

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



*Одеська державна академія
технічного регулювання та якості*

ISSN 2412 – 5288 (Print)
ISSN 2414 – 9780 (Online)

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ

1(10) 2017

ОДЕСА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ
Випуск 1(10) 2017

Заснований у 2012 р.

Засновник: Одеська державна академія технічного регулювання та якості
65020, м. Одеса вул. Ковальська, 15

Телефон: (048)726-68-92, факс: (048)726-76-95

E-mail: odatry@gmail.com

Сайти: www.kachestvo.od.ua, odatrya.org.ua.

Редакційна колегія

Голова редакційної колегії

Коломієць Леонід Володимирович (д.т.н., професор)

Заступник голови редакційної колегії

Братченко Геннадій Дмитрович (д.т.н., професор)

Андрієнко Микола Миколайович (к.т.н., професор)

Боряк Костянтин Федорович (д.т.н., доцент)

Ваганов Олександр Іванович (д.т.н., професор)

Величко Олег Миколайович (д.т.н., професор)

Волков Сергій Леонідович (к.т.н., доцент)

Гасанов Юсиф Надир огли (д.т.н., професор, Азербайджанська Республіка)

Гордієнко Тетяна Богданівна (д.т.н., с.н.с., доцент)

Дяченко Олександр Феодосійович (к.т.н., с.н.с.)

Зборовська Ірина Адамівна (к.т.н., доцент)

Квасніков Володимир Павлович (д.т.н., професор)

Клещов Геннадій Михайлович (к.т.н., доцент)

Корсун Валерій Іванович (д.т.н., професор)

Кучерук Володимир Юрійович (д.т.н., професор)

Левін Сергій Федорович (д.т.н., професор, Російська Федерація)

Ленков Сергій Васильович (д.т.н., професор)

Мілованов Валерій Іванович (д.т.н., професор)

Новіков Володимир Миколайович (д.ф.-м.н., професор)

Петришин Ігор Степанович (д.т.н., професор)

Скачков Валерій Вікторович (д.т.н., професор)

Солдо Божо (д.т.н., професор, Республіка Хорватія)

Янковський Олег Георгійович (к.т.н., доцент)

Відповідальний секретар Братченко Геннадій Дмитрович

Внесений наказом Міністерства освіти і науки України від 15.04.2014 р. № 455 до
«Переліку наукових фахових видань України» за № 37 (технічні науки).

Затверджений до друку і розповсюдження через мережу Інтернет Вченою Радою Оде-
ської державної академії технічного регулювання та якості (протокол № 12 від 15.06.2017 р.).

Свідectво про державну реєстрацію KB № 18770-7570P від 30.01.2012 р.

ЗМІСТ

Стандартизація, сертифікація, менеджмент якості	5
Л. В. Коломієць, д.т.н., В. В. Горін, к.т.н., К. О. Подостроець, Є. С. Чистяков ЩОДО ДЕЯКИХ ПИТАНЬ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА.....	6
М. І. Сичов, к.х.н., Л. В. Коломієць, д.т.н., К. Ф. Боряк, д.т.н. ВИВЧЕННЯ УМОВ ОТРИМАННЯ СПОЛУК МАГНІЮ ОСОБЛИВОЇ ЧИСТОТИ З ЙОГО ХЛОРИДУ.....	10
О. В. Макарова, Л. І. Григор'єва, д.б.н., Ю. А. Томілін, д.б.н. РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ОЦІНЦІ ЯКОСТІ І ЕКОЛОГІЧНИЙ СЕРТИФІКАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	15
А. О. Михалко ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТУРИСТИЧНИХ ПОСЛУГ.....	19
А. А. Габер, к.т.н., Г. В. Грабовський, В. О. Іванов АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЗА СТАНДАРТОМ NSF/IPEC/ANSI 363-2016 З МЕТОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ДОПОМІЖНИХ РЕЧОВИН.....	24
О. В. Ярмолюк, Н. Є. Гоц, д.т.н. ФОРМУВАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ КВАЛІМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ.....	28
О. М. Velychko, DSc, Т. В. Gordiyenko, DSc, L. V. Kolomiets, DSc IMPROVED METHOD AND SOFTWARE-INSTRUMENTAL COMPLEX FOR GROUP EXPERT ASSESSMENT.....	35
Н. О. Ботвіна, д.е.н., Н. С. Згадова, к.е.н., М. В. Кравченко, к.е.н. МЕНЕДЖМЕНТ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК.....	41
Прилади та методи вимірювання фізичних величин, їх метрологічне забезпечення	45
О. С. Левинський, М. О. Голофєєва, к.т.н., В. О. Шворінь, С. М. Урсол ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОБ'ЄКТА ПРИЛАДАМИ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕХНІКИ.....	46
В. С. Кравчук, к.т.н., А. Ф. Дашченко, д.т.н., Л. В. Коломієць, д.т.н., А. М. Лимаренко, к.т.н. ОБ ОЦЕНКЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	50
V. F. Orobey, DSc, A. F. Dashchenko, DSc, L. V. Kolomiets, DSc, A. M. Limarenko, PhD, R. S. Lobus, PhD ESTIMATION OF CONE-SHAPED BEAMS OF SPECIAL CRANES ON STABILITY.....	54
О. М. Величко, д.т.н., В. В. Ісаєв ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ КАЛІБРУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КАЛІБРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ.....	59
О. В. Банзак, д.т.н., Г. В. Банзак, к.т.н. ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ АЭС НА ОСНОВЕ CdZnTe-ДЕТЕКТОРОВ.....	65

