції зображень) в межах методики спекл-кореляції. Нашим впровадженням є пропозиція реєстрування відблисків на поверхні діагностовано поверхні складного профілю.



вихідне *попередній аналіз* *лінії зсуву*

Зображення діагностованого опорного покриття, на котре нами було спроектовано розділені лазерні максимуми

Традиційна техніка порівняння поточного зображення з еталоном ґрунтується на розгляді зображень як двовимірних функцій яскравості (дискретних двовимірних матриць інтенсив-

ності). При цьому вимірюється або відстань між зображеннями, або міра їх близькості. Нами для проведення кореляційного аналізу було вжито відкрите для наукових досліджень програмне забезпечення: GOM snAP 2D 2019.

Апробаційне дослідження показало припустимість використання стабілізованого перевідбиття лазерних дифрагованих максимумів для встановлення дрифту покривного матеріалу.

1. Муравський Л.І. Методи спекл-кореляції для дослідження механічних властивостей конструкційних матеріалів. – Київ: Науково-видавниче підприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України, 2010.– 208 с.

2. Monitoring of civil engineering structures using Digital Image Correlation technique [Electronic resource] / M. Malesa, D. Szczepanek, M. Kujawińska, A. Świercz, P. Kołakowski // 14-th International Conference on Experimental Mechanics. − Mode of access: http://smart.ippt.gov.pl.

3. Schreier, H. W. Investigation of two and three-dimensional image correlation techniques with applications in experimental mechanics / H. W. Schreier. − University of South Carolina, 2003. – 348 p.

УДК 006.91

Rząsa M., Dr Hab. Prof, Serediuk O., Dr Hab. Prof, Grzesik D., student

METODY SZACOWANIA RYZYKA BEZBIECZEŃSTWA INFORMACJI WYNIKAJĄCE Z ROZPORZĄDZENIA RODO OBOWIĄZUJĄCE W UNI EUROPEJSKIEJ

Slowa kluczowe: bezpieczeństwo informacji, rozporządzenie RODO, metody szacowania ryzyka

Wprowadzenie. Na terenie Unii Europejskiej obowiązują przepisy dotyczące ochrony danych osobowych [1]. Jednym z elementów zabezpieczających dane jest sprawowanie nadzoru oraz zarządzanie bezpieczeństwem w ochronie danych. W tym celu przeprowadza się procedurę szacowania ryzyka.

Zgodnie ze standardem IIA (The Institute of Internal Auditors) ryzyko definiowane jest jako możliwość wystąpienia zdarzenia, które ma wpływ na cele danej organizacji. Rozporządzenie RODO nie definiuje w jednoznaczny sposób jak należy rozumieć ryzyko, ale w zamian oferuje szeroki zbiór wytycznych mówiących o tym, co może stanowić zagrożenie dla naruszenia praw oraz wolności osób.

Rys. 1. Przykładowe ryzyko

Pierwszym etapem w zarządzaniu ryzykiem jest zdefiniowanie ryzyka oraz czynników jakie mają na nie wpływ oraz zagrożeń z tym związanych [3]. Na tej podstawie określa się incydenty mogące spowodować określone zagrożenia. W niniejszej pracy przedstawiono przykładowe metody szacowania ryzyka, które omówiono na jednym wybranym przykładzie (rys. 1).

Jakościowa metoda szacowania ryzyka. Metoda jakościowa oceny ryzyka została opisana w polskiej normie PN-N-18002. W metodzie tej korzysta się z dwóch parametrów ryzyka: ciężkości następstw (skutków) oraz prawdopodobieństwa z jakim następstwa te mogą wystąpić. Przyjmuje się trzy poziomy skutków: mały, średni i duży oraz trzy poziomy prawdopodobieństwa ich wystąpienia: mało prawdopodobne, prawdopodobne i bardzo prawdopodobne (prawie pewne). Ryzyko określa się na podstawie tabeli z rysunku 2. Następnie w zależności od poziomu ryzyka podejmuje się odpowiednie działania. Mianowicie w przypadku ryzyka na poziomie akceptowalnego nie jest wymagane żadne działanie zaleca się jedynie przeprowadzenie okresowej kontroli. Dla ryzyka małego wystarczającym środkiem jest prowadzenie kontroli. Dla ryzyka o poziomie istotnym wymagane są działania prowadzące do jego zmniejszenia. W przypadku wystąpienia ryzyka o poziomie dużym konieczne jest podjęcie natychmiastowych działań, w celu obniżenia ryzyka. Ryzyko o poziomie bardzo dużym skutkuje zatrzymaniem procesu przetwarzania danych.

Metoda jakościowa jest prosta w zastosowaniu, lecz skuteczna jedynie w przypadku małych i średnich obszarów występowania ryzyka. Opiera się ona głównie na kompleksowej ocenie subiektywnej, stąd dla dużych obszarów występowania ryzyka zaleca się stosowanie metod ilościowych.

	CIĘŻKOŚĆ NASTĘPSTW		
PRAWDOPODOBIEŃSTWO ZDARZENIA	**MAŁA**	**ŚREDNIA**	**DUŻA**
MAŁO PRAWDOPODOBNE	AKCEPTOWALNE	MAŁE	ISTOTNE
PRAWDOPODOBNE	MAŁE	ISTOTNE	DUŻE
WYSOCE PRAWDOPODOBNE	ISTOTNE	DUŻE	BARDZO DUŻE

Rys. 2. Metoda jakościowa

Ilościowa metoda szacowania ryzyka. Metoda ilościowa oparta jest na określeniu zarówno poziomu skutków jak i prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia za pomocą wskaźników liczbowych. Następnie na tej podstawie oblicza się poziom ryzyka:

$$R = (S_d + S_i + S_p) * P \quad (1)$$

Gdzie P – oznacza prawdopodobieństwo, które przyjmuje wartości (0–zdarzenie nieprawdopodobne, 1–zdarzenie prawie nieprawdopodobne, 2–zdarzenie mało prawdopodobne, 3–zdarzenie wysoce prawdopodobne, 4–zdarzenie niemal pewne. Natomiast S_d – utrata dostępności informacji, S_i – utrata integralności informacji, S_p – utrata poufności informacji. Wskaźniki S_d, S_i oraz S_p przyjmują wartość 0 gdy incydent (zdarzenie) nie powoduje skutków ujemnych.

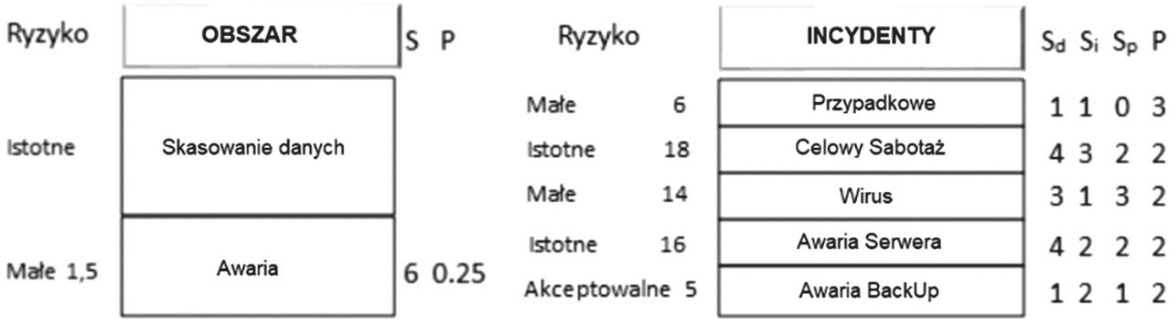
W pozostałych przypadkach dla utraty dostępności współczynnik S_d przyjmuje następujące wartości: $S_d = 1$ – jeżeli okres utraty dostępności informacji lub usług systemu mieści się w okresie czasu założonym w planie zapewnienia ciągłości działania, a przywrócenie pełnego dostępu do informacji lub usług systemu nie wiąże się z dodatkowymi kosztami, $S_d = 2$ – jeżeli okres utraty dostępności informacji lub usług mieści się w okresie czasu założonym w planie zapewnienia ciągłości działania, ale przywrócenie dostępu do informacji wiąże się z dodatkowymi kosztami, $S_d = 3$ – jeżeli okres utraty dostępności informacji lub usług systemu, znacząco nie mieści się w okresie czasu założonym w planie zapewnienia ciągłości działania, $S_d = 4$ – jeżeli okres utraty dostępności informacji lub usług systemu wielokrotnie przekracza czas założony w planie zapewnienia ciągłości działania lub jeżeli spowodowana zagrożeniem utrata dostępności informacji jest nieodwracalna.

Współczynnik utraty integralności S_i przyjmuje wartości: $S_i = 1$ – jeżeli utrata integralności informacji jest łatwo wykrywalna i przywrócenie integralności nie powoduje nadmiernych kosztów, $S_i = 2$ – jeżeli utrata integralności informacji jest trudno wykrywalna i informacja taka może zostać użyta w procesach decyzyjnych, jednak istnieje możliwość skorygowania decyzji, $S_i = 3$ – jeżeli utrata integralności informacji jest trudno wykrywalna i informacja taka może zostać użyta w procesach decyzyjnych i nie istnieje możliwość skorygowania decyzji, $S_i = 4$ – jeżeli utrata integralności informacji może okazać się niewykrywalna.

Współczynnik utraty poufności S_p przyjmuje wartości: $S_p = 1$ – jeżeli utrata poufności dotyczy spraw mniejszej wagi, odnosi się do pojedynczych przypadków i nie wiąże się z odpowiedzialnością karną lub administracyjną, $S_p = 2$ – jeżeli utrata poufności dotyczy informacji o charakterze wrażliwym lub odnosi się do licznych przypadków, jednak nie wiąże się z odpowiedzialnością

karną bądź administracyjną, $S_p = 3$ – utrata poufności dotyczy informacji o charakterze wrażliwym lub odnosi się do licznych przypadków, wpływa w sposób znaczący na wizerunek urzędu i organu, który ten urząd obsługuje, jednak nie wiąże się z odpowiedzialnością karną, $S_p = 4$ – jeżeli utrata poufności może prowadzić do naruszenia interesów osób trzecich i może prowadzić do roszczeń odszkodowawczych ze strony tych osób, a także do odpowiedzialności karnej osób odpowiedzialnych za zapewnienie ochrony takiej informacji.

Jak wynika z przedstawionych zależności, maksymalna wartość ryzyka wyznaczana tą metodą wynosi 48. Owa liczba stanowi podstawę do określenia poziomu ryzyka. Poziom ryzyka określa się na podstawie wartości procentowej. Ryzyko: akceptowalne 0-10% (0-4,8), małe 10-30% (4,8-14,4), istotne 30-60% (14,4-28,8), duże 60-80% (28,8-38,4), bardzo duże 80-100% (38,4-48). Przykładowo dla przykładu z rysunku 1 ryzyka dla poszczególnych incydentów przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Przykład oszacowania ryzyka

Ryzyko wystąpienia poszczególnych incydentów będzie rzutowało na ryzyko wystąpienia określonego czynnika. W celu oszacowania ryzyka wystąpienia czynnika w pierwszej kolejności należy określić jaki wpływ ma wystąpienie kilku incydentów na czynnik. Przykładowo dla pierwszego czynnika „Skasowania danych" wszystkie incydenty są od siebie niezależne. W takim przypadku ryzyko wystąpienia czynnika przyjmuje wartość równą ryzyku największego ryzyka incydentu.

Nieco inaczej wygląda sytuacja dla czynnika, którym jest „Awaria". Chociaż awaria może spowodować nieodwracalne skutki, to aby tak się stało musiała by nastąpić jednoczesna awaria zarówno serwera jak i BackUp-u. W takim przypadku prawdopodobieństwo wystąpienia jednocześni obydwu incydentów równe jest iloczynowi prawdopodobieństw wystąpienia poszczególnych incydentów. Oblicza się je ze wzoru:

$$P = \frac{P_1}{P_{1\max}} \cdot \frac{P_2}{P_{2\max}} = \frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4} = 0.25 \tag{2}$$

Ryzyko obszaru oblicza się na podstawie wzoru [5]:

$$R = S \cdot P \tag{3}$$

Gdzie S oznacza skutek wystąpienia czynnika. Wartość S przyjmuje wartości 1 – gdy szkody są znikome, 2 – niewielkie szkody, 3 – szkody znaczące, 4 – bardzo znaczące szkody, 5 – szkody na bardzo dużą skalę, 6 – skutki katastrofalne. Maksymalne prawdopodobieństwo może wynieść wartość 1. Stąd poziom ryzyka określa się na podstawie wartości Ryzyko: akceptowalne 0-10% (0-0,6), małe 10-30% (0,6-1,8), istotne 30-60% (1,8- 3,6), duże 60-80% (3,6-4,8), bardzo duże 80-100% (4,8-6). Jak przedstawiono na przykładzie z rysunku 3, pomimo tego, że szkodliwość awarii przyjęto na poziomie katastrofalnym (6) ryzyko jest małe, ponieważ prawdopodobieństwo jednoczesnego uszkodzenia Serwera i BackUp-u jest małe.

Podsumowanie. Przeprowadzone w pracy rozważania przedstawiają sposób postępowania z ryzykiem oraz jego szacowanie. W dobie obowiązywania przepisów o ochronie danych RODO zachodzi konieczność zarządzania ryzykiem. Informacje zawarte w tym artykule mogą posłużyć jako podstawa do opracowania polityki bezpieczeństwa.

1. USTAWA z dnia 10 maja 2018 r. o ochronie danych osobowych, Dz.U. 2018 poz. 1000

2. Norma PN-EN ISO/IEC 27001:2017-06, Technika informatyczna – Techniki bezpieczeństwa – Systemy zarządzania bezpieczeństwem informacji – Wymagania

3. WRÓBLEWSKI D.: Zarządzanie ryzykiem – przegląd wybranych metodyk; Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego, Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2015, DOI: 10.17381/2015.1

4. ŁUCZAK J.: Metody szacowania ryzyka – kluczowy element systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji ISO/IEC 27001; Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, 2009, 19(91) pp. 63–70.

5. JAŃCZAK J., NOWAK A.: Bezpieczeństwo informacyjne Wybrane problemy. Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2012.

УДК 658.5.012.7

Рижа К. І., студентка, Бондаренко Г. Г., ст. викладач

МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗУВАННЯ ДАНИХ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Ключові слова: моніторинг, аналізування даних, загальний менеджмент якості, TQM, принципи загального менеджменту якості, орієнтація на споживача, система управління якістю, принципи системи управління якістю, поліпшення якості.

«Мозковий центр» нової моделі управління, побудованої на принципах загального управління якістю (далі TQM) – це всеосяжні дані і система моніторингу, яка подає корисні дані, доступні тим, хто може застосувати їх для вдосконалення. Високоефективні компанії розуміють, що вони можуть керувати лише тим, що можуть виміряти. Це так само вірно для таких областей, як маркетинг, адміністрація і законодавство, так і для виробництва. Чим краще система вимірювання, тим краще якість [1].

Результати аналізування потрібно використовувати для оцінювання :відповідності продукції та послуг; ступеня задоволеності замовника; дієвості та результативності системи управління якістю; результативності планування; результативності дій, виконаних щодо ризиків і можливостей; дієвості зовнішніх постачальників; потреби в поліпшенні системи управління якістю.

Згідно методики TQM, система вимірювання організації, як і вся система управління, має приводитися в рух споживачем. Коли організація визначить запити споживача і вирішить, як вона буде задовольняти ці запити то захоче створити систему вимірювання, яка координує всю діяльність щодо підвищення задоволення споживача. Один з найпопулярніших методів побудови системи вимірювання – це балансова оціночна відомість. Вона перетворює завдання і стратегію організації в універсальний набір критеріїв роботи, які є основою стратегічного виміру і системи управління.

Після того як ввели систему збору та аналізу ключових вимірів якості і роботи, наступним кроком є передача цих вимірювань людям, які можуть їх використовувати. Одна з кращих систем швидкої передачі – система оціночної відомості якості. Персонал організації може звернутися до своїх комп'ютерів і запросити матрицю, яка відображає якість, доставку, цінність і послуги - як вертикальну вісь, і постачальників, внутрішню структуру організації й споживачів – як горизонтальну.

Згідно методики TQM, керівники зустрічаються зі своїми виробничими підрозділами, обговорюючи з людьми, як вони можуть поліпшити роботу, щоб досягти поставлених цілей. Ключові показники ефективності роботи допомагають здійснювати постійне поліпшення тому, що команди службовців хочуть досягнути своїх цілей і рухатися в правильному напрямку.

Ключові показники ефективності як інструменти управління дозволяють:

– чітко формулювати і кількісно виражати цілі;
– транслювати цілі на всі рівні управління;
– проводити моніторинг результатів;
– своєчасно діагностувати складні ситуації, що вимагають управлінського втручання;
– своєчасно коригувати цілі, оптимізуючи плани;
– делегувати повноваження;
– оцінювати рівень менеджменту, ефективність підрозділів і розвивати найбільш успішні напрями бізнесу;
– мотивувати співробітників на досягнення результатів;
– об'єктивно оцінювати ефективність діяльності працівників [2].

Всі сфери системи управління постійно змінюються, але моніторінг і аналізування даних, без сумніву, одна із самих динамічних сфер.

Інструменти контролю якості застосовуються для аналізу кількісних даних, що дає можливість менеджерові орієнтуватися в процесі ухвалення рішень по факту, та вони дозволяють аналізувати дані різного характеру: як кількісні, так і якісні.

Наприклад, метод структуризації функцій якості QPD (Quality Function Deployment) є одним з ключових методів управління якістю, який рекомендується до використання методологією TQM. Метою є гарантія якості з найпершої стадії створення і розвитку нового продукту. QFD – це систематизований шлях до вивчення потреб і побажань споживачів через розгортання функцій і операцій в діяльності компанії по забезпеченню якості на кожному етапі життєвий цикл діяльності, який гарантував би отримання кінцевого результату. Отже, застосуванню методу передує процес визначення вимог споживача та цілей компанії, що передбачає:

– визначення передбачуваного споживача;
– визначення рейтингу споживача для виробника;
– збирання побажань споживача;
– організація оброблення зібраних побажань;
– визначення рейтингу параметрів якості продукту для споживача [3,4].

Згідно з вимогами ДСТУ ISO 9001, організація повинна визначити: що потрібно піддавати моніторингу та вимірюванню; методи моніторингу, вимірювання, аналізування та оцінювання, потрібні для забезпечення вірогідних результатів; коли треба провадити моніторинг і вимірювання; коли треба аналізувати та оцінювати результати моніторингу та вимірювання [5].

Згідно з вимогами ДСТУ ISO 9000, рішення, базовані на аналізуванні й оцінюванні даних та інформації з більшою ймовірністю уможливлюють бажані результати. Аналізування фактів, доказів і даних зумовлює більшу об’єктивність і впевненість керівництва організації у прийнятті управлінських рішень.

Можливі дії організації охоплюють визначення, вимірювання та здійснювання моніторингу ключових показників для демонстрування дієвості організації;

– забезпечення доступності до всіх необхідних даних відповідного персоналу;
– забезпечення, щоб дані та інформація були достатньо точними, надійними та захищеними;
– аналізування та оцінювання даних та інформації з використанням придатних методів;
– забезпечення компетентності персоналу, щоб аналізувати й оцінювати дані, за потреби;
– прийняття рішень та виконання дій на основі фактичних даних і виважено з урахуванням досвіду та інтуїції [6].

Проаналізувавши вимоги міжнародних стандартів й підходи методології TQM можна зробити висновок, що ефективна система управління якістю не може існувати без аналізування та оцінювання даних та інформації з подальшим використанням результатів цього аналізування. Оцінивши діяльність сучасних підприємств кондитерської галузі України стає очевидним, що процеси зворотнього зв’язку із споживачами налагоджені слабо, тому введення принципу моніторингу і аналізування даних є доцільним. Завдяки опитуванню споживачів стане зрозуміло чого саме їм не вистачає від виробника, після чого підприємство матиме змогу удосконалювати процеси виробництва своєї продукції, поліпшити обслуговування споживачів і підвищити якість своєї продукції.

1. Джордж С. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях (TQM) / С. Джордж, А. Ваймерских. − СПб. : Виктория плюс, 2002. – 256 с.

2. Ключові показники ефективності кадрової політики URL: https://stud.com.ua/66334/menedzhment/klyuchovi_pokazniki_efektivnosti_kadrovoyi_politiki (дата звернення: 09.01.2020).

3. Система загального управління якістю (TQM) URL: https://pidruchniki.com/75377/tovaroznavstvo/sistema_zagalnogo_upravlinnya_yakistyu (дата звернення: 09.01.2020).

4. Особливості концепції «Загального управління якістю» URL: https://library.if.ua/book/150/10008.html (дата звернення: 09.01.2020).

5. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги. – Чинний від 01.07.2016. – Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 32 с.

6. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. – Чинний від 01.07.2016. – Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 51 с.

УДК 681.7.08

Різник А. І., аспірантка, Стадник Б. І., д.т.н., професор,
Луцик Я. Т., д.т.н., професор, Ліхновський І. С., к.т.н., доцент

СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ПЕРВИННОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА РЕЗОНАНСНОГО ТЕРМОМЕТРА НА ОСНОВІ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ *MICROCAP*

Ключові слова: первинний перетворювач, резонансний термометр, MicroCap, резонанс, луна-сигнал

Метою даної роботи є створення моделі первинного перетворювача резонансного термометра (ППРТ), за допомогою якої можна проводити теоретичний аналіз по оптимізації форми конструкції заданого перетворювача.

Первинний перетворювач складається з трьох частин (рис. 1) [1], це магнітострикційний перетворювач (МП), акустична лінія зв'язку (АЛЗ) та термочутливий елемент (ЧЕ).

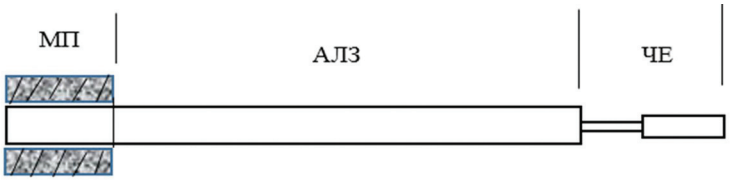


Рис. 1. Структура первинного перетворювача резонансного термометра (ППРТ)

ЧЕ представляє собою пів-хвильовий резонатор. При надходженні до ЧЕ збуджувального сигналу, у ньому виникають власні коливання. Частота власних коливань залежить від низки чинників, серед яких можна відмітити:

– форма і розміри ЧЕ;
– матеріал, з якого виготовлений ЧЕ;
– зовнішня температура.

У разі збіжності частоти збуджувального сигналу та власних коливань, наступає явище резонансу, для якого є характерна форма луна-сигналу (рис. 2).

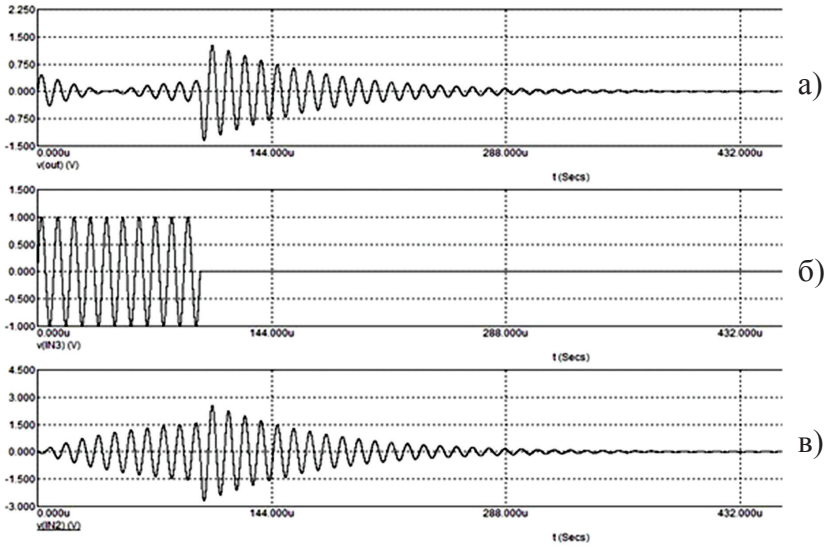


Рис. 2. Луна-сигналу первинного перетворювача резонансного термометра: а) луна-сигнал, б) збуджувальний сигнал, в) власні коливання резонатора

Луна-сигнал (рис.2.а) є сумою двох сигналів: збуджувального (рис. 2,б) та власних коливань (рис.2.в). При цьому різниця фаз збуджуючих та власних коливань за тотожності частот становить 180°.

Структура ППРТ представлена на рис.3,а.

а) б)

Рис. 3 Структура ППРТ

У разі застусування програмного пакету *MicroCap* її можна замінити еквівалентною електричною схемою, структура якої зображена на рис.3,б.

У структурній схемі (рис.3,б) пнрндбачений ГЗІ – генератор збуджувальних імпульсів зі змінною частотою, який еквівалентний МП (рис. 3,а), ЛЗ – лінія затримки, яка формує час затримки на проходження збуджувальних коливань від МП до ЧЕ. РКК – резонансний коливальний контур, який відповідає за формування сигналу (рис. 2,в). Σ – суматор збуджувальних та власних коливань.

Програмний пакет MicroCap є симулятором електричних схем і призначений для досліджень як аналогових так і цифрових схем [2]. В арсеналі MicroCap в наявності є велика кількість моделей електричних компонентів. Для прикладу, щоб реалізувати структуру (рис. 3,б), обираємо функціональний генератор та лінію затримки.

Функціональний генератор має перевагу у тому, що форма сигналу задається математичною формулою. Наприклад, для реалізації ГЗІ (рис.2,б та рис.3,б) необхідно сформувати прямокутний цуг синусоїдальних коливань з n-кількість періодів.

Позначимо частоту збуджуючих коливань символьною змінною Fzond.

Тоді для: .DEFINE Fzond 100k

.DEFINE A 10

і запису формули:

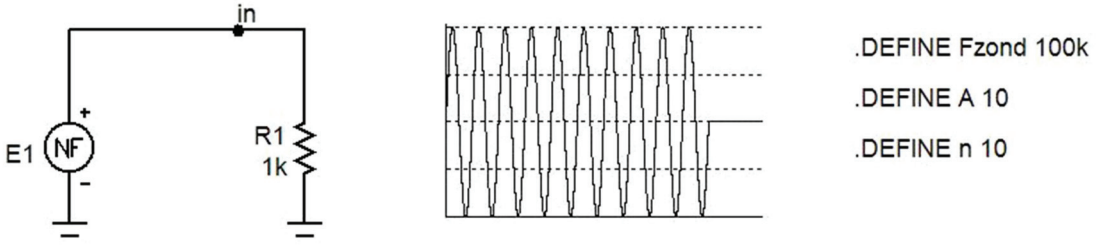
$$Asin(2\pi Fzondt), \quad (1)$$

отримуємо неперерваний sin-сигнал амплітудою A = 10 В.

Для формування цугу, наприклад, із n = 10 періодів, на неперервний сигнал накладається умова:

$$IF(t<=n/Fzond, Asin(2\pi Fzondt),0) \quad (2)$$

Таким чином отримуємо еквівалентну схему МП рис. 4,а, та збуджувальний сигнал рис. 4,б.



а) *б)*

Рис. 4. Модель ГЗІ

Три символьні змінні (Fzond, A, n) дозволяють оперативно змінювати характеристики прямокутного цугу збуджувальних коливань.

Лінія затримки характеризується тільки одним параметром – час затримки. Час затримки проходження збуджуючих коливань від МП до ЧЕ через АЛЗ:

$$\tau = \frac{L}{v} \tag{3}$$

де L – довжина АЛЗ, ν – швидкість поширення звуку у АЛЗ.

Швидкість поширення звуку в матеріалах з яких виготовляють АЛЗ знаходиться в межах 4500 м/с до 6000 м/с. Нехай ν = 5000 м/с і тоді для довжини АЛЗ L = 1 м маємо τ = 200 μS.

Резонансний коливний контур (РКК) зібраний на двох функціональних генераторах, які реалізують форму сигналу (рис. 3,в). Перший описує форму за наявності збуджувального цугу, а другий після його закінчення.

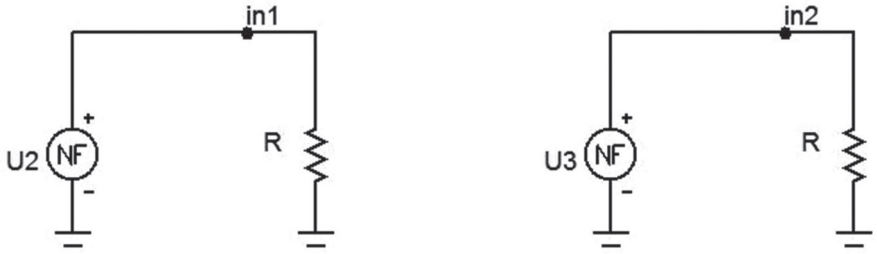


Рис. 5 Модель РКК

Для U2:

$$U(in1) = IF(\tau <= t \&\& t <= \frac{10}{Fzond}, -kA\left(1 - e^{\frac{-(t-\tau)Frez}{Q}}\right)) \tag{4}$$

Для U3:

$$U(in2) = IF(\frac{10}{Fzond} + \tau > t, 0, \left(de^{\frac{10-(t-\tau)Frez}{Q}}\right)U(in1)) \tag{5}$$

де k і d – коефіцієнти, які враховують згасання амплітуди сигналу, Frez – власна резонансна частота ЧЕ, Q – добротність коливного контору.

Добротність коливного контуру для даного типу ЧЕ визначається як [1].

$$Q = \frac{\pi}{2\varepsilon^2} \tag{6}$$

де ε – це співвідношення поперечних перерізів ЧЕ та АЛЗ.

Таким чином змінюючи ε, Q, Frez та Fzond можемо імітувати формування луна-сигналу на виході ППРТ.

Висновок: дана модель ППРТ дозволяє проводити теоретичні дослідження під час розроблення та оптимізації реальних ППРТ.

1. Застусування ультразвукових сенсорів / Я.Т. Луцик, Л.К. Буняк, Б.І. Стадник. – Львів: СП «БаК», 1998.

2. М.А. Амелина, С.А.А мелин Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.

УДК 006.015.5; 625.163:630;26:629.3.015.6

Руда М.В., к.т.н., Бойко Т.Г., д.т.н., проф., Паславський М.М.,

ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ СКЛАДНИХ ЛАНДШАФТНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ЇХ ПРЕДСТАВЛЕННЯ КОМПАРТМЕНТАЛЬНИМИ МОДЕЛЯМИ

Ключові слова: складний ландшафтний комплекс, норма, нормативне забезпечення, екологічне нормування, системний аналіз, компартментальний аналіз

В складному ландшафтному комплексі (СЛК) особливе функціональне значення має специфіка речовинно-енергетичних потоків з антропогенних до природних систем і здатність останніх долати ці антропогенні забруднення [1, 2]. А це породжує проблему регулювання стану самого СЛК, базовим механізмом якого є екологічне нормування – комплекс заходів зі стандартизації, що мають на меті встановити такі обов'язкові норми, правила та вимоги щодо стану, використання і гарантування екологічної безпеки СЛК, які б не перевищували можливості його саморегуляції і відновлення. Під нормативним забезпеченням СЛК будемо розуміти розроблення і впровадження науково обґрунтованих критеріїв гранично допустимого шкідливого впливу на СЛК, а також встановлення норм і правил природокористування на основі встановлених критеріїв, комплексного вивчення й аналізу екологічних можливостей СЛК [3]. Результатом такої діяльності є встановлення кількісних показників, які дають змогу підтримувати антропогенний вплив на СЛК в допустимих межах, за яких механізми його саморегуляції в поєднанні з природоохоронними заходами можуть забезпечити процес відновлення і не призведе до деградації СЛК.

На жаль, до сьогодні відсутні нормовані значення показників властивостей СЛК, а також відсутня номенклатура показників якості і науково обґрунтовані підходи до їх визначення, тощо, що обумовлює актуальність цієї роботи.

Отже, **метою дослідження** є системне представлення процедури формування основних груп показників властивостей СЛК, на основі його представлення компартментальною моделлю.

Центральним поняттям компартментальної моделі є компартмент, який піддається екологічному навантаженню з боку абіотичної природи та антропогенних чинників і характеризується параметрами надійності, захисної ефективності та стійкості.

Визначено найбільш істотні спрощення і припущення концепції, зокрема:

– компартмент СЛК як у фоновому, так і в трансформованому стані перебуває в стаціонарних режимах функціонування;

– нормативи розробляють для певної структури компартменту і конкретних викидів з боку абіотичної природи та антропогенних чинників;

– дослідження фонового стану можуть бути коректно здійснені лише в компартменті, яруси і підсистеми якого є в фоновій зоні толерантності, а діагностичні ознаки мінімально відхилені від середніх значень.

У розглянутій концепції визначено наступні слабкі місця, зокрема:

– розбиття компартментів у СЛК та групування їх параметрів здійснюють експертним шляхом;

– у отриманому нормативі не враховуються можливі віддалені наслідки дії забруднення;

– нормативи не мають запасу міцності;

– нормативи базуються на матеріалах офіційної статистичної звітності, які можуть бути неповними.

Окрім того, слід мати на вузі що конкретні нормативи для СЛК можуть бути розроблені лише з врахуванням конкретних ситуацій, типів компартментів, викидів абіотичної природи і антропогенних чинників, а саме:

– для СЛК з їх розподілом на блоки, підсистеми, яруси компартменту і т.д.;
– певного типу компартменту (маркерами є фітоценози і ґрунтовий покрив);
– певного конкретного типу антропогенного впливу.

Хоча в загальному вигляді задача нормування [4, 5] зводиться до встановлення таких навантажень, які не викликають протягом певного тривалого періоду часу відхилень у нормальному функціонуванні компартменту, однак центральною методологічною проблемою екологічного нормування СЛК є питання про норму компартменту та критерії нормальності [6]. Згідно запропонованого підходу норма – це обмежена якісними переходами область станів підсистем компартменту, які задовольняють існуючі в чинних нормативних документах уявлення про високу якість СЛК. При цьому критерії якості повинні бути сформульовані явним чином (критерії стійкості), а суб'єктами їх створення повинні бути експерти-екологи. Експерти також враховують економічні, соціальні і естетичні потреби певного регіону.

В систему ціннісних критеріїв входять параметри, що забезпечують:

– безпосереднє виконання соціально-економічних функцій;
– надійність компартменту в цілому;
– необхідний внесок конкретного компартменту у функціонування СЛК – стійкість компартменту.

Оскільки елементарним функціональним елементом нормування є компартмент, який характеризується мінімальним об'ємом (є точкою простору), поточним складом і розташуванням, то характер просторового масштабу в даному випадку теж є локальним. Звідси випливає, що деякі підсистеми компартменту не входять в систему локального нормування, а саме:

– локальні підсистеми можуть виходити за межі конкретних компартментів, зокрема перекривати зону дії джерел викидів;
– екосистемні параметри можуть залишатися незмінними при трансформації підсистем компартменту і зміни видів.

За початок відліку приймають фоновий стан (навантаження від регіональних і глобальних викидів) досліджуваного СЛК, за припущення, що в компартментах зони дії джерел викидів чи інших антропогенних чинників суттєво не перекриваються.

Граничні навантаження знаходять шляхом виділення критичних точок залежності доза → ефект, побудованої для всіх основних і корелятивних змінних, що закономірно змінюються з градієнтом забруднення. Під критичною точкою розуміють початок найбільш стрімкої зміни параметра. Для побудови дозової залежності необхідно проведення пасивних експериментів – натурних досліджень реальних компартментів СЛК. Інтерпретація результатів базується на принципі просторово-часових аналогій: просторовий градієнт вважається відображенням сукцесійної зміни в компартменті.

Процедура нормування СЛК згідно компартментального підходу представлена на рис. 1.

Отже, всю множину параметрів, якими можна описати СЛК, поділяють на дві підмножини: основних і корелятивних (див. рис. 1). До першої належать параметри, що характеризують стійкість, забезпечують надійне функціонування компартмену та його внесок у функціонування СЛК загалом. До другої – корелятивної, параметри пов'язані з першою підмножиною через надійність та захисну ефективність, але безпосередньо не інтерпретовані в ціннісних шкалах.

Гранично допустиме екологічне навантаження (ГДЕН) – це мінімальне з граничних навантажень з набору параметрів. Набір основних параметрів визначає поточний або оперативний норматив, корелятивних – перспективний норматив. Дотримання ГДЕН

Рисунок 1 – Послідовність процедури екологічного нормування

інтерпретується як необхідна кратність зниження викидів даного джерела до такого рівня, при якому компартменти, їх підсистеми і яруси не будуть відрізнятися від фонових значень в усьому СЛК, біля цього джерела. При цьому досягнення нормативу може бути здійснено тоді, коли викиди знижені за всіма інгредієнтами. Іншеими словами, нормується сукупне навантаження від джерела емісії, а не окремі інгредієнти його викидів.

Найбільш інформативною формою первинних нормативів є необхідна кратність зниження викидів. Абсолютні значення параметрів ярусів та підсистем компартменту мало придатні для безпосереднього використання через труднощі їх вимірювання і контролю за значної природної варіабельності.