К. О. Подостроєць МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПОСОБУ ПЕРЕДАЧІ ОДИНИЦІ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ МЕТРА ВІД ЕТАЛОНУ ДО РОБОЧИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ.....	71
И. П. Солоненко, к.т.н. ПРИМЕНЕНИЕ СВЧ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В ОБРАЗЦАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	75
К. Ф. Боряк, д.т.н., А. Г. Цимбалюк, О. О. Лопатін ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ КАЛІБРУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ ЗНКП-60.....	79
Інформаційно-вимірювальні системи і технології	83
С. Л. Волков, к.т.н., Є. В. Вавілов, к.т.н., С. В. Коломієць СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ШТУЧНИХ СИСТЕМ.....	84
О. І. Лещенко, к.т.н., Г. С. Бондаренко РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ.....	88
Г. Д. Братченко, д.т.н., Д. В. Григор'єв, Г. Г. Смаглюк ОЦІНКА ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ РІЗНИЦІ ФАЗ ВІДПОВІДНИХ ГАРМОНІК У ДВОХ СИГНАЛАХ.....	91
О. І. Лещенко, к.т.н., В. І. Пенязенко АНАЛІЗ УМОВ СТВОРЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ.....	96
В. І. Мілованов, д.т.н., О. Л. Клебан ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ.....	99
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	104
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	105

РОЗДІЛ 1

Стандартизація, сертифікація, менеджмент якості

Л. В. Коломієць, д.т.н., В. В. Горін, к.т.н., К. О. Подостроець, Є. С. Чистяков

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ЩОДО ДЕЯКИХ ПИТАНЬ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Представлено наявні проблеми відсутності нормативно-правових актів, що регулюють умови та правила проведення ремонту засобів вимірювальної техніки.

Ключові слова: повірка, калібрування, ремонт, засоби вимірювальної техніки.

Вступ

З 01 січня 2016 року набрав чинності Закон України № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність» (далі – Закон № 1314-VII), який поклав початок в реформування метрологічної галузі нашої держави. Необхідність прийняття нового закону України з питань метрології та метрологічної діяльності зумовлена розмежуванням регуляторних, наглядових (контрольних) та господарських функцій у сфері метрології; розмежуванням адміністративних та господарських послуг; гармонізацією законодавчих актів у повному обсязі з документами Міжнародної організації законодавчої метрології (OIML), актами законодавства Європейського Союзу з питань метрології та документами Європейської співпраці із законодавчої метрології (WELMEC); звуженням сфери нормативного регулювання метрологічної діяльності; розширенням застосування механізмів акредитації для підтвердження компетенції суб'єктів, що здійснюють метрологічну діяльність; створення державної метрологічної інспекції тощо.