Також визначено необхідний набір критерії, за якими слід обирати компартмент для дослідження, серед яких найважливішими є:

– досліджувані площі СЛК повинні представляти собою генетично однотипні компартменти, що знаходяться в однакових елементах рельєфу;

– структура викидів та їх значення повинні мало змінюватися протягом часу дії джерела;

– кількість пробних площ має становити не менше 25-30;

– нормативи не можуть бути отримані біля будь-якого джерела викидів (але, природно, можуть бути застосовані до будь-якого).

Очевидно, що компартмент повинен бути адекватним аналогом СЛК.

Міра техногенного навантаження – значення показника для зіставлення зі значеннями параметрів біоти в досліджуваній точці; повинна бути:

– легко вимірювана в будь-якій точці простору;
– інтегральним показником впливу всіх токсичних агентів від певного джерела викидів;
– екологічно значимою (тобто стосуватися токсичних ефектів) та інші.

Такою мірою може бути будь-який агрегований індекс, який базується на вмісті полютантів, седиментів та радіонуклідів в депонуючи ярусах підсистем компартменту (наприклад середнє за вмістом перевищення фонового рівня).

Висновки. Теоретично обґрунтовано формування системи нормативних показників техногенного навантаження для СЛК. Воно передбачає: вибір полігону досліджень; формування експертами переліку основних і кореляційних показників; конструювання міри навантаження і його вимірювання у всіх визначених точках; визначення зміни значень компартментальних параметрів СЛК з градієнтом навантаження; побудова залежностей доза – ефект для всіх параметрів та визначення критичних точок залежностей; визначення граничнодопустимих концентрацій в критичних точках; отримання первинних нормативів; їх порівняння з вторинними, отриманими на основі аналізу технологічних циклів джерел викидів у вигляді абсолютних або відносних показників викидів.

1. Балюк С.А., Мирошниченко Н.Н., Фадеев А.И. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины. Почвоведение. – 2008. – №12. С. 1501-1509.

2. Безель В.С., Кряжимский Ф.С., Семириков Л.Ф., Смирнов Н.И. Экологическое нормирование антропогенной нагрузки. Общие подходы. Экология. – 1992.– № 6. – С. 3–10.

3. Концепція екологічного нормування /УНЦ охорони вод Мінекобезпеки України (наук. керівник О.Г. Власенко), Мінекобезпеки України (А.А. Галяпа, Т.А. Турова). К., 1997. – 21 с.

4. Бойко Т.Г., Микийчук М.М., Рябкова Т.В. Формалізація нормування вимог для потреб оцінювання якості та відповідності продукції. Стандартизація, сертифікація, якість: наук.-техн. зб. – 2014. – № 1 (86). – С. 49–55. – Бібліогр.: 20 назв.

5. Пузаченко Ю.Г. Методологические основания экологического нормирования. Экологическое нормирование: проблемы и методы. М., 1992. С.122-125.

6. Садыков О.Ф. Экологическое нормирование: проблемы и перспективы. Экология. 1989. N 3.С. 3-11.

УДК 006.91:681.121

Середюк О.Є., д.т.н., проф., Малісевич Н.М., аспірантка

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОЛУМ'Я ПРИ ЗГОРАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Ключові слова: Природний газ, температура, теплота згорання, витрата, полум'я, методична похибка.

З урахуванням сучасних тенденцій до обліку енергоносіїв поряд з вимірюванням об'ємної витрати спожитого природного газу необхідно визначати його теплоту згорання, що дозволяє здійснювати облік природного газу в одиницях енергії. Визначення калорійності природного газу, яке проводиться на основі хроматографічного аналізу хімічними лабораторіями газопостачальних компаній не рідше одного разу на тиждень не забезпечує оперативного контролю за якістю природного газу, в тому числі безпосередньо у споживачів. Це пов'язано з можливістю подачі газу від різних джерел (наприклад, при кільцевій системі газопостачання), а також часових змін якості газу впродовж інтервалу відбору проб для хроматографічного аналізу газу. Ці фактори не сприяють підвищенню точності обліку природного газу в одиницях енергії. Тому актуальним є розроблення портативних пристроїв для експрес-контролю теплоти згорання газу безпосередньо у споживачів.

Авторами запропоновано спосіб експрес-контролю теплоти згорання природного газу [1], який дозволяє визначати теплоту згорання газу за температурою полум'я при його згоранні. Вивчення довідкових документів, нормативних і літературних джерел показало на відсутність конкретних нормованих температурних факторів, які би характеризували температуру полум'я при згоранні окремих компонентів природного газу, які в цілому формують енергопродуктивність спалюваного природного газу, який є сумішшю цих компонентів з непостійним об'ємним співвідношенням. Також виявлено, що температура спалювання газу залежить від умов спалювання, тобто від кількості повітря, яке приймає участь у горінні, а також від конструктивного виконання пальника. Так за даними стандарту [2] температура полум'я метану становить 2045 °С, а пропану 2110 °С. При використанні полум'я спалюваного газу у обладнанні для зварювання розвивається температура при згоранні природного газу (2100-2200) °С і відповідно окремих його компонентів: метану (2043-2200) °С, пропану (2110-2500) °С, бутану (2118-2500) °С [3].

Таким чином при контролі якості природного газу за реальних умов під час вимірювання температури полум'я може виникати методична похибка, яка пов'язана з конструктивними особливостями використовуваного пальника, місцем розташування давача температури у полум'ї, зовнішніх умов під час проведення досліджень. Тому необхідним є проведення дослідження величини методичної похибки за умов функціонування пристрою для експрес-контролю.

Метою роботи є дослідження методичної похибки вимірювання температури полум'я при згоранні природного газу.

Алгоритм реалізації вимірювального контролю при визначенні теплоти згорання природного газу записується формулою:

$$H_C = (A \cdot T - B \cdot K_1 \cdot \varphi)/(q_C \cdot \tau), \quad (1)$$

де H_c – нижча теплота згорання природного газу, A – конструктивний коефіцієнт виконання пальника, T – вимірювана температура полум'я пальника, B – питома теплота пароутворення води (вологи повітря навколишнього середовища), K_1 – конструктивний коефіцієнт

співвідношення природний газ–повітря, φ – абсолютна вологість повітря навколишнього середовища, q_c – об'ємна витрата газу за стандартних умов через торцевий звужувальний пристрій (первинний перетворювач витрати природного газу), τ – тривалість пропуску об'єму газу через пальник.

Як видно з алгоритму (1) для реалізації способу [1] потрібно безпосередньо вимірювати температуру полум'я газу. При цьому алгоритм (1) містить коефіцієнт A, який визначається експериментальним шляхом при калібруванні пристрою для врахування конструкції пальника.

Експериментальні дослідження здійснювалися на базі лабораторного стенду для визначення теплоти згорання природного газу, який забезпечує можливість спалювання суміші газ-повітря з різними їх об'ємними співвідношеннями. Стенд містить пальник у вигляді атмосферної горілки з циліндричним розсікачем полум'я діаметром 80 мм і з кришкою розсікача. Особливістю пальника є можливість додаткової подачі повітря із використанням повітродувки у внутрішню порожнину пальника на виході торцевого сопла. При цьому у випадку відсутності додаткової подачі повітря згорання газу відбувається за участю повітря навколишнього середовища, тобто змішування відбувається на виході розсікача. Витрата природного газу при його згоранні вимірювалася ротаметром РС-3А і обчислювалася за допомогою побутового лічильника газу моделі Premagas, ВК типорозміру G1,6 і хронометра. Витрата додаткового повітря задавалася дросельним вентилем та обчислювалася за допомогою побутового лічильника газу моделі Premagas, ВК типорозміру G1,6 і хронометра.

Для вимірювання температури полум'я використовувалися три види високотемпературних давачів: термопара типу К (хромель-алюмель) у захисному керамічному корпусі (T_1), термопара типу нікель-копель – спеціальний алюмель у захисному металевому корпусі (T_2) та мініатюрний температурний зонд типу К (хромель-алюмель) загального призначення з відкритим контактом моделі ТР-10 (T_3) для роботи з цифровим мультиметром моделі UNI-T M890G [4].

Дані про витрату газу та повітря під час досліджень отримані за робочих умов функціонування лабораторного стенду, тому витрати газу і повітря зводилися до стандартних умов за формулами:

$$q_{ГС} = q_Г \cdot \frac{p_Г}{p_C} \cdot \frac{T_C}{T_Г} \cdot \frac{1}{K_Г} \tag{2}$$

$$q_{ПДС} = q_{ПД} \cdot \frac{p_{ПД}}{p_C} \cdot \frac{T_C}{T_{ПД}} \cdot \frac{1}{K_{ПД}} \tag{3}$$

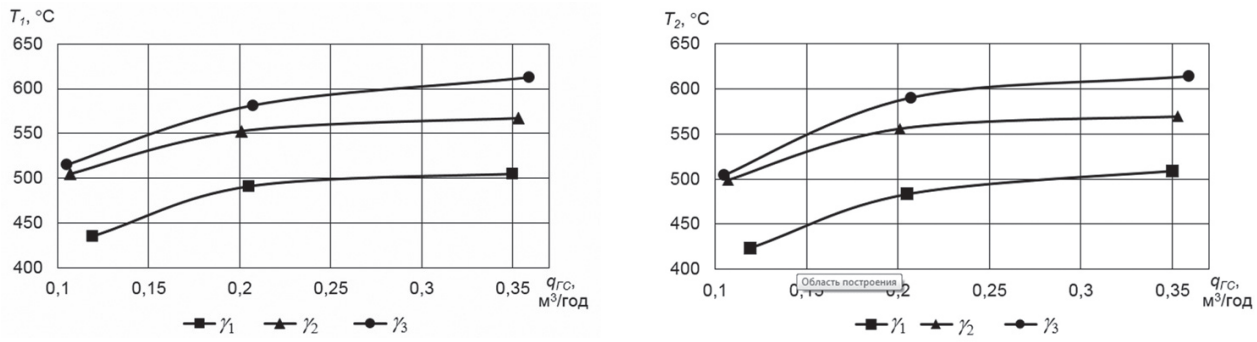
де $q_{ГС}$ і $q_{ПДС}$ – витрати газу і додаткового повітря за стандартних умов відповідно, $q_Г$ і $q_{ПД}$ – витрати газу і додаткового повітря за робочих умов відповідно, $p_Г$ і $T_Г$ – абсолютний тиск і абсолютна температура газу перед соплом пальника відповідно, $p_{ПД}$ і $T_{ПД}$ – абсолютний тиск і абсолютна температура додаткового повітря у змішувачі пальника (на виході сопла) відповідно, p_C і T_C – значення стандартного тиску і стандартної температури відповідно, $K_Г$ і $K_{ПД}$ – коефіцієнти стисливості газу і повітря відповідно.

Коефіцієнт співвідношення витрат додаткового повітря і газу γ визначався за формулою:

$$\gamma = q_{ПДС} / q_{ГС} \tag{4}$$

Результати вимірювання температури Т1 і Т2 двома термоперетворювачами за різних значень витрат додаткового повітря наведені на рис. 1.

Графіки ілюструють зростання температури полум'я спалюваного газу із зростанням як витрати газу так і витрати додаткового повітря. Однак залежності є нелінійні і більший вплив на зміну температури полум'я виявлено за малих витрат газу, тобто менших від 0,2 м^3/год. Навіть при відсутності додаткового повітря ця закономірність є близькою до умов із наявністю додаткового повітря, оскільки в процесі згорання приймає участь кисень з навколишнього



а) *б)*

а – термоперетворювач типу К (хромель-алюмель);
б – термоперетворювач типу нікель-копель – спеціальний алюмель

Рис 1. Зміна температури згорання природного газу в залежності від його витрати і ступеня подачі додаткового повітря:

повітря. Більша стабілізація наведених залежностей за витрат понад 0,2 м^3/год свідчить про зменшення впливу витрати газу на температуру полум'я, що вказує напрямки на необхідність вибору економної та раціональної витрати у пальнику при контролі калорійності природного газу. Також було встановлено появу оранжевих язиків в полум'ї при зменшенні витрати використовуваного додаткового повітря. При цьому зростання інтенсивності забарвлення полум'я в оранжевий колір при однаковій витраті газу свідчить про нижчу температуру згорання газу, що характеризує зниження ефективності використання газового обладнання, тобто зниження його теплогенерації.

З графіків також видно різницю у значеннях виміряних температур, яка може, на наш погляд, визначатися не тільки метрологічними характеристиками термопарних перетворювачів але і умовами вимірювання температури, тобто самим процесом теплообміну між полум'ям спалюваного газу і корпусом термопар. Для кількісного визначення цієї різниці може слугувати похибка , яка є методичною і може бути обчисленою за формулою:

$$\delta_M = \left[(T_1 - T_2)/T_2\right] \cdot 100,\% \qquad (5)$$

Графічна зміна похибки δ_M подана на рис. 2, а розміщення термоперетворювачів ілюструється на рис. 3.

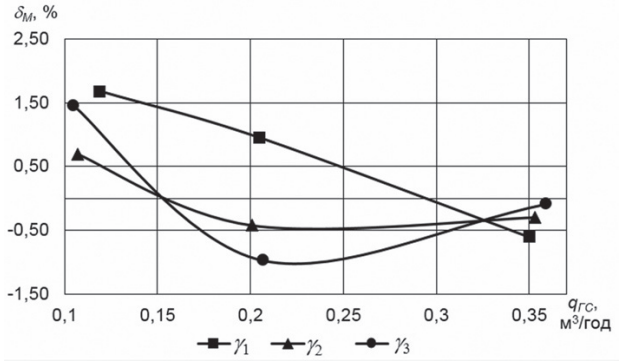


Рис. 2. Зміна методичної похибки від витрати газу і умов спалювання при вимірюванні температури полум'я різними термопарами

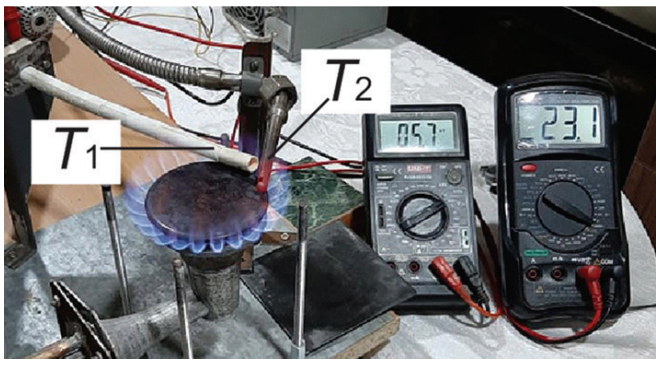


Рис. 3. Розміщення термопар T_1 і T_2 при вимірюванні температури полум'я

Так як виміряна температура полум'я газу суттєво відрізняється від температури спалювання, яка подається в [2, 3], було проведено вимірювання температури полум'я, використовуючи давач температури (термопара хромель-алюмель) без захисного кожуху. Температура полум'я

вимірювалася в двох точках: внизу біля виходу з пальника T_H та в верху в місці закінчення полум'я – T_B (рис. 4), що методично ілюструється на рис. 5.

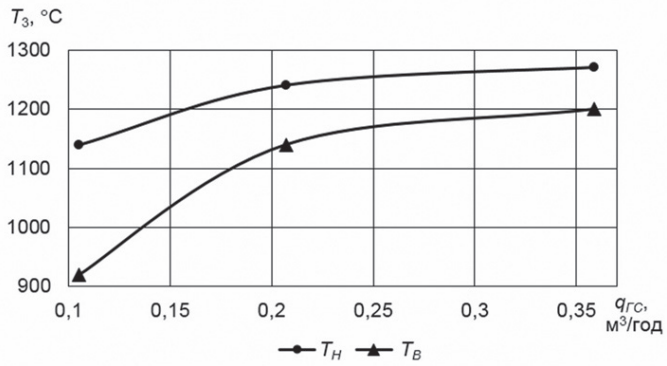


Рис. 4. Зміна температури в нижній T_H і верхній T_B частинах полум'я

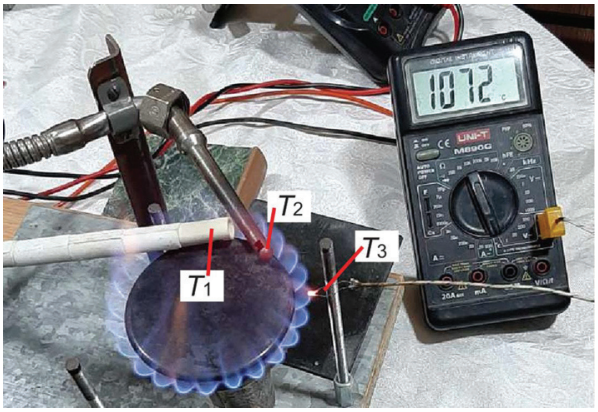


Рис. 5. Ілюстрація вимірювання температури полум'я мініатюрним температурним зондом типу К (хромель-алюмель) з відкритим контактом

Вимірювання температури полум'я мініатюрним безкорпусним зондом дає суттєво вище значення температури полум'я, яке характеризується суттєвим розкидом (100-200) °С при різних витратах газу внизу і вверху полум'я, що практично унеможливлює вимірювати температуру полум'я. Також наведені на рис. 4 результати є усередненими, оскільки в кожній точці розкид вимірювання знаходився в діапазоні близько ±(40-50) °С. Отримані значення температури спалювання також відрізняються від даних поданих в [2, 3], так як проведені нами експерименти стосувалися згорання газу в середовищі повітря, а не в середовищі кисню. Також для підвищення температури спалювання газу необхідні спеціальні конструкції високотемпературних пальників, що може бути предметом подальших наукових досліджень. Тому доцільним є використання досліджених нами термопар, тому що методична похибка вимірювання ними практично не перевищує 1,5 %.

Висновки: здійснені експериментальні дослідження вимірювання температури полум'я при згоранні природного газу різними перетворювачами обґрунтовують можливість практичного застосування такого методу вимірювання температури, оскільки характеризуються методичною похибкою не більше 1,5 % і при цьому забезпечується можливість реалізації алгоритму (1) при калібруванні пристрою експрес-контролю теплоти згорання природного газу.

1. Спосіб експрес-визначення теплоти згорання природного газу / Середюк О.Є., Лютенко Т.В, Малісевич Н.М. : пат. 112737 С2 Україна, МПК (2006.01) G01N25/20. № a201512215; заявл. 09.12.2015; опубл. 10.10.2016; Бюл. № 19. 7 с.

2. ГОСТ Р 56021-2014. Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия. Изд. офиц. Москва : Стандартинформ, 2014. 16 с.

3. Свойства и характеристики горючих газов. Svarpost : веб-сайт. URL: http://www.svarpost.ru/stati/54-svojstva-i-kharakteristiki-goryuchikh-gazov.html (дата звернення: 15.02.2020)

4. Термопара Ezodo TP-10. Маркет вимірювальних приладів «SIMVOLT» : веб-сайт. URL: https://simvolt.ua/termopara-ezodo-tp-10.html (дата звернення: 15.02.2020)

УДК 624.19.

Телішевський А.Ю., аспірант, Зіганшин Н.С., аспірант,
Микийчук М., д.т.н., проф., Байцар Р.І., д.т.н., проф.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ ТА ЇХ НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Ключові слова: БПЛА, нормативне забезпечення, моніторинг, будівництво.

З кожним днем дрони все стрімкіше вриваються в різні сфери економіки і стають невід'ємною частиною щоденних робочих процесів. Тепер це не тільки військові розвідники, а й «бойова одиниця» будівництва, виробництва, сільського господарства, охорони тощо.

У будівельній галузі потенціал цієї технології реалізується швидше, і фахівці вже сьогодні використовують пропоновані дронами переваги - ті, що спочатку здавалися далекою перспективою.

Успіх дронів в будівельному секторі пояснюється їх своєчасним продуманим впровадженням численними великими компаніями.

Недавнє дослідження організації ProDroneWorx показало, що третина опитаних будівельних фірм, архітекторів та інженерів вже застосовують технології БПЛА (безпілотні літальні апарати), а решта планують впровадити цю технологію в найближчому майбутньому. Але у тих, хто не використовував дрони, звичайно, є багато питань, і головне з них - питання ефективності. У 2015 р. проектна група Crossrail project в Лондоні розробила програму для дослідження та впровадження новаторських ідей, включаючи використання дронів в будівництві і вивчення того, як технологія може принести галузі користь. Дослідники виявили, що БПЛА змогли провести ретельне обстеження особливо небезпечних районів, високошвидкісні зйомки великих ділянок, перевірку аспектів безпеки життєдіяльності та охорони праці, оцінку висотних конструкцій, зафіксувати планування району забудови і панорамну зйомку. Варіанти використання, переваги, ефективність і доступність лише зросли за останні роки з моменту початку впровадження, а доступність застосування перейшла від великих проектів, що фінансуються державою, до малого і середнього бізнесу будівельної галузі та до незалежних будівельних організацій.

Переваги інвестування в професійні БПЛА в будівельній галузі зрозумілі як великим будівельним організаціям, так і малому та середньому бізнесу. Наприклад, Parrot Bebop-Pro Thermal може ідентифікувати теплові невідповідності будівлі, щоб можна було зрозуміти, де і чому вона втрачає тепло. БПЛА має можливість прямого транслювання, зйомок фото і відео будівель, дахів, сонячних панелей або конкретних ділянок у режимі візуального або «теплого» зображення, щоб швидко і безпечно надавати точну інформацію і дані про теплові втрати або теплові активності. Безпілотники корисні не тільки для будівельної галузі, але також вони можуть допомогти пожежникам під час пожежі або після неї при обстеженні пошкоджень будівель і конструкцій.

Спектр послуг, які надаються операторами дронів в будівельній галузі, включає:

- пошук місць для будівництва;
- вивчення місцевості, аналіз інфраструктури і передпроектні роботи;
- моніторинг ходу виконання будівельних робіт;
- інспектування недобудов в після зимовий період;
- спостереження за виконанням норм при проведенні небезпечних робіт;
- інспектування баштових кранів;
- інспектування будівель і висотних об'єктів;

– охорона об’єктів та активів;
– фото-відеозйомка процесу будівництва;
– реклама нерухомості за допомогою 3D-турів.

Окрім того безпілотні літальні апарати забезпечують зручний доступ до великих або важкодоступних об’єктів, а також до комплексних або високих споруд. Вони здатні надавати дані аерофотозйомки, картографічну інформацію і знімки, які використовуються для:

– межування земельних ділянок;
– інспектування будівель;
– надання візуальних матеріалів для клієнтів і співробітників;
– моніторингу ходу робіт на будівельному майданчику;
– контролю безпеки;
– картографування.

БПЛА в будівництві дозволяють заощадити час і зменшити витрати в порівнянні з традиційною наземною або повітряною технікою. Наприклад, дрони компанії DJI дозволяють об’єднати відеозйомку і дані тепловізора, що значно полегшує ідентифікацію об’єктів.

За рахунок зменшення габаритів (в порівнянні з традиційними літаками) і простоти управління дрони можуть максимально наблизитись до важкодоступних місць інженерних конструкцій і будівель. Як результат, аерофотознімки будівельних проектів, які розглядалися як надто дрібні при використанні пілотованих літаків, тепер стають доступними.

На основі даних отриманих з БПЛА можна робити щоденні, щотижневі або щомісячні фото- або відеозвіти про виконання робіт. Відеоінформація з таких звітів придатна для відстеження змін: вони допомагають оперативно визначати проблеми, наприклад, такі як неправильна послідовність дій, що спричиняє затримки в проведенні робіт, і правильно планувати будівельний процес.

За допомогою карт загального доступу, порівняння 2D- і 3D-моделей, перевірки безпеки будівельних ділянок, вимірювання запасів будматеріалів – спрощується комунікація між керівниками проектів, інженерами, виконробами і будівельниками. Роботи стають ефективнішими та безпечнішими.

Підвищується привабливість і для інвесторів або ж потенційних орендарів. Аерофотознімки дозволяють отримувати інформацію про хід виконання робіт, не відвідуючи самого об’єкта будівництва.

Власникам бізнесу важливо усвідомити, що є фінансово доступні рішення, які дійсно можуть принести їм користь.

БПЛА відкрили нові можливості для технологій, які стають дедалі доступнішими, допомагаючи будівельному бізнесу будь-якого масштабу мінімізувати витрати і пропонуючи абсолютно нові й ефективні способи роботи з проектами. На рис. наведені основні переваги сучасних БПЛА у будівельній галузі.

Переваги від застосування нових модифікацій БПЛА будуть значно перевищувати можливі труднощі на шляху їх впровадження. Подальші дослідження в напрямку підвищення якості за рахунок нормативного забезпечення проектування, виготовлення та експлуатації спеціальних БПЛА є актуальними і повинні набути розвитку.

На даний час застосування БПЛА регламентується (якісь н.д. щодо застосування у буд., якщо немає то написати, що існують н.д. в інших галузях, а в будівництві відчутні- потрібно напрацьовувати.

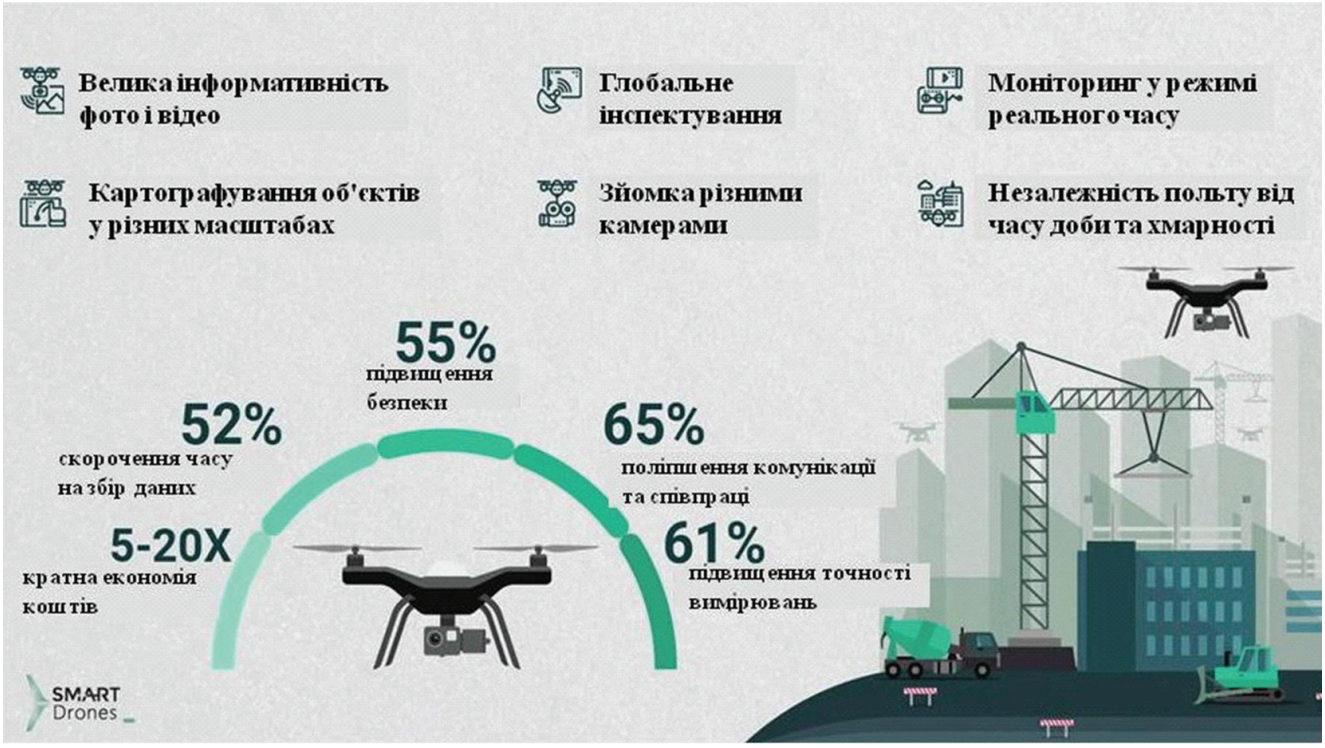


Рис. Переваги БПЛА у будівельній галузі

1. Фетисов, В. С. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова, В. В. Адамовский и Р. А. Красноперов; под ред. В. С. Фетисова. – Уфа, 2014. – 346 с.

2. Гребеников, А. Г. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие / А. Г. Гребеников, А. К. Мялица, В. В. Парфенюк. – Харьков: Изд-во Харьковского ин-та, 2008. – 377 с.

3. Адамов, А. П. Анализ эксплуатации мультикоптеров с позиции надежности и безопасности / А. П. Адамов, А. А. Адамова, Н. В. Герасимов // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 86-93.

4. Япония и США работают над созданием диспетчерской службы для дронов [Електронний ресурс]. – URL:https://hi-news.ru/technology/yaponiya-i-ssha-rabotayut-nad-sozdaniem-dispetcherskoj-sluzhby-dlya-dronov.html.

5. DATALINK3 [Електронний ресурс]. – URL:https://www.dji.com/datalink-3.

6. Drone Employee [Електронний ресурс]. – URL:https://drone-employee.com/#/.

7. uavia.eu [Електронний ресурс]. – URL:https://www.uavia.eu/

УДК 658.5

Тріщ Р.М., д.т.н., Челишева С.В., к.т.н.

ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО ЗАЛЕЖНИХ СТАТИСТИК ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОЯКІСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ключові слова: показник якості; шкали оцінювання; нормальний закон; функція щільності; безрозмірна шкала; оцінка показника якості; інтервал оцінювання.

Згідно стандарту [1], ризик - це вплив невизначеності на цілі. Для виробника продукції, як результату виробничої чи господарської діяльності, ризиком будемо вважати виготовлення її неналежної якості. Виробничі процеси і готова продукція характеризуються великою кількістю показників якості, які є чинниками ризику. Для оцінювання ризику виготовлення низькоякісної продукції виробником пропонується визначення імовірності попадання її показника якості в заданий інтервал оцінювання, який кожен виробник задає самостійно, в залежності від вимог споживача.

Так як різні показники якості мають різні шкали та діапазон оцінювання, то необхідно їх привести до єдиної шкали та діапазону, наприклад від нуля до одиниці. Тобто необхідно отримати оцінки показників якості на безрозмірній шкалі. Так як оцінки показників якості, як правило, не лінійно залежні з показниками якості, то для їх отримання використовують нелінійні функції. Отже оцінки показників якості, як випадкові величини будуть функціонально залежні з показниками якості, а так як залежності нелінійні, то їх закономірності розподілу не будуть співпадати.

Розглянемо приклад. Нехай випадкова величина X розсіювання показника якості будь-якого виробу підпорядкована нормальному закону розподілу і пов'язана з випадковою величиною Y залежністю Y [2; 3]:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x_i \le x_{i\,min} \\ \left[\dfrac{x_i - x_{i\,min}}{x_{i\,max} - x_{i\,min}}\right]^k & x_{i\,min} < x_i > x_{i\,max} \\ 1 & x_i \ge x_{i\,max} \end{cases}, \qquad (1)$$

де x_i – виміряне значення показника якості; $x_{i\,min}$ – мінімально-допустиме значення показника якості; $x_{i\,max}$ – максимально-допустиме значення показника якості; k – показник ступеня (параметр форми).

У графічному вигляді систему залежностей при різних значеннях параметру форми представлено на рисунку 1.

Знайдемо щільність ймовірностей випадкової величини Y при умові, що випадкова величина X розсіювання показника якості виробу підпорядкована нормальному закону розподілу з функцією щільності:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}$$

Після ряду алгебраїчних перетворень отримаємо функцію щільності ймовірності $q(y)$ випадкової величини Y:

$$q(y) = \left|\frac{x_{max} - x_{min}}{k y^{1-\frac{1}{k}}}\right| \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} e^{\frac{\left[y^{\frac{1}{k}}(x_{max} - x_{\min}) + x_{min} - m_x\right]^2}{2\sigma_x^2}}, \qquad (2)$$

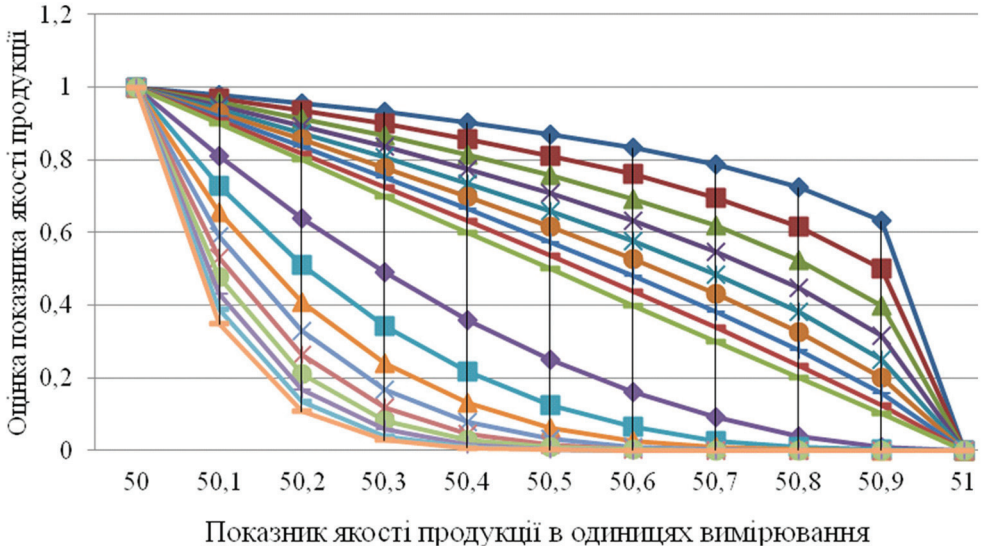


Рис. 1. Система залежностей (1) при різних параметрах k.

де m_x – математичне сподівання значень показника якості; σ_x – середнє квадратичне відхилення значень показника якості.

Графік функції щільності (2) ймовірності випадкової величини Y при k=1; 2; 3 представлено на рисунку 2.

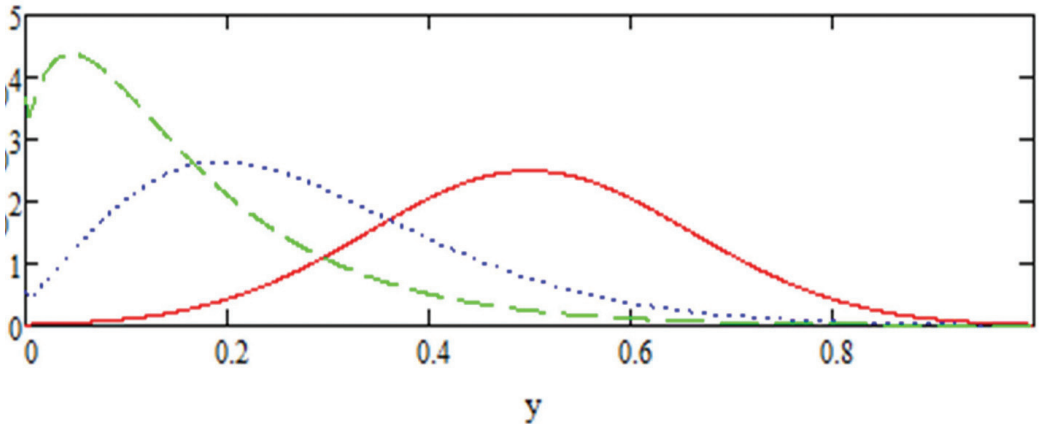


Рис.2 – Графік функції щільності ймовірності випадкової величини Y при k=1; 2; 3.

Якщо відома функція щільності ймовірностей для випадкової величини Y, то можна вирішити ряд практичних завдань, зокрема знайти ймовірність того, що значення випадкової величини Y потрапляє в певний інтервал (c - d):

$$P(c < y < d) = \int_c^d q(y)dy = F(d) - F(c),$$

де *q(y)* – функція щільності розподілу випадкової величини Y.

Отже, знаючи закон розподілу одиничних показників якості виробів і знаючи залежність їх оцінок на безрозмірній шкалі, можна вирішувати практичні завдання з визначення ймовірності попадання оцінок показників якості в заданий інтервал оцінювання, тобто визначення ризик небажаної якості.

1. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.

2. Derringer G., Suich R. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. Journal of Quality technology. 1980. Vol. 12, No 4. P. 83-89.

3. Катрич О. О., Тріщ А. Р., Денисенко А. М., Діденко Н. В. Кваліметричний інструмент оцінювання якості процесів різної природи. Машинобудування. Збірник наукових праць. Харків, 2015. № 16. С. 115-121.

УДК 621.317

Туз Ю.М., д.т.н., проф., Шумков Ю.С., к.т.н., доц., Козир О.В.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИМИ СПЛАЙНАМИ

Ключові слова: електричне коло, випробувальний сигнал, експоненціальний сплайн, дискретний синтез

Вступ. Застосування випробувальних сигналів (ВС) спеціальної форми, які описуються сумами експонент, дозволяє під час перехідного процесу реалізовувати вибіркове визначення або контролювати за допомогою відносно простих технічних засобів параметри лінійних електричних кіл [1]. При цьому забезпечується мінімальний час контролю. Таки ВС відтворюють інверсну модель функції імітансу кола (деякий багатоелементний *R,L,C*-двополюсник), що досліджується.