Частиною 9 розділу 10, Закону № 1314-VII передбачається зобов'язати Кабінет Міністрів України забезпечити приведення своїх нормативно-правових актів, а також нормативно-правових актів міністерств та інших центральних органів виконавчої влади у відповідність із Законом № 1314-VII.

Аналіз прийнятих нормативно-правових актів з метрології

У зв'язку з вищевикладеним, Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, як уповноважений орган у сфері метрології [1], зробило низку нормативно-правових актів для реалізації положень Закону № 1314-VII, а також скасувало деякі нормативно-правові акти для приведення у відповідність із вимогами чинного законодавства, наприклад:

- Наказ № 787 від 06.05.2016 «Про визнання такими, що втратили чинність, деяких наказів»;

- Наказ № 972 від 14.06.2016 «Про визнання такими, що втратили чинність, деяких наказів» (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України

02 липня 2016 р. за № 914/29044).

Так, згідно Наказу Мінекономрозвитку № 972 від 14.06.2016 втратили чинність:

- наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 09 грудня 2004 року № 272 «Про затвердження Порядку обліку підприємств, організацій та фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які провадять діяльність, пов'язану з виробництвом, ремонтом, продажем і прокатом засобів вимірювальної техніки», зареєстрований у Міністерстві юстиції України 24 грудня 2004 року за № 1643/10242.

Цей порядок регламентує процедуру обліку підприємств, організацій та фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які провадять діяльність, пов'язану з виробництвом засобів вимірювальної техніки, а також ремонтують для суб'єктів підприємницької діяльності, продають і видають напрокат засоби вимірювальної техніки.

- наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 04 травня 2005 року № 108 «Про затвердження Інструкції щодо умов і правил проведення ремонту засобів вимірювальної техніки», зареєстрований у Міністерстві юстиції України 23 травня 2005 року за № 560/10840 (із змінами).

Ця інструкція встановлює загальні положення, умови і правила проведення ремонту засобів вимірювальної техніки.

Згідно аналізу регуляторного впливу Наказу Мінекономрозвитку № 972 від 14.06.2016, накази, що втратили чинність були свого часу прийняті відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 113/98-ВР від 11.02.1998, який в свою чергу втратив чинність з 01.01.2016 року.

Під час розробки проекту Наказу Мінекономрозвитку № 972 від 14.06.2016 було розглянуто такі альтернативні способи досягнення визначених цілей:

- залишення наказів, прийнятих відповідно до статті 11 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 113/98-ВР від

11.02.1998 без змін.

- прийняття наказу, який направлений на визнання регуляторних актів у сфері метрології та метрологічної діяльності, які не відповідають вимогам Закону № 1314-VII, такими, що втратили чинність.

Відповідно до аналізу регуляторного впливу – залишення регуляторних актів призвело б до невідповідності нормативно-правових актів вимогам чинного законодавства України, запровадження такої альтернативи було визнано недоцільним.

Аналіз чинного Закону № 1314-VII і Закону України від 11.02.1998 № 113/98-ВР, що втратив чинність

Порівнюючи окремі положення чинного Закону № 1314-VII, щодо застосування засобів вимірювальної техніки та Закону України від 11.02.1998 № 113/98-ВР, що втратив чинність, можна зробити висновок щодо тотожності окремих вимог до ремонту та прокату засобів вимірювальної техніки.

Так, наприклад, стаття 11 Закону України від 11.02.1998 № 113/98-ВР, що втратив чинність з 01.01.2016 року, встановлювала, що: «засоби вимірювальної техніки, на які поширюється державний метрологічний нагляд, дозволяється застосовувати, випускати з виробництва, ремонту та у продаж і видавати напрокат лише за умови, якщо вони пройшли перевірку або державну метрологічну атестацію. Засоби вимірювальної техніки, на які не поширюється державний метрологічний нагляд, дозволяється випускати з виробництва та ремонту лише за умови, якщо вони пройшли калібрування або метрологічну атестацію. Підприємства, організації та фізичні особи – суб'єкти підприємницької діяльності, які провадять діяльність, пов'язану з виробництвом, ремонтом, продажем і прокатом засобів вимірювальної техніки, повинні письмово повідомити відповідні територіальні органи про свою діяльність у порядку, встановленому нормативно-правовим актом спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади у сфері метрології. Підприємства, організації та фізичні особи - суб'єкти підприємницької діяльності, які провадять діяльність, пов'язану з ремонтом засобів вимірювальної техніки, повинні дотримуватися умов і правил проведення цієї діяльності, які встановлюються нормативно-правовим актом спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади у сфері метрології».