Під час дискретного синтезу ВС для одержання гладких залежностей, наприклад, з кусково-ступінчастого сигналу, що формується ЦАП, застосовується аналогова фільтрація. Якщо умови теореми Котельникова не виконуються (обмежена кількість ділянок апроксимації), то відбувається накладання зсунутих спектрів неперервного сигналу із-за дискретизації. При цьому точне відтворення неперервного ВС, заданого своїми дискретними відліками, шляхом фільтрування високочастотних складових із-за дискретизації не можливо. При обмеженій кількості ділянок апроксимації фільтрація кусково-ступінчастого сигналу призводить до деяких кусково-експоненціальних функцій. Задача дискретного синтезу ВС стає апроксимаційною та може бути розв'язана у класі експоненціальних сплайнових моделей [2].

Широко відомі кубічні степеневі сплайни – гладкі включно до другої похідної, на кожної ділянці мають відносно прості аналітичні вирази та зручні для обчислень. Розв'язок задачі апроксимації передбачає розв'язання систем лінійних рівнянь з стрічковими матрицями. Тобто перевагою сплайнів є зручний математичний апарат [3]. Однак степеневі поліноміальні сплайни не придатні для опису імпульсних випробувальних сигналів спеціальної форми, що є широкосмуговими. У часовій області таким сигналам відповідають функції з великими градієнтами або з точками зламу. На локальних ділянках степеневі сплайни дають небажані осциляції інтерполюючої кривої.

Проблема забезпечення одночасно можливості генерації, заданої точності і вимог якісного характеру – отримання гладких функцій, що «вписуються» на локальних ділянках в залежності, які відтворюються, тобто відсутність осциляцій, може бути вирішена шляхом побудови сплайнів на основі моделей, адекватних реальним сигналам, що генеруються або досліджуються. При цьому для синтезу ВС, які відносяться до класу експоненціальних сигналів та описуються теж самими функціями, що й апроксимуючи функції, експоненціальні сплайни є оптимальними [4].

Основна частина. Розглянемо математичну модель формуючого кола у вигляді розімкнутої структури (рис. 1). Модель включає зведену неперервну частину (НЧ) з передатною функцію (ПФ) $W_{\text{G}}(q) = A(\boldsymbol{a}_{\text{т}}, h) \cdot W_{\text{пр}}(q)$ і зведену дискретну частину (ДЧ) з ПФ $H(e^{-q})$, де $q = ph$ – комплексна змінна у відносному масштабі, $q = \bar{\sigma} + j\bar{\omega}$, $\bar{\omega} = \omega h$ – відносна частота; h – рівномірний інтервал дискретизації; $A(\boldsymbol{a}_{\text{т}}, h)$ – нормуючий множник; $\perp$ – ідеальний імпульсний елемент, який працює з тактом h, що відображає процес дискретизації або вже існуюче дискретне уявлення вхідного сигналу $X^*(\bar{t}) = x[n]$, де $\bar{t} = n$; $n = 0, 1, 2, \ldots$ [5].

Вид ПФ зведеної НЧ визначає вид апроксимуючих кускових функцій та забезпечує неперервність сплайнів та їх похідних у вузлах. Так для виключення розривів неперервності першого роду у вузлах кускової сплайн-функції потрібно, щоби степінь полінома у знаменнику ПФ зведеної НЧ була $m \geq 2+l$, де l – степінь полінома у чисельнику. Для забезпечення неперервності першої похідної у вузлах потрібно, щоби $m \geq 3+l$ для поліномів і так далі. Вибір виду ПФ $H(e^{-q})$ дискретної частини (цифровий фільтр, наприклад, на базі сигнального процесора) забезпечує кінцеву тривалість (фінітность) реакції імпульсної системи на кожний вхідний дискретний відлік $x[n]$, тобто базисних функцій $G_{\mathrm{m}}(\bar{t})$ (фінітний експоненціальний В-сплайн).

Модель ЦАП з регістрами пам'яті (рис. 1,б) може бути представлена немінімально-фазовою ланкою з ПФ $(1-e^{-q})/q$, яка має дискретну і неперервну складові. Множник $(1-e^{-q})$ може бути включений до ПФ зведеної ДЧ $H(e^{-q}) = (1-e^{-q})H'(e^{-q})$, де $H'(e^{-q}) = H_{\text{цф}}(z^{-1})$ – передатна функція цифрового фільтру, $e^{-q} = z^{-1}$. Множник $1/q$ – може бути включений до ПФ зведеної НЧ.

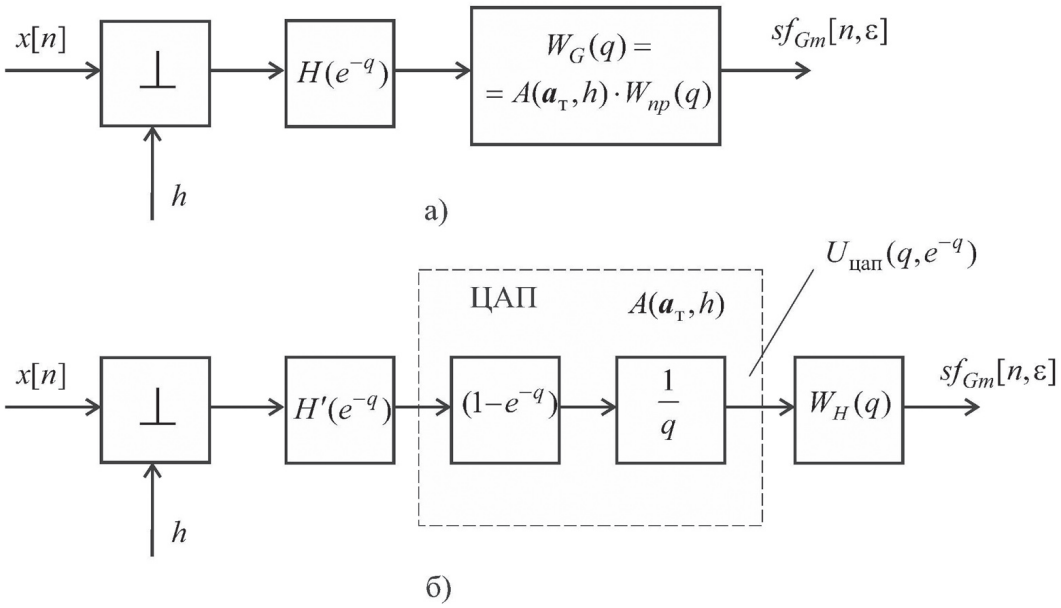


Рис. 1. Математична модель формування сигналів G-сплайнами:
а) – узагальнена модель; б) – модель, що враховує ЦАП з регістрами пам'яті

Експоненціальна сплайн-функція порядку *m* дорівнює:

$$sf_{\mathrm{Gm}}(\bar{t}) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} f[n+1-i] \cdot G_m(i+\varepsilon).$$

Зсув на один відлік в бік випередження в значеннях вхідного дискретного сигналу по відношенню до $f[n]$, тобто $x[n] = f[n+1]$, служить для компенсації часової затримки під час відтворення неперервної функції $f(\bar{t})$ за її дискретними відліками.

Розглянемо приклад формування експоненціального сплайна третього порядку. Нехай модель ПФ зведеної неперервної частини із урахуванням множника $1/p$ ЦАП та нормуючого множника: $W_{\mathrm{G3,1}}(\alpha_{\text{т}}, h, p) = A(\alpha_{\text{т}}, h) \cdot W_{\text{пр.}}(p) = A(\alpha_{\text{т}}, h) \cdot \dfrac{1}{p^2 \cdot (p+\alpha_{\text{т}})}$.

$$A\left(\alpha_{\text{т}}, h\right) = \alpha_{\text{т}}^2 \cdot \left[-1 + \alpha_{\text{т}} h + e^{-\alpha_{\text{т}} h}\right]^{-1}.$$

Нижче наведені фінітний базисний сплайн та експоненціальна сплайн-функція, одержані за моделлю ПФ зведеної неперервної частини:

$$G_{3,1}(\bar{t}) = \begin{cases} \dfrac{1}{-1+\alpha+e^{-\alpha}}\left[-1+\alpha\varepsilon+e^{-\alpha\varepsilon}\right], \quad \bar{t} \in [0,1]; \\ \dfrac{1}{-1+\alpha+e^{-\alpha}}\left[1+\alpha+e^{-\alpha}-(1+e^{-\alpha})\alpha\varepsilon-2e^{-\alpha\varepsilon}\right], \quad \bar{t} \in [1,2]; \\ \dfrac{1}{-1+\alpha+e^{-\alpha}} e^{-\alpha}\left[-1+\alpha(\varepsilon-1)+e^{-\alpha(\varepsilon-1)}\right], \quad \bar{t} \in [2,3]; \\ 0, \ \bar{t} < 0, \bar{t} > 3 \end{cases}.$$

де $\bar{t} = t/h = n + \varepsilon$; $n = 0, 1, 2, ...$; $0 \le \varepsilon \le 1$; $\alpha = \alpha_{\text{т}} h$.

$$sf_{\text{G3,1}}(\bar{t}) = \frac{1}{-1+\alpha+e^{-\alpha}}\Big\{ f[n+1](-1+\alpha\varepsilon+e^{-\alpha\varepsilon}) +$$

$$+ f[n]\left[1+\alpha+e^{-\alpha}-(1+e^{-\alpha})\alpha\varepsilon-2e^{-\alpha\varepsilon}\right] + f[n-1]e^{-\alpha}\left[\alpha(\varepsilon-1)-1+e^{-\alpha(\varepsilon-1)}\right]\Big\}.$$

Моделі зведеної неперервної та дискретної частини (структура цифрового фільтру) формуючого кола наведені на рис 2. На рис. 3 наведені імпульсні вагові функції як реакції на кожний одиничний відлік на ході всього формуючого кола: на рис. 3,а – вагова кусково-ступінчаста функція, що формується на виході ЦАП; на рис. 3,б – реакція НЧ на цю вагову функцію на виході ЦАП. Реакція на виході НЧ і є фінітний сплайн $G_{3,1}(t)$. Додатковий параметр α (рис. 3,б), у відмінність від степеневих $B_{\text{m}}(\bar{t})$-сплайнів, дозволяє змінювати форму фінітного сплайна $G_{\text{m}}(t)$, що дає змогу адаптуватися під модель залежності, яка відтворюється.

Можна показати, що для кусково-багаточленної функції $sf_{\text{G3,1}}(\bar{t}) = sf_{\text{G3,1}}[n, \varepsilon]$, де $\bar{t} = n + \varepsilon$; $\varepsilon \in [0,1]$, у вузлах виконується умова неперервності як для самої функції так і для її першої похідної.

Так дійсно, значення функції у вузлових точках на n-й ділянці визначається при $\varepsilon = 0$ і $\varepsilon = 1$. Значення сплайн-функції в кінці попереднього відрізка $sf_{\text{G3,1}}[n-1, \varepsilon]$ визначається при $\varepsilon = 1$. Для кожного n маємо:

$$sf_{\text{G3,1}}[n-1, 1] = sf_{\text{G3,1}}[n, 0].$$

Отже, виконується умова неперервності сплайн-функції у вузлах.

Вираз першої похідної сплайн-функції має вигляд:

$$sf'_{G3}[n, \varepsilon] = \alpha \cdot \frac{f[n+1](1-e^{-\alpha\varepsilon}) + f[n](-1-e^{-\alpha}+2e^{-\alpha\varepsilon}) + f[n-1]e^{-\alpha}[1-e^{-\alpha(\varepsilon-1)}]}{(-1+\alpha+e^{-\alpha})}.$$

Аналогічно при $\varepsilon = 0$ и $\varepsilon = 1$ одержимо значення похідної сплайн-функції в кінцевих точках n-го відрізка. Значення похідної в кінці попереднього відрізка $sf'_{\text{G3,1}}[n-1, \varepsilon]$ визначається при $\varepsilon = 1$. При цьому маємо:

$$sf'_{\text{G3,1}}[n-1, 1] = sf'_{\text{G3,1}}[n, 0].$$

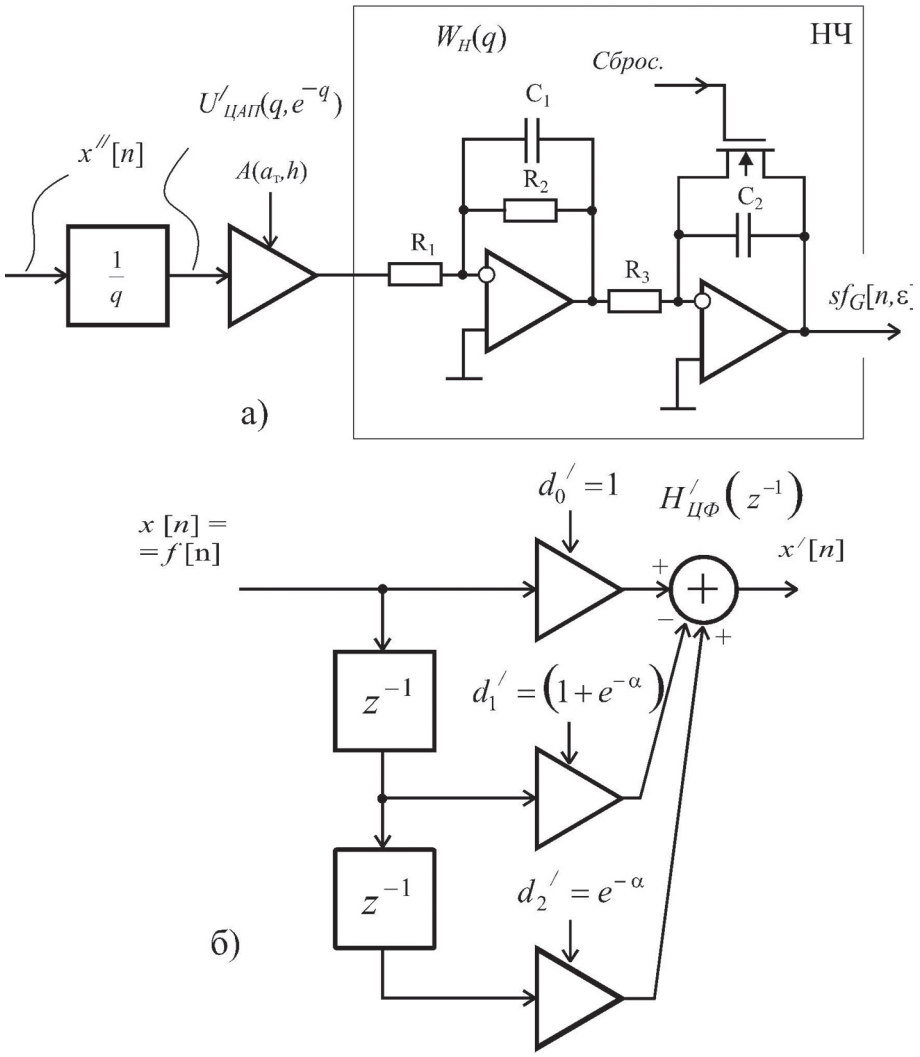


Рис. 2. Моделі зведених неперервної та дискретної частин формуючого кола: а) – модель неперервної частини; б) – структура цифрового фільтру

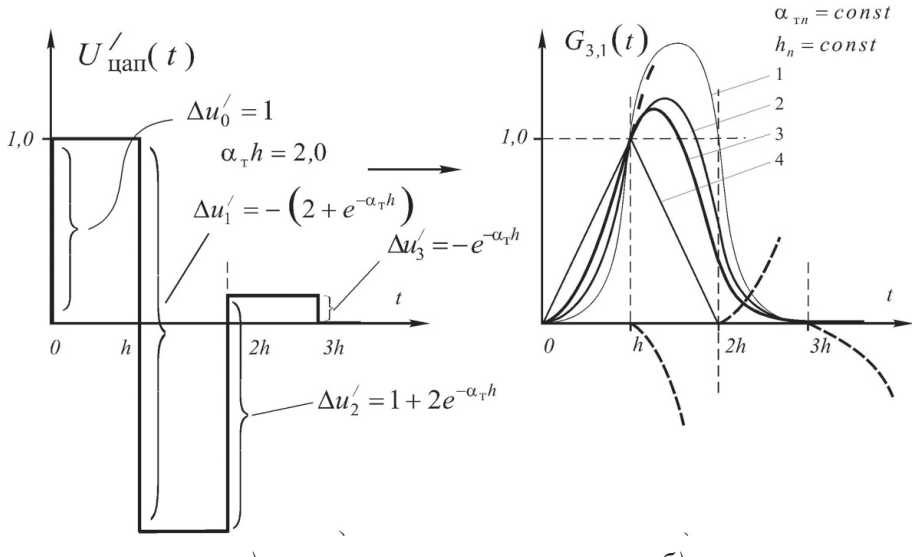


Рис. 3. Імпульсні вагові функції: а) – імпульсна вагова функція на виході ЦАП; б) – вигляд фінітного базисного сплайна

Тобто, виконується умова неперервності першої похідної у вузлах.

На рис. 4 наведено приклад формування сигналу спеціальної форми, де $f[n]$ – дискретні відліки, що подаються на вхід формуючого кола.

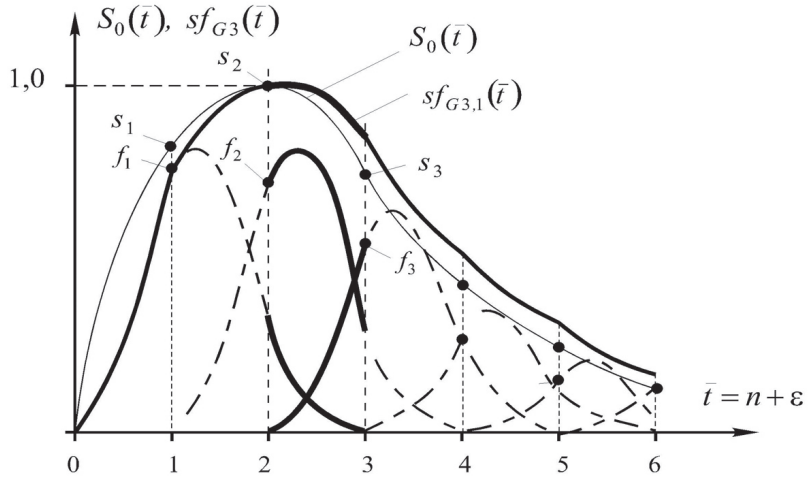


Рис. 4. Формування сигналів сплайнами

Інші моделі сплайнів можна одержати обрав іншу модель зведеної неперервної частини формуючого кола.

Висновки. Метод експоненціальних сплайнів може бути використаний під час дискретного синтезу випробувальних сигналів спеціальної форми. Якщо умови теореми Котельникова не виконуються, то задача дискретного синтезу сигналів стає апроксимаційною, яка розв'язується у класі кускових експоненціальних сплайнових моделей. Експоненціальні сплайни є оптимальними під час формування класу експоненціальних випробувальних сигналів, що описуються теж самими функціями, що й сплайни, наприклад, у задачах вимірювання та контролю параметрів електричних кіл за методом нулів та полюсів. Перевагою експоненціальних сплайнів є простота генерації у лінійних електричних колах. Наведений приклад ілюструє метод одержання різноманітних моделей експоненціальних сплайнів та формування на їх основі сигналів спеціальної форми.

1. Ю.М. Туз, та В.П. Осадченко, «Некоторые особенности контроля параметров электрических цепей по методу нулей и полюсов», материалы Респ. науч.-техн. конф. Структурные методы повышения точности, чувствительности и быстродействия измерительных приборов и систем, Київ, Україна, 1985, С. 127-128.

2. Brian J. McCartin, «Theory of Exponential Splines», Journal of Approximation Theory, vol. 66, pp. 1-23, 1991.

3. Дж. Алберг, Э. Нильсон, та Дж. Уолш, Теория сплайнов и ее приложения, М.: Мир, 1972. Yu. Shumkov, «Exponential splines in electric circuits' parameters measuring», in Proc. of the International Conf. Actual problems of Measuring Technique "Measurement-98", Kyiv, Ukraine, 1998, pp. 250-253.

4. Я.З. Цыпкин, Теория линейных импульсных систем, М.: Физматгиз, 1963. – 968 с.

УДК 006.015.5; 621.317

Федишин Т. І., аспірантка, Бубела Т.З., д.т.н., проф.

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Ключові слова: кібер-фізична система, алгоритм збирання інформації, нормативна документація, інтернет речей

Аналізуючи відомі на сьогодні кіберфізичні системи (КФС), їх метрологічне та програмне забезпечення, можна зробити висновок, що з невпинним зростанням їх кількості розширюються сфери їх застосування, а програмне та метрологічне забезпечення розвивається в напрямку підтримки роботи існуючих КФС та їх придатності при конструюванні нових. Тому вимогами, які ставляться при створенні КФС, є безпека, конфіденційність, надійність, стійкість, гарантії щодо поширених взаємопов'язаних пристроїв та інфраструктур, динамічність, сумісність (можливість розмістити різні обчислювальні моделі), підтримка різних режимів комунікування в мережі, вирішення проблем складності (проблеми зондування та керування із зворотним зв'язком у будь-якій архітектурі КФС), синхронізація, взаємодія з експлуатаційним середовищем, можливість співпрацювати один з одним для забезпечення можливості поєднання кількох цілей [1, 2].

В залежності від використання КФС доцільно класифікувати (рис. 1).

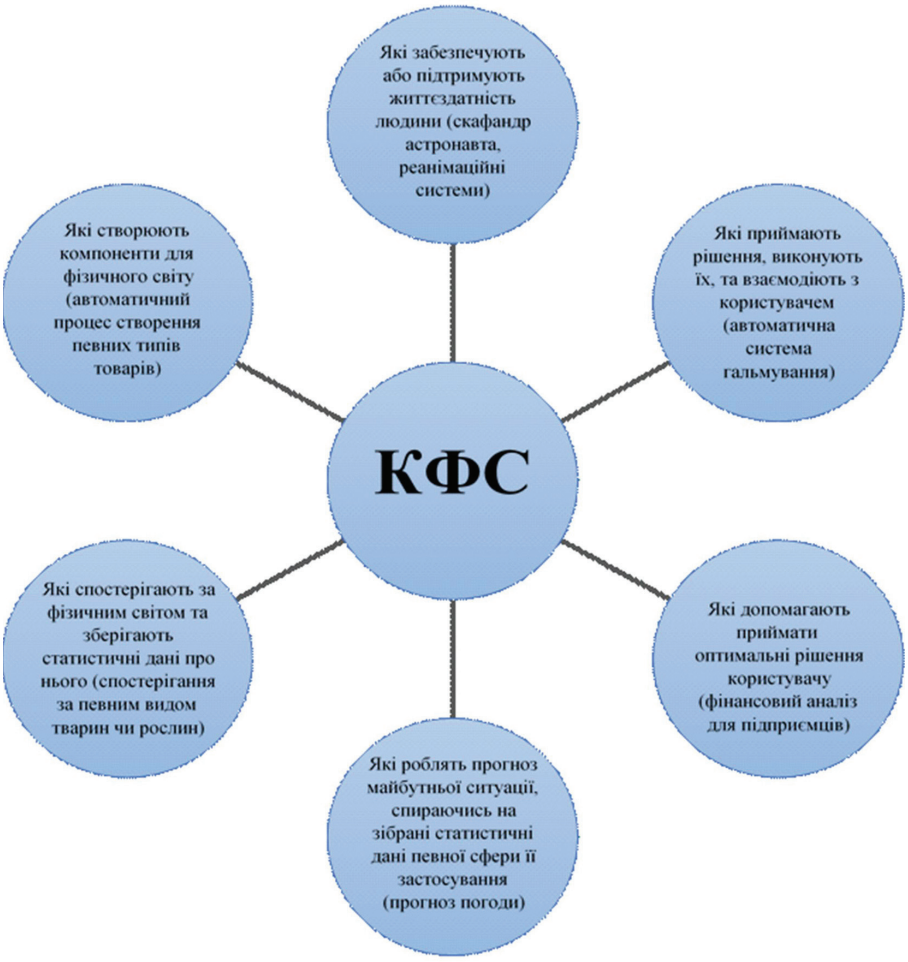


Рис. 1. Класифікація КФС за призначенням

У зв’язку зі стрімким розвитком інформаційних технологій, розширенням надання послуг у кіберпросторі та розширенням сфер застосування кіберфізичних систем виникає необхідність розроблення уніфікованого загальноприйнятого визначення кіберфізичних систем та відповідного нормативного забезпечення. Міжнародні організації International Electrotechnical Commission (IEC), International Organization for Standardization (ISO) та Standards Association (IEEE) створили низку стандартів для КФС, які можна систематизувати за рівнями їх функціонування [3] (рис. 2), а саме:

– рівень розумного з’єднання, який відповідає за отримання даних від фізичних об’єктів,
– рівень перетворення даних в інформацію,
– рівень кіберобчислень,
– рівень пізнання,
– рівень конфігурації.

Рівень розумного з’єднання представлений методикою Automatic Identification and Data Capture (AIDC) тобто використання автоматичної ідентифікації та збору даних. ISO / IEC 19762:2016 дає терміни та визначення для AIDC. Рівень перетворення даних в інформацію охоплює опрацювання даних з точки зору рівня інтелектуального з’єднання та аналізу інформації. Так, наприклад, стандарти IEC 61804-3, IEC 61804-4, IEC 6180-5 та IEC 61804-6 (мова електронного опису пристрою, EDDL) використовуються для опису характеристик пристроїв [4]. Комунікація є найважливішим елементом, що розглядається на рівні кіберобчислень. Обмін КФС даними та інформацією потребують декількох відповідних стандартів, до яких відносяться стандарти дротового та бездротового зв’язку. Рівень пізнання передбачає моніторинг та прийняття рішень. Так серія ISO 13374 забезпечує основні вимоги до відкритих специфікацій програмного забезпечення, які дозволяють машинам контролювати дані, їх опрацювання та зв’язок. IEC 62453 нормує процес інтегрування всіх пристроїв незалежно від постачальників. Рівень конфігурації містить стандарти загального контролю за КФС. Зокрема IEC 61512 визначає моделі контролю, терміни та моделі даних [5].

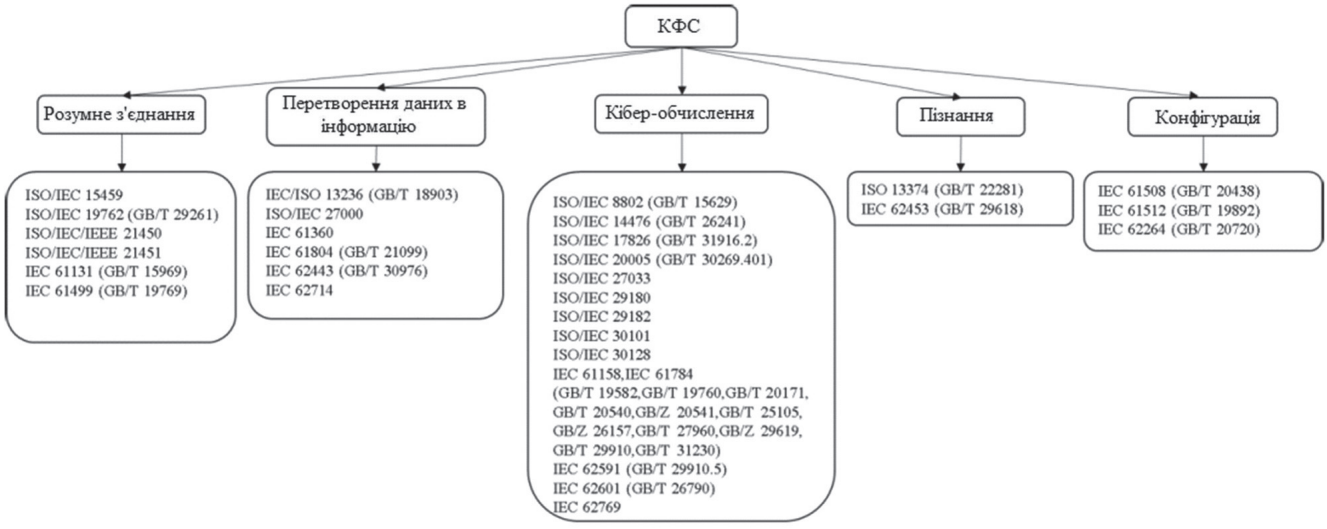


Рис. 2. Структура міжнародних стандартів для КФС

Було зроблено висновок про необхідність відповідної сертифікації КФС, яка підтверджуватиме вимоги до їх надійності, безпеки, стійкості та конфіденційності. Доведено, що численні зусилля різних міжнародних організацій в сфері створення стандартів кіберфізичних систем, зокрема ISO, ITU, Industrial Internet Consortium, IoT-A та ін., досі не забезпечили повну

сумісність цих стандартів щодо різнорідних КФС. Тож питання їх стандартизації є відкритим і потребує вирішення як на міжнародному, так і на національному рівні.

1. German Agenda Cyber physical systems, 2010. [Online]. Available: www.acatech.de.

2. A. Melnyk, "Cyber physical of the system : problems of creation and directions of development", Computer systems and networks, Lviv Polytech. Publ. House, no.806, p.154-161, 2014.

3. V. Yatsuk, T. Bubela, Ye. Pokhodylo, Yu. Yatsuk, R. Kochan, "Improvement of data acquisition system of objects physic-chemical properties", in Proc. of the 9th IEEE International Conference on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications", Bucharest, Romania, 2017, pp.41-46.

4. V. Yatsuk, T. Bubela, Ye. Pokhodylo, Yu. Yatsuk, R. Kochan, "Improvement of data acquisition system of objects physic-chemical properties", in Proc. of the 9th IEEE International Conference on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications", Bucharest, Romania, 2017, pp.41-46.

5. Guidance "The key principles of vehicle cyber security for connected and automated vehicles",

6. August 2017, [Online] Available: www.gov.uk 6. Cyber Physical Systems Public Working Group «Framework for Cyber-Physical Systems Release 1.0», May 2016 [Online] Available:: www.nist.gov

УДК 658.5.012.7

Чабан В.А., студент, Сухобрус М.А., асистент

ЗАГАЛЬНІ ОБОВ'ЯЗКИ І ГРОМАДЯНСЬКИЙ ОБОВ'ЯЗОК КОРПОРАЦІЇ МЕРЕЖІ МАГАЗИНІВ «LERROS»

Ключові слова: загальне управління якістю (TQM), якість, суспільство, зацікавлені сторони, громадянський обов'язок, обов'язок, корпорація

Концепція загального управління якістю (TQM) отримала широке поширення у світі, успішно застосовується як у великих корпораціях, так і в середньому та малому бізнесі. Її особливістю є поширення на всі аспекти менеджменту, не тільки на продукцію і послуги. Це принципово новий підхід до управління організацією, спрямований на досягнення довгострокового успіху через задоволення вимог споживача і вигод для членів організації при врахуванні інтересів суспільства.

Один з розділів цієї концепції – «Загальні обов'язки і громадянський обов'язок корпорації» [1] роз'яснює зв'язок між моделлю управління і відповідальністю компанії перед суспільством. Обов'язки можуть бути конкретизовані як дотримання етики в бізнесі, охорона навколишнього середовища та ін. Громадянський обов'язок означає виконання і підтримку суспільно-важливих завдань, таких як освіта, громадські роботи, промисловість, підвищення якості тощо.

Схожі принципи згадуються і у стандарті ISO 9000 [2]. Стандарт вказує на важливість врахування очікувань зацікавлених сторін, якими є як громадськість, так і персонал організації зокрема. Дотримання етичних норм поведінки, підтримання цінностей є складові принципу «Лідерство» стандарту. Міжнародний стандарт ISO 26000 [3] рекомендує організаціям враховувати в рішеннях вплив своєї діяльності на суспільство, навколишнє середовище та інші зацікавлені сторони. Рекомендує організаціям бути соціально відповідальними для досягнення стійкого розвитку.

З огляду на положення вищеназваних стандартів та піднятих питань, мережа магазинів одягу «Lerros» має, в першу чергу, розуміти очікування громадськості. Дотримання верховенства закону у своїй діяльності, етичне ставлення у колективі та до споживачів, охорона навколишнього середовища – ці обов'язки стосуються будь-якої організації. Тож, організація повинна бути соціально відповідальною і розуміти ймовірний вплив своєї діяльності на трудовий колектив, споживачів, на інші зацікавлені сторони, можливий вплив своєї діяльності на навколишнє середовище.

Основою для формування етичної політики поведінки співробітників магазинів «Lerros» є загальноприйняті моральні і етичні цінності. Керівництву важливо визначити моральні орієнтири діяльності організації, пропагувати їх, та бути взірцем їх дотримання. Важливо також не допускати втручання у політичні вподобання колективу, поважати плюралізм поглядів.

У своїй діяльності «Lerros» мають дотримуватись Конституції України, закону і інших нормативних документів, які формують правове поле взаємовідносин між громадянами, споживачами і суб'єктами держави. Взаємовідносини з партнерами, клієнтами та трудовим колективом мають бути засвідчені належним чином з дотриманням чинного законодавства.

Керівництво повинно знайти шляхи задля зменшення негативного впливу на довкілля. Розробити корпоративну політику в сфері захисту навколишнього середовища, уникати забруднення та нераціонального використання ресурсів там, де це можливо. Має сприяти урядовим структурам і іншим організаціям, що займаються природоохоронною діяльністю.

Щодо громадського обов'язку, організація має визначити що вона може робити і буде робити на благо суспільства. Благодійність, культура піклування за суспільством мають бути підтримані керівництвом, розвиватися в організації і виходити за її межі.

Таким чином, подібно до того як рішення зробити підвищення якості пріоритетом корпорації, рішення зробити пріоритетом громадські обов'язки вимагає відданості та натхненного керівництва, розуміння та участі службовців та постійних змін культури. Зазначені ініціативи мають бути інтегрованими в діяльність корпорації, в процеси прийняття рішень, політику і цілі.

1. Джордж С., Ваймерскирх А. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях. – С-Пб.: «Виктория плюс», 2002. – 256 с.

2. ДСТУ ISO 9000:2015 Система управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT): чинний від 01.07.2016. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 51 с.

3. ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility URL: https://iso26000.info/wp-content/uploads/2017/06/ISO-26000_2010_E_OBPpages.pdf (дата звернення 13.01.20) .

УДК 614:616-082.3

Чабан О.П., к.т.н., доц., Бойко О.В. к.т.н., доц., Чабан О.І., студент

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я, ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ

Ключові слова: медична послуга, моніторинг, медичні інформаційні системи, системи підтримки прийняття рішень.

Сьогодні пацієнти все частіше звертаються до Інтернету для отримання запитів, пов'язаних зі здоров'ям. Дослідження проведені недавно у США і опубліковані в журналі JAMA Ophthalmolog показують, що інформація, отримана таким чином, може впливати на рішення пацієнтів щодо їх лікування. У системі охорони здоров'я зростає усвідомлення необхідності залучення пацієнтів до участі в процесі лікування. Будь-яка послуга, яка надається, має на меті забезпечити максимальну задоволеність споживача, у нашому випадку пацієнта. Системи віддаленого моніторингу і мобільні застосунки, можуть забезпечити щільніший контакт пацієнтів зі своїм лікарем і відкривають пацієнтам нові можливості для обміну даними з лікарями, що може значно поліпшити результати лікування хронічних захворювань, і, відповідно якість медичних послуг. Важливим аспектом є створення можливості використовувати безперервний потік даних про здоров'я з різноманітних пристроїв моніторингу, які стали звичними у повсякденному житті. Сьогодні для завантаження доступні тисячі мобільних додатків для оцінювання показників здоров'я, більшість з яких синхронізується з різноманітними гаджетами, наприклад, фітнес-браслетами чи смартфонами. Але немає жодного критерію їх ефективності або відбору. Найпростішим способом моніторингу показників здоров'я пацієнтів є введення в медичні інформаційні системи модуля їх аналізу, що дозволить продуктивніше використовувати реальні можливості лікувально-профілактичних установ. Перспективним в цьому напрямку є використання систем підтримки прийняття рішень (СППР).

Суть медичного діагностування полягає у розпізнаванні одного із станів пацієнта серед можливих наборів його станів таких як: «хворий», «здоровий», «не зовсім хворий», «не зовсім здоровий». Процедура розпізнавання реалізується за результатами спостереження деякої сукупності ознак, пов'язаних із станами потенційного хворого. Медична діагностика – процес розпізнавання типу захворювання – є одним з найбільш інтелектуальних і одночасно одним з найскладніших видів лікарської діяльності. У багатьох випадках діагностування, зв'язок між станами пацієнта і спостережуваними ознаками має ймовірнісний характер. При цьому сукупність ознак можна трактувати як випадковий вектор з різними ймовірностями для різних станів пацієнта. При цьому передбачається, що ці розподіли отримані в результаті опрацювання великих обсягів даних і тому їх характер наближено відомий (зокрема, для прикладу, можна вибрати як початковий нормальний, експоненціальний, гамма розподіл тощо).

Перехід до ймовірнісних моделей діагностики об'єктів (пацієнтів) іноді може супроводжуватись появою кінцевої вірогідності помилкових рішень, при яких висновок про стан пацієнта виявляється неправильним. Завдання моделювання полягає у побудові ймовірнісних моделей, в яких вірогідність таких помилкових висновків є мінімальною.