В свою чергу, ч. 4 ст. 8 Закону № 1314-VII встановлює, що «законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки дозволяється застосовувати, випускати з виробництва, ремонту та в продаж і видавати напрокат лише за умови їх

відповідності цьому Закону № 1314-VII та іншим нормативно-правовим актам, що містять вимоги до таких засобів вимірювальної техніки».

Крім цього, в тексті Закону № 1314-VII неодноразово згадується ремонт засобів вимірювальної техніки та порядок проведення метрологічних робіт після нього (ст.ст. 17, 24). Також, ч.8 розділу 10 «Прикінцеві та перехідні положення» передбачено внесення змін до Кодексу України про адміністративні правопорушення, щодо випуску з ремонту та видачі на прокат засобів вимірювальної техніки. Випуск з ремонту та видача на прокат засобів вимірювальної техніки, що застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології та не відповідають нормативно-правовим актам, що містять вимоги до таких засобів вимірювальної техніки, – тягне за собою накладення штрафу на посадових осіб підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності та фізичних осіб – підприємців від трьох до тридцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Частина 4 ст. 8 та ч. 1 ст. 17 Закону № 1314-VII у сукупності з пунктом 23 розділу 2 Наказу Мінекономрозвитку № 193 від 08.02.2016 [5] зобов'язує суб'єктів господарювання, які випускають з ремонту та видають напрокат законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки проводити їх перевірку безпосередньо перед випуском їх з ремонту. Таким чином споживач захищений від попадання на ринок не повірених законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки після ремонту, хоча і неясно при яких умовах проводився такий ремонт.

Слід зазначити, що законодавство ні як не регулює питання щодо випуску з ремонту та видачі на прокат засобів вимірювальної техніки які є законодавчо не регульовані. Немає прямого зобов'язання суб'єктів, що здійснюють ремонт законодавчо не регульованих засобів вимірювальної техніки, проводити їх перевірку в уповноважених організаціях перед випуском їх з ремонту, а також взагалі немає умов та правил проведення ремонту засобів вимірювальної техніки. Таким чином неможливо встановити ймовірну невідповідність засобів вимірювальної техніки нормативно-правовим актам, так як не існує процедури встановлення такої відповідності хоча б стороною, що виконувала ремонт.

Аналіз наказів, що втратили чинність та існуючих вимог законодавства

Аналізуючи наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 04 травня 2005 року № 108 «Про затвердження Інструкції щодо умов і правил проведення ремонту засобів вимірювальної техніки», що втратив чинність, можна зро-

бити висновок щодо існування об'єктивної необхідності забезпечення умов проведення ремонту засобів вимірювальної техніки, а саме наявності:

- робочих місць для проведення ремонту;
- експлуатаційної та ремонтної документації на засоби вимірювальної техніки, що ремонтуються;
- кваліфікованого персоналу;
- повірених (каліброваних) засобів вимірювальної техніки, еталонів з притаманними їм похибками та/або невизначеностями вимірювань, випробувального та іншого обладнання.

Слід зазначити, що ч. 4 ст. 17 Закону № 1314-VII передбачає «порядок подання засобів вимірювальної техніки на періодичну повірку, обслуговування та ремонт», але відноситься такий порядок виключно до засобів вимірювальної техніки, результати вимірювань яких використовуються для здійснення розрахунків за спожиті для побутових потреб електричну і теплову енергію, газ і воду.

Суттєвою різницею між діючим Законом № 1314-VII та попереднім Законом України від 11.02.1998 № 113/98-ВР – є те, що не чинний закон, крім встановлення вимог щодо виробництва, ремонту, прокату засобів вимірювальної техніки, регулював умови та правила проведення ремонту засобів вимірювальної техніки, а також встановлював порядок обліку підприємств, організацій та фізичних осіб - суб'єктів підприємницької діяльності, які провадять діяльність, пов'язану з виробництвом засобів вимірювальної техніки, а також ремонтують для суб'єктів підприємницької діяльності, продають і видають на прокат засоби вимірювальної техніки.

Аналізуючи наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 09 грудня 2004 року № 272 «Про затвердження Порядку обліку підприємств, організацій та фізичних осіб - суб'єктів підприємницької діяльності, які провадять діяльність, пов'язану з виробництвом, ремонтом, продажем і прокатом засобів вимірювальної техніки», що втратив чинність, можна зробити висновок щодо відсутності, згідно чинного законодавства, правових підстав такого обліку.

Однак, при вирішенні питання щодо приведення нормативно-правової бази в частині умов та правил проведення ремонту засобів вимірювальної техніки, та при наявності відповідного позитивного експертного висновку можливе здійснення на безоплатній основі обліку організацій, що виконують ремонт засобів вимірювальної техніки.

Висновки

Аналізуючи чинне законодавство України з питань метрології, можна зробити висновок що-

до існування окремих вимог до організацій – виробників та користувачів засобів вимірювальної техніки. Також, передбачається порядок подання засобів вимірювальної техніки, які використовуються для здійснення розрахунків за спожиті для побутових потреб електричну і теплову енергію, газ і воду, на обслуговування та ремонт.

Споживач захищений від потрапляння на ринок не повірених законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки після ремонту, так як суб'єкти господарювання, які випускають з ремонту та видають на прокат законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки, зобов'язані проводити їх повірку в уповноважених організаціях безпосередньо перед випуском їх з ремонту, хоча і неясно при яких умовах такий ремонт проводився. Залишається відкритим питання щодо випуску з ремонту та видачі на прокат засобів вимірювальної техніки, які є законодавчо не регульовані. На даний час проводити їх повірку в уповноважених організаціях перед випуском їх з ремонту не обов'язково.

Також відсутній будь-який нормативно-правовий акт, що регулював би умови і правила проведення ремонту засобів вимірювальної техніки.

Для забезпечення єдності вимірювань в Україні і для реалізації положень Закону № 1314-VII постає необхідність в найшвидшій розробці та прийнятті нормативно-правового акту «Умови та правила проведення ремонту засобів вимірювальної техніки». В цьому акті, поміж іншим, пропонується визначити критерії компетенції по проведенню робіт з ремонту засобів вимірювальної техніки. На даний час, відповідне підтвердження своєї компетенції в таких роботах можуть мати: державні підприємства, які належать до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності, наукові метрологічні центри, повірочні та калібрувальні лабораторії, органи з оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки. Але, організаційно-правова форма, організаційна структура, підпорядкованість, фінансовий стан та порядок оплати праці персоналу таких суб'єктів повинні забезпечувати незалежність від осіб, відповідальних за ремонт чи обслуговування засобів вимірювальної техніки.

Список використаних джерел

1. Про Міністерство економічного розвитку і торгівлі України «Положення про Міністерство економічного розвитку і торгівлі України»: Указ Президента України [від 31 травня 2011 року № 634/2011].

2. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України «Про визнання такими, що втратили чинність, деяких наказів» від 06.05.2016 № 787.

3. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України «Про визнання такими, що втратили чинність, деяких наказів» від 14.06.2016 № 972. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 02 липня 2016 за № 914/29044.

4. «Про метрологію та метрологічну діяльність»: Закон України № 1314-VII від 05.06.2014 року.

5. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України «Про затвердження Порядку проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів» від 08.02.2016 № 193. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 24 лютого 2016 за № 278/28408.

6. Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики «Про затвердження Порядку обліку підприємств, організацій та фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які провадять діяль-

ність, пов'язану з виробництвом, ремонтом, продажем і прокатом засобів вимірювальної техніки» від 09 грудня 2004 року № 272. Зареєстрований у Міністерстві юстиції України 24 грудня 2004 року за № 1643/10242 (втрата чинності від 26.07.2016).

7. Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики «Про затвердження Інструкції щодо умов і правил проведення ремонту засобів вимірювальної техніки» від 04 травня 2005 року № 108. Зареєстрований у Міністерстві юстиції України 23 травня 2005 року за № 560/10840 (із змінами) (втрата чинності від 26.07.2016).

8. «Про метрологію та метрологічну діяльність»: Закон України № 113/98-ВР від 11.02.1998 року (втрата чинності від 01.01.2016).

Надійшла до редакції 23.03.2017

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Новіков В. М., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

Л. В. Коломиец, д.т.н., В. В. Горин, к.т.н., К. А. Подостроец, Е. С. Чистяков

Одесская государственная академия технического регулирования и качества, м. Одеса

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Представлены существующие проблемы отсутствия нормативно-правовых актов, регулирующих условия и правила проведения ремонта средств измерительной техники.

Ключевые слова: поверка, калибровка, ремонт, средства измерительной техники

L. Kolomiets, DSc, V. Gorin, PhD, K. Podostroets, E. Chistyakov

Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality, Odesa

ABOUT SOME QUESTIONS OF METROLOGICAL LEGISLATION

Problems of the absence of regulatory and legal acts regulating the conditions and rules for repair of measuring equipment are presented.

Keywords: verification, calibration, repair, measuring equipment

М. І. Сичов, к.х.н., Л. В. Коломієць, д.т.н., К. Ф. Боряк, д.т.н.

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ВИВЧЕННЯ УМОВ ОТРИМАННЯ СПОЛУК МАГНІЮ ОСОБЛИВОЇ ЧИСТОТИ З ЙОГО ХЛОРИДУ

У статті розглянуті питання забезпечення якості важливих для нової техніки сполук магнію – його хлориду та оксиду. Вивчені процеси лужного гідролізу магній-іонів і його особливості в межах високих концентрацій іонів магнію. Показано, що в таких умовах утворюються лужні розчини, які містять комплекси магнію, які мають здатність при розбавленні утворювати осад гідрооксиду магнію з особливими властивостями: висока поглинаюча здатність до домішкових іонів 3-d елементів та значну швидкість фільтрації, що особливо важливо в технології сполук магнію. На основі одержаних дослідних даних надані рекомендації щодо технології отримання високочистих сполук хлориду і оксиду магнію. Дані рекомендації щодо можливості застосування такої технології для отримання інших високочистих сполук-хлоридів калію, натрію і кальцію, які важливі у фармацевтичному виробництві.

Ключові слова: магній, гідроліз, комплекси магнію оксид, хлорид, домішки, очистка, фільтрація гідроксиду магнію.

Постановка проблеми в загальному вигляді визначається потребами техніки в сполуках магнію, насамперед, його оксиду та гідроксиду, деяких солей високого ступеня чистоти. Особливі умови по мінімальному вмісту сполук 3-d металів ставлять виробництва оптичних, люмінофорних, електротехнічних матеріалів, монокристалів, еталонів для аналізів, фармакопейних препаратів, медицина [1]. Разом з тим гідроксид магнію, який є сировиною для отримання його оксиду при термічному розкладі, має схильність до сорбції сполук більшості металів, що стає на заваді його чистоті, але може бути використаний для концентрування ряду елементів в хімічному аналізі та в технологіях виділення їх з розчинів. Перспективними є можливості використання гідроксиду магнію для сорбції бору та урану з морської води, очистки вод і розчинів від радіонуклідів [2]. Структура осаду гідроксиду магнію, проблеми його фільтрації є предметом уваги багатьох дослідників в області хімії та хімічної технології [3 – 5]. Більшість дослідників вважають найбільш важливою частиною процесу утворення гідроксиду його зародкову фазу та саму швидкість процесу. Звичайно, можливо вважати що первинна фаза осадження є визначальною і для сорбції домішкових сполук металів гідроксидом магнію. Висока швидкість осадження цього гідроксиду лужними реагентами не дає можливості вивчити як склад гідрооксокомплексів, так і властивості зародкових і первинних часток осаду.

До того ж відомі дослідження процесів осаду