Слід відмітити, що персональні дані пацієнта – це не лише клінічні дані, але і дані, що визначають соціальний образ життя, які дозволяють лікареві отримати цілісне уявлення про пацієнта. Сьогодні лікарі, як правило, чинять опір впровадженню таких технологій і використанню їх в своїх діагностичних і лікувальних рішеннях. Причин багато: інформаційне і емоційне перевантаження, неповні або ненадійні дані, проблеми конфіденційності і безпеки

і так далі. Проте, технології не повинні збільшувати навантаження на лікарів, а навпаки – надавати їм інформацію в переробленому вигляді, готову для клінічного вживання. Для цього ці дані повинні збиратися з різних джерел, акумулюватися і аналізуватися. Створення і впровадження ймовірнісних моделей на основі експертних систем дозволить оптимізувати і підвищити ефективність надання медичної послуги на усіх етапах лікувально-діагностичного процесу. Модулі оцінки персонального моніторингу пацієнта можуть допомогти виявити розвиток хронічних станів на ранній стадії через самооцінку і дистанційну діагностику, а також сприятимуть вчасному втручанню.

1. Ozdalga E, Ozdalga A, Ahuja N. The smartphone in medicine: a review of current and potential use among physicians and students. J Med Internet Res. 2012;14(5):e128.

2. Чабан О.П. Формулювання засад для ймовірнісного моделювання та оцінювання якості медичних послуг Міжнародний науковий журнал Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харків, № 1 (19) / том 5 / 2014р. – с.51-55

УДК 621.002:331.45:658.562

Черняк О.М. , асистент

ЗАСТОСУВАННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Ключові слова: кваліметричні методи оцінювання; показник шкідливих чинників; система залежності; параметр форми; узагальнений показник.

Якість нашого життя, в цілому, визначають багато чинників, таких як освіта, стан охорони здоров'я, свобода слова, безпека та гігієна праці. За станом безпеки праці в державі можна визначити про відношення суспільства до таких вищих цінностей, як людське життя, про рівень технічного прогресу, а також про соціальну відповідальність влади, бізнесу, політичних і суспільних організацій. У зв'язку з цим актуальною стає необхідність забезпечення безпеки праці на етапах проектування, виготовлення й експлуатації продукції, та створення безпечних технологій для життя та здоров'я працівників.

Сутність управління безпекою праці полягає у розробці системи заходів, що забезпечують отримання об'єктивної інформації про об'єкт управління, для розробки і прийняття управлінського рішення щодо зміни його стану на більш безпечний. Тому виникає нагальна потреба у дослідженнях і розробленні сучасних управлінських рішень, спрямованих на посилення захисту працівників від дії шкідливих чинників, у тому числі й за рахунок удосконалення методів оцінки умов праці, пошуку нових їх критеріїв. Таким чином, завдання розробки методів кількісного оцінювання безпеки та гігієни праці у виробничих приміщеннях є актуальною.

Так як, показники небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на здоров'я людини, мають різну природу, тобто їх показники різні та вони мають різні шкали оцінювання, необхідно привести різнорозмірні показники шкідливих чинників у безрозмірну шкалу, що дозволить звести усі показники до однієї розмірності, і у свою чергу, дасть можливість кількісно оцінити узагальнений показник шкідливого чинника.

Пропонується дві групи показників шкідливих чинників:

– група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до нижньої межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. Наприклад, вібрація, шум тощо. У даному випадку, чим менше ці показники, тим краще;

– група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до середини межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. Наприклад, температура повітря.

Враховуючи, що різні показник шкідливих чинників мають різні оптимальні значення, пропонуємо використати для кожної групи існуючі у кваліметрії залежності, що дозволить уніфікувати систему залежностей для визначення оцінювання будь-якого показника.

Залежність, яку пропонується застосувати для одержання оцінки показників шкідливих чинників на безрозмірній шкалі (від 0 до 1) має вигляд:

$$S_q = \begin{cases} 0 \\ \left[\dfrac{q_i - q_{i\min}}{q_{i\max} - q_{i\min}} \right]^{(r)} \\ 1 \end{cases} ; \begin{matrix} q_i \le q_{i\min} \\ q_{i\min} < q_i < q_{i\max} \\ q_i \ge q_{i\max} \end{matrix}, \qquad (1)$$

де q_i – дійсне значення показника шкідливого чинника; q_{imin} – мінімальне значення показника шкідливого чинника; q_{imax} – максимальне значення показника шкідливого чинника; r – параметр форми, який змінює форму залежності.

Якщо оптимальний (найкращий) показник шкідливого чинника направляється до середини межі допустимих значень, то залежність буде мати вигляд:

$$S_q = \begin{cases} \left[\dfrac{q_i - q_{i\min}}{t_i - q_{i\min}}\right]^{(r)} & q_{i\min} \le q_i \le t_i \\ \left[\dfrac{q_i - q_{i\max}}{t_i - q_{i\max}}\right]^{(r)}; & t_i < q_i \le q_{i\max} \\ 0 & q_{i\min} > q_i > q_{i\max} \end{cases} . \qquad (1)$$

де t_i – середина межі допустимих значень.

Якщо параметр форми r – змінювати від 0,1 до одиниці з кроком 0,2, то залежності будуть вигнутими вгору, а якщо параметр форми змінювати від 1 до дев'яти з кроком 2, то залежність буде вгнута донизу. Змінюючи параметр форми r, можна керувати формою залежності (1, 2) і таким чином отримувати різні оцінки при однакових результатах вимірювань показника шкідливого чинника. Але невідомо яким чином вибирати параметр форми, адже від нього залежить оцінка показника на безрозмірній шкалі. Тому, для визначення параметра форми r,

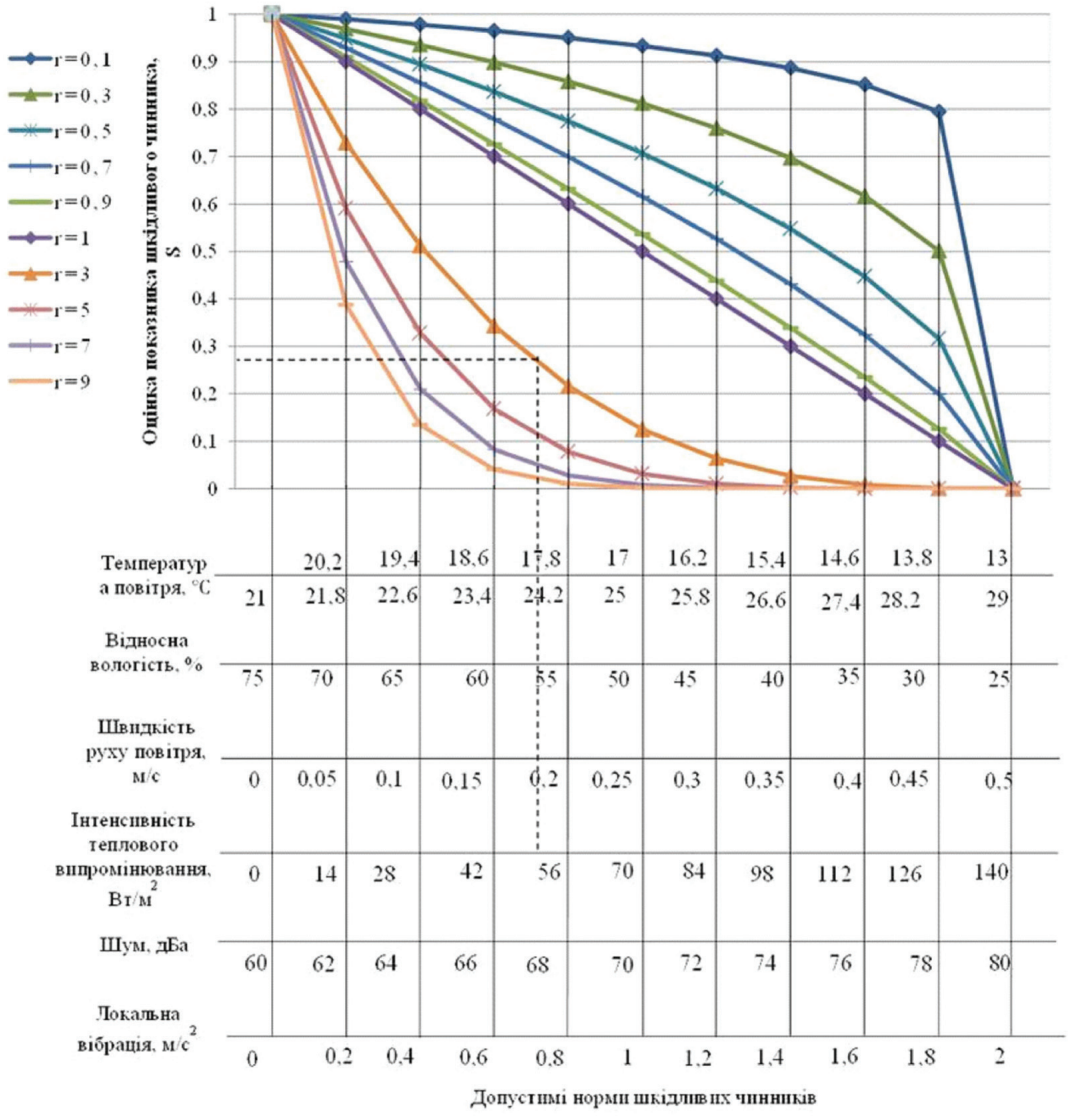


Рис. 1 – Графічна модель оцінювання показників шкідливих чинників

пропонується застосувати метод експертних оцінок, а саме метод аналізу ієрархій розроблений Т. Сааті [1], який ґрунтується на визначенні вагомостей об’єктів з використанням парних порівнянь.

Для знаходження узагальненого показника шкідливих чинників необхідно визначити до якої із груп відносяться його кожний показник, а також на підставі нормативних даних встановити максимальне, мінімальне та оптимальне значення кожного показника шкідливого чинника. Для того щоб налаштувати шкали для показника шкідливого чинника необхідно різницю між найменшим та найбільшим його значенням поділити на ту кількість інтервалів (кількість інтервалів пропонується 10), яка є на відповідній проміжній шкалі. Графічна модель оцінювання показників шкідливих чинників має вигляд як показано на рисунку 1.

1. Саати Т., Керне К. Аналитическое планирование. Организация систем. Москва: Радио и связь, 1991. 224 с.

УДК 621

Чумак О.І., курсант, Масюта Д.В., курсантка, Гера В.Я., ад'юнкт,
Міхалєва М.С., к.т.н., доцент, Шабатура Ю.В. д.т.н. професор

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ГАРМОНІЗАЦІЇ СТАНДАРТІВ ЗСУ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ НАТО ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ СКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ РІДИН

Ключові слова: електрофізичні характеристики, імітанс, багатокомпонентна технічна рідина, оперативний контроль, гальмівна рідина.

Актуальність, матеріали і методи.

Завдання щодо впровадження стандартів НАТО у діяльність Міністерства оборони України та Збройних Сил України, інших складових сил оборони визначені законодавством (Закон України «Про національну безпеку України») та стратегічними оборонними документами України (Стратегія національної безпеки України, Стратегічний оборонний бюлетень, Воєнна доктрина України тощо).

Впровадження стандарту НАТО передбачає проведення комплексу заходів, що включає прийняття рішення на застосування у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України положень (норм, вимог) стандарту НАТО, розроблення на його основі відповідного акту законодавства чи нормативного документа (внесення відповідних змін та/чи доповнень до чинного документа), надання йому чинності в установленому порядку і його застосування у повсякденній діяльності Міністерства оборони України та Збройних Сил України. У 2015 році Україна оголосила амбітну мету, яка увійшла в усі стратегічні оборонні документи держави – перехід на стандарти НАТО. Так, Стратегія національної безпеки, ухвалена 2015 року, передбачає «приведення систем воєнної розвідки та військової контррозвідки у відповідність із стандартами НАТО, забезпечення максимальної взаємосумісності Збройних Сил України зі збройними силами держав- членів НАТО шляхом запровадження стандартів Північноатлантичного альянсу» до 2020 року. Своєю чергою, Воєнна доктрина України визначає метою реформування ЗСУ «досягнення оперативної і технічної сумісності зі збройними силами держав- членів НАТО», а пріоритетним завданням поглиблення співпраці з НАТО – «досягнення повної сумісності Збройних Сил України з відповідними силами держав-членів НАТО». Стратегічний оборонний бюлетень, розроблений за участі представників Спільної робочої групи Україна–НАТО з питань воєнної реформи та іноземних радників Офісу зв'язку НАТО в Україні, очікує як результат військової політики України та оборонної реформи «створення за принципами та стандартами, прийнятими в державах-членах НАТО, сил оборони зразка 2020 року». Варто відзначити, що у подальших програмних документах у сфері безпеки та оборони вже дещо посунувся. Так, Річна національна програма співробітництва з НАТО, підписана 10 квітня 2019 року, вже передбачає «впровадження стандартів НАТО, які вимагаються пакетом Цілей партнерства Україна – НАТО, до 2024 року». У червні 2019 року президент України оголосив, що з 2020 року має розпочатися впровадження стандартів та процедур НАТО у діяльності ЗСУ. Першочерговість опрацювання стандартів НАТО, з метою прийняття рішення щодо доцільності застосування їх положень (норм, вимог) у діяльності Міністерства оборони України та Збройних Сил України, визначена пакетом Цілей партнерства Україна – НАТО, який схвалено на рівні глав постійних делегацій держав-членів Альянсу 23 травня 2018 року. Відповідно до пакету Цілей партнерства Україна – НАТО, опрацюванню, з метою прийняття рішення щодо доцільності застосування їх положень (норм, вимог) у діяльності Міністерства оборони України та Збройних Сил України, підлягають

219 стандартів НАТО. Станом на 01.07.2019 відповідно до Цілей партнерства впроваджено 76 НД НАТО (34 % від тих, що підлягають опрацюванню в рамках Цілей партнерства), на основі положень яких вже розроблено 86 національних та військових нормативно-правових актів і нормативних документів, з них у І півріччі 2019 року впроваджено 21 НД НАТО шляхом розроблення 18 національних військових нормативних документів. Окрім того, у І півріччі 2019 року, проводились роботи з впровадження стандартів НАТО й поза межами Цілей партнерства. Так, у І півріччі 2019 року впроваджено 7 НД НАТО шляхом розроблення 11 національних військових нормативних документів. Загалом (у рамках досягнення Цілей партнерства та поза ними) впроваджено 220 НД НАТО шляхом розроблення 236 національних та військових нормативно-правових актів та нормативних документів (перелік впроваджених НД НАТО наведено у додатку), з них у І півріччі 2019 році впроваджено 28 НД НАТО шляхом розроблення 29 національних військових нормативних документів [1]

Серед них:

– STANAG 4704 Ed:2 / ALogP-33 Ed. A NATO REQUIREMENTS FOR CALIBRATION SUPPORT OF TEST & MEASUREMENT EQUIPMENT ДСТУ STANAG 4704:2018 (STANAG 4704 Ed:2/ALogP-33 Ed. A Ver. 1, IDT) Вимоги НАТО щодо метрологічного забезпечення засобів випробування та вимірювальної техніки ДСТУ STANAG 4704:2018 (STANAG 4704 Ed:2/ALogP-33.2 Ed. A Ver. 1, IDT) Калібрувальні інтервали

– STANAG 7011 Ed:3 / AFLP-7011 Ed. A AUTOMATED FUEL SYSTEM MONITORING AND CONTROL EQUIPMENT ДСТУ – П STANAG 7011:2017 (STANAG 7011 Ed:3/AFLP-7011 Ed. A, IDT) Автоматизоване обладнання для контролювання та спостереження за паливною системою

– STANAG 7091 Ed:4 / AFLP-7091 Ed. B GUIDE SPECIFICATIONS FOR NATO LAND SYSTEM OILS FOR ENGINES AND TRANSMISSIONS ДСТУ – П STANAG 7091:2017 (STANAG 7091 Ed:4/AFLP-7091 Ed. B, IDT) Мастила для двигунів та трансмісій наземних систем військової техніки. Технічні вимоги

– STANAG 7141 Ed: 7 / AJEPP-4 Ed. B JOINT NATO DOCTRINE FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION DURING NATO-LED MILITARY ACTIVITIES - AJEPP-4 EDITION B ВСТ 01.107.001 – 2018 (01) «Екологія та захист навколишнього середовища. Екологічна безпека військ (сил) у військовій діяльності (STANAG 7141 Ed.2/ AJEPP-4 Ed.B, Joint NATO doctrine for environmental protection during NATO-led military activities, NEQ).

Безпека військової техніки залежить від безлічі факторів, у тому числі від якості технічних рідин, представником яких є гальмівна рідина. Гальмівна рідина схильна активно вбирати вологу з повітря. Вже при вмісті в ній в околі 3,5% води температура кипіння помітно знижується, що може призвести до відмови гальмівної системи автомобіля (в спеку або при інтенсивних гальмування). Процес абсорбції вологи відбувається в основному через ущільнювальні манжети, сальники, а також систему «вентиляції». Тому вологість та склад гальмівної рідини необхідно постійно контролювати в процесі експлуатації машини,. Погіршення властивостей залитої в бачок якісної рідини можливо через тривале зберігання техніки. Крім довготривалих лабораторних (з методичною похибкою понад 60%) методів контролю існують електричні. Електричні методи, де інформативним параметром є питома провідність, використовуються в переносних приладах: тестері-«олівці» Easychek і в універсальному вимірювачі Brake Fluid Tester. Питома провідність не завжди може описати повний склад багатокомпонентної рідини, тому аналізування з допомогою таких переносних приладів є неточним та унеможливлює використовувати їх в режимі реального часу. Авторами виконано низку експериментів та отримано наукові факти, що дозволяють розробити удосконалений електричний метод оперативного контролю гальмівної рідини під час роботи техніки (та під час контролю нової продукції). Інформативним параметром методу є значення

комплексної провідності вимірювальної системи при визначеній у методиці частоті тестового сигналу. Дослідження електричних параметрів рідин в електромагнітному полі різної частоти дозволяє отримувати інформацію про їх склад в не лабораторних умовах за малий проміжок часу [2]. Тому, на часі розвиток удосконалених методик оперативного контролю гальмівної рідини, які можуть здійснюватися в польових умовах. Метод полягає у вимірюванні складової провідності рідини та порівнянні її з встановленою складовою провідності шляхом імітаційного моделювання. Автори проекту планують на базі отриманих результатів розробити удосконалені проекти Національних стандартів за тематикою екологічної безпеки та методів метрологічних випробувань та контролю багатокомпонентних технічних рідин у ЗСУ, що адаптуються та гармонізуються до вимог НАТО.

Висновок. На основі наукових досліджень пропонується метод оперативного контролю складу гальмівної рідини, що базується на залежності значення активної та реактивної складової провідності від частоти сигналу. Цей метод дозволяє не в лабораторних умовах за час до 2 секунд оцінити склад рідини та забезпечити безперебійну роботу техніки, який буде впроваджений у нових національних стандартах [2]. Впровадження стандартів НАТО та удосконалення їх забезпечує планомірне нарощування боєздатності військ та досягнення взаємосумісності з силами та засобами провідних країн світу, сприяє підвищенню ефективності використання державних ресурсів у сфері оборони.

1. Возняк С., Іващенко А., Пеньковський В. «Політика стандартизації північноатлантичного Альянсу», https://drive.google.com/open?id=1mpEPVTFjy7xeRGiqjHeFwsRvdv5 QqDGI

2. Монографія Міхалєва М.С., Столярчук П.Г. «Електрофізичні параметри багатокомпонентних рідин у електромагнітному полі», Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2016. – 178 с.

УДК 658.563

Ярмолюк О. В., Гоц Н. Є., д.т.н., проф.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ

Ключові слова: банківські послуги, показники якості, система показників якості, оцінювання якості.

Оцінювання якості банківських послуг є суттєвим фактором розвитку економіки. Задоволеність та лояльність клієнтів та споживачів послуг є найважливішою конкурентною перевагою будь-якої компанії. Якість наданих послуг залишається ключовою проблемою розвитку банків та організацій різних сфер діяльності.

Існуючі методи оцінювання якості мають ряд недоліків, які обмежують область їх застосування. Вони не враховують можливість оцінювання якості банківських послуг з точки зору різних суб'єктів, які мають різну мету оцінювання, а саме:

– клієнтів банку (юридичних та фізичних осіб);
– акціонерів банку, які вкладають свій капітал в банк;
– керівництва, банку яке керує роботою банку;
– органів державної влади, які контролюють та наглядають за діяльністю банків.

Отже, якість банківських послуг залежить від багатьох чинників, сукупна дія яких по-різному впливає на наслідок. Складне поєднання таких впливних факторів приводитиме до різних результатів оцінювання якості. Тому існує необхідність дослідження залежності однієї залежної змінної від декількох впливаючих на результат змінних, $x_1 \ldots x_n$ [1]. Це завдання розв'язується на основі множинного регресійного аналізу, який дозволяє дослідити вплив різних факторів на результат. На основі побудови та аналізування багатопараметричної лінійної регресійної моделі, яка дозволяє визначати відокремлений та спільний вплив різних факторів на результативну ознаку та провести кількісне оцінювання цього впливу шляхом використання відповідних критеріїв. Регресійний аналіз проводиться шляхом побудови рівняння регресії і визначення внеску кожної незалежної змінної у варіацію досліджуваної залежної змінної величини, його основним завданням є визначення впливу факторів на результативний показник.

Багатопараметрична лінійна регресійна модель, яка пропонується для методу оцінювання якості банківських послуг має включати обрані показники якості банківських послуг, та має вигляд:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots + b_n x_n + \varepsilon ,$$

де Y – залежна змінна, а саме показник якості банківських послуг; $x_1 \ldots x_n$ – фактори (незалежні зміні), які впливають на якість надання банківських послуг, а саме показники якості банківських послуг; $b_0 \ldots b_n$ – показники вагомості значення параметрів, які визначають вагомість впливу окремих показників якості банківських послуг на якість надання банківських послуг; ε – випадкова величина. Це рівняння показує як в середньому змінюється результативна ознака під впливом зміни факторних ознак x_n.

Основні припущення, які визначають можливість застосування багатопараметричної моделі регресії сформовані на базі [2, 3]:

1. Випадкові величини ε_i підпорядковуються нормальному закону розподілу з нульовим математичним сподіванням і сталою дисперсією:

$$M(\varepsilon_i | x_1, x_2, \ldots x_n) = 0, \text{ при } i = \overline{1,n},\ \sigma^2 = const .$$

2. Випадкові величини ε_i є незалежними одна від одної, тобто відсутня серійна кореляція між ними, а отже значення кожної випадкової величини не залежить від величини, яка визначає кількість незалежних змінних, які входять в модель:

$$cor(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \text{, при } i = \overline{1,n} \text{, при } j = \overline{1,p}$$

3. Відсутня коваріація між випадковою величиною ε та кожною незалежною змінною x_1, x_n відсутня та дорівнює 0:

$$\text{cov}(\varepsilon_i, x_p) = 0 \text{, при } i = \overline{1,n} \text{, при } j = \overline{1,p}$$

4. Відсутня мультиколінеарність між факторами $x_1 \ldots x_n$, тобто фактори повинні бути лінійно незалежними один від одного. Не повинно бути точного лінійного зв'язку між двома або більше факторами. Не повинно бути точного лінійного зв'язку між двома або більше факторами. Це припущення для простої лінійної регресії відсутнє, але надзвичайно важливе для багатофакторної регресії.

5. Модель повинна бути правильно специфікованою, тобто усі функціональні зв'язки мають бути у явному вигляді.

Етапи запропонованого нами методу оцінювання якості банківських послуг на основі побудови системи рівнянь багатофакторної регресійної моделі, яка формується на основі інформації всіх зацікавлених суб'єктів оцінювання які було сформовано в чотири групи, згідно запропонованого методу оцінювання якості банківських послуг [4]. Пропонуємо метод оцінювання якості математично подати у вигляді системи рівнянь лінійної багатопараметричної регресії, яка показує вплив окремих чинників на якість послуг. Кожне з рівнянь системи показує залежність якості банківських послуг від ряду показників якості з врахуванням їх вагомості :

$$\begin{cases} Y_1 = b_{10} + b_{11}x_{11} + b_{12}x_{12} + \ldots + b_{1n}x_{1n} \\ Y_2 = b_{20} + b_{21}x_{21} + b_{22}x_{22} + \ldots + b_{2n}x_{2n} \\ Y_3 = b_{30} + b_{31}x_{31} + b_{32}x_{32} + \ldots + b_{3n}x_{3n} \\ Y_4 = b_{40} + b_{41}x_{41} + b_{42}x_{42} + \ldots + b_{4n}x_{4n} \end{cases}$$

де x_{mn} – значення показників якості; b_{mn} – значення показників вагомості; m – кількість суб'єктів оцінювання якості; n – кількість показників якості; Y_1 – результат оцінювання якості клієнтами банку; Y_2 – результат оцінювання якості акціонерами банку; Y_3 – результат оцінювання якості керівництвом банку; Y_4 – результат оцінювання якості органами державної влади [5].

Отже, запропонований метод оцінювання якості дає змогу комплексно оцінити якість наданих банком послуг з точки зору різних суб'єктів оцінювання. Таке завдання розв'язується на основі застосування в методі множинного лінійного регресійного аналізу, який дозволяє дослідити вплив різних параметрів діяльності банку на результат, а саме на якість надання банківських послуг. Впровадження запропонованого методу контролю якості банківських послуг сприятиме підвищенню вірогідності і своєчасності інформації про діяльність банку та надання ним послуг на всіх етапах його діяльності всіма зацікавленими суб'єктами оцінювання.

1. Латыпова Л.В. Современные методы оценки системы менеджмента качества / Л.В. Латыпова // Экономика и предпринимательство. – 2015. – №6 (ч.3). – 845с.

2. В.Р. Куць, П.Г. Столярчук, В.М. Друзюк «Кваліметрія» /видавництво «Львівська політехніки», Львів, 2012. – 255 с.

3. ГОСТ Р 52113-2014 Услуги населению. Номенклатура показателей качества услуг. Дата введения 2016-01-01. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://docs.cntd.ru/document/1200114171.

4. Латыпова Л.В. Оценка качества консультационных услуг // Экономика и предпринимательство. / Л.В. Латыпова // – 2014. – №4 (ч.1). – 699с.

5. Тамоян П.Г. Методы оценки эффективности управления качеством инновационного проекта: дис. канд. экон. наук: 08.00.05/ П.Г. Тамоян; С.-М., 2011. – 189 с.

УДК 681.7.08; 536.6.081

Яцук Ю.В., к.т.н., доцент, Здеб В.Б., к.т.н., інженер, Яцук В.О., д.т.н., професор

КОДОКЕРОВАНІ ВИСОКООМНІ МІРИ-ІМІТАТОРИ ОПОРУ

Ключові слова: високоомні кодокеровані міри, міри-імітатори опору, коригування похибок, методика налаштування

Як і в класичних високоомних кодокерованих магазинах верхня границя відтворюваних опорів магазинів-імітаторів обмежується опором ізоляції ключів перемикачів масштабувальних елементів [1]. Суттєво зменшити похибки відтворення таких мір можна використовуючи імітатори опору (в тому числі й з додатковими пасивними декадами опорів), але вони матимуть інверсну щодо коду управління ЦАП шкалу відтворення [2, 3]. Тому основним їх недоліком є збільшення абсолютної та відносної похибок із збільшенням значень відтворюваних опорів через зростання відносної похибки серійних ЦАП із зменшенням значень кодів керування μ [4, 5]. Вказаного недоліку частково можна уникнути завдяки використанню доповнювальної шкали відтворення опору (див. рис.). В запропонованій структурі висока напруга U_i з допомогою активного подільника напруги резистори R_1, R_2 та ОП DA1 перетворюється в низьковольтну напругу U_1, яка подається до входів КПН та суматора ОП DA3, резистори R_3, R_4 і R_5. Вихідна напруга U_3 суматора з допомогою масштабувальних резисторів R_{Sj} перетворюється у вихідний струм I_i високоомної міри-імітатора провідності. Значення вихідної напруги U_3 ОП DA1, струму імітатора I_i та імітованого мірою опору знаходяться за співвідношеннями:

$$U_3 = U_1\frac{R_5}{R_3} - \mu U_1\frac{R_5}{R_4} = U_i\frac{R_2}{R_1}\cdot\frac{R_5}{R_4}\left(1-\mu\frac{R_3}{R_4}\right), \quad (1)$$

$$I_i = \frac{U_3}{R_{Sj}} = \frac{U_i}{R_{Sj}}\cdot\frac{R_2}{R_1}\cdot\frac{R_5}{R_4}\left(1-\mu\frac{R_3}{R_4}\right), \quad (2)$$

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = R_{Sj}\frac{R_1}{R_2}\cdot\frac{R_5}{R_3}\cdot\frac{1}{1-\mu R_3/R_4}, \quad (3)$$

де U_i, I_i – відповідно, прикладена висока напруга та вихідний струм високоомної міри-імітатора опору; R_1, R_2 – опори високовольтного подільника вхідної напруги U_i ВКМО; R_3, R_4, R_5 – опори зворотного зв'язку суматора ОП DA3; μ – код керування помножувальним КПН.

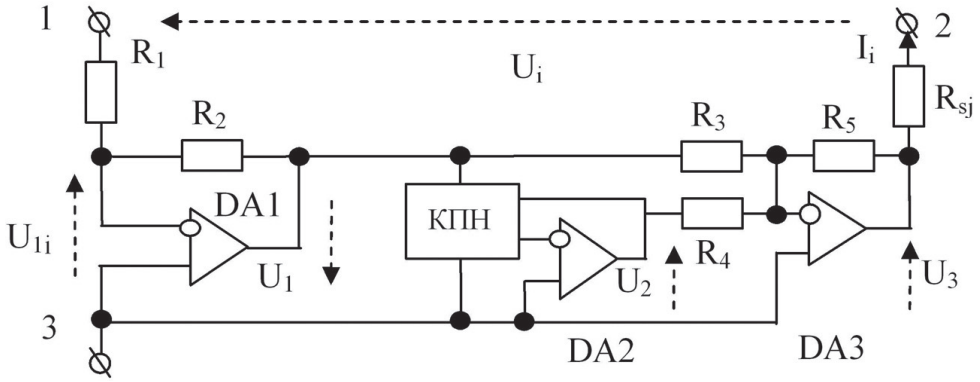


Рисунок – Структурна схема високоомної кодокерованої міри провідності з інверсною шкалою

Як показує аналіз, запропонована структура відтворюватиме високоомний опір з інверсною шкалою за умови, що номінальні значення резисторів R_3, R_4 будуть рівні між собою $R_{3H}=R_{4H}$. Проведений аналіз похибок із врахуванням параметрів неідеальності ОП DA1, DA2 і DA3 та інструментальних похибок масштабувальних елементів запропонованої високоомної міри-імітатора показав, що відтворюваний опір та абсолютна похибка визначаються виразами:

$$R_i = \frac{R_{1H}}{R_{2H}} \cdot \frac{R_{4H}}{R_{5H}} \cdot \left\{ R_{Sj} \left(1 + \sum_{n=1}^{5} \delta_n \right) \Big/ \left[1 - \mu_H \left(R_{4H} / R_{3H} \right) - \mu_H \left(R_{4H} / R_{3H} \right) \sum_{m=1}^{7} \delta_m + \delta_{kU} \right] \right\}. \quad (4)$$

$$\Delta R_i = R_i - R_{iH} = R_{iH} \left[\sum_{n=1}^{5} \delta_n - \delta_{kU} + \mu_H \frac{R_{4H}}{R_{3H}} \left(\sum_{m=1}^{7} \delta_m - \sum_{n=1}^{5} \delta_n \right) \right], \quad (5)$$

де $e_{1E} = e_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_1^- \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$; $e_{2E} = e_2 (1 + \mu) + I_2^- \frac{R}{1 + \mu}$; $e_{3E} = e_3 \left(1 + \frac{R_5}{R_3 \| R_4} \right) + I_3^- R_3 \| R_4 \| R_5$ – еквівалентні напруги зміщення ОП DA1, DA2, DA3, відповідно; e_1, e_2, e_3, I_1^-, I_2^-, I_3^- - відповідно, напруги зміщення та вхідні струми ОП DA1, DA2, DA3; R, μ – номінальне значення опору та коефіцієнт передавання помножувального ЦАП (КПН); k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти передавання розімкнених ОП DA1, DA2, DA3, відповідно; $\sum_{n=1}^{5} \delta_n = \delta_S + \delta_{R4} - \delta_{R5} + \delta_{R1} - \delta_{R2}$;

$\delta_{kU} = \delta_{k1} + \delta_{k2} - \frac{R_{1H}}{R_{2H}} \cdot \frac{e_{1E} \left(R_{4H} / R_{3H} \right) + e_{2E} - e_{3E} \left(R_{4H} / R_{5H} \right)}{U_i}$;

$\sum_{m=1}^{7} \delta_m = \delta_S + \delta_{R4} - \delta_{R3} + \delta_{k1} + \delta_{k2} + \delta_{k3} - \frac{R_{3H}}{R_{4H}} \cdot \frac{R_{1H}}{R_{2H}} \cdot \frac{e_{1E}}{U_i}$; $\delta_{k1}=1/k_1$; $\delta_{k2}=1/k_2$; $\delta_{k3}=1/k_3$ – похибки статизму ОП DA1, DA2, DA3, відповідно.

Як показує аналіз співвідношення (5), абсолютна похибка відтворення опору буде мінімальною при значеннях коду керування близьких до нуля і лінійно зростатиме із його збільшенням. В околі нульових значень коду керування абсолютна похибка високоомної міри провідності визначатиметься інструментальними похибками масштабувальних компонентів та параметрами неідеальності використаних ОП.

Однією з найбільших переваг проаналізованої високоомної міри опору є відносна простота практичної реалізації. Дійсно, під час її побудови необхідно використати лише один високовольтний резистор, спеціальної конструкції перемикач S та масштабувальні резистори R_{Sj} з передбаченими заходами захисту від струмів витоку через ізоляцію. Інші використані елементи є типовими для сучасної вимірювальної техніки. Уся структура міри-імітатора опору є дуже подібною до інтегральних мікросхем помножувальних ЦАП. Це дає підстави для реалізації таких високоомних мір опору у вигляді інтегральних мікросхем, наприклад, у базисі програмованих систем на чіпі.

Аналіз показав, що запропонована високоомна КМО може відтворювати електричний опір в піддіапазонах від 10^6 до 10^{15} Ом з похибкою біля ± 0,1 і її доцільно використовувати при значеннях коду керування близьких до нуля, тобто $\mu \approx 0 \ldots 0{,}5$. Дійсно, за умови використання ОП з малими напругами зміщення та вхідними струмами [6], відносна похибка, зумовлена цими параметрами неідеальності ОП буде меншою від тисячної процента і нею практично можна знехтувати навіть для прецизійних високоомних КМО.

Такі міри-імітатори можуть стати основою автоматизованих засобів метрологічного забезпечення високоомних вимірювань.

1. Яцук В.О. Розвиток теорії та методів підвищення якості засобів вимірювальної техніки з використанням кодокерованих мір [Текст]: дис... д-ра техн. наук: 05.11.05 / Яцук Василь Олександрович; Національний ун-т «Львівська політехніка». – Л., 2004. – 350 с.

2. Магазин опору: Патент № 6361 Україна, МКИ G01R27/00. / Р.М. Огірко, Я.В. Пацарнюк, Є.І. Шморгун, В.О. Яцук (Україна), Чернов А.М. (Молдова). – №4094148/SU; Заявлено 15.05.86; Опубл. 29.12.94, Бюл. № 8-1. – 2 с.

3. Имитатор управляемой меры электрического сопротивления: А.с. 1406730 СССР, МКИ G01R27/00. / А.М. Чернов (СССР). – №37566530/18-21; Заявлено 13.03.84; Опубл. 30.06.88, Бюл. №24. – 3 с.

4. Імітатор великих значень опорів: Пат. 5411 Україна, МКИ G01R27/00. / М.М. Микийчук, Я.В. Пацарнюк, В.О. Яцук. – №94250597; Заявлено 19.05.93; Опубл. 28.12.94, Бюл. №7-1. – 4 с.

5. Микийчук М.М., Столярчук П.Г., Яцук В.О. Високоомні кодокеровані міри опору // Збірник праць IV міжнар. науково-техн. конф. "Контроль і управління в складних технічних системах" (КУТС-97), Вінниця. – 1997. – С. 30-33.

6. AD8551/AD8552/AD8554, Zero-Drift, Single-Supply, Rail-to-Rail Input/Output Operational Amplifiers. Available: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8551_8552_8554.pdf

Наукове видання

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології «Technical Using of Measurement-2020»

4–7 лютого 2020 року

У виданні зібрано тези доповідей конференції,
присвяченої науково-технічним проблемам метрології
Відповідальний за випуск Є.Т. Володарський

Укладач: Івах Р. М.

Матеріали подано в авторській редакції та затверджено на засіданні Науково-технічної ради ДП «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем» (ДП НДІ «Система»), секція «Метрологія і стандартизація».

Рішення № 1-2/2020 засідання секції «Метрологія і стандартизація» Науково-технічної ради ДП НДІ «Система» від 14 січня 2020 р. щодо VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології «Technical Using of Measurement-2020» та присвоєння номера ISBN 978-617-7809-26-4.

ТзОВ «Галицька видавнича спілка»
вул. Тугана-Барановського, 24, м. Львів, 79005,
тел. (032) 276-37-99
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 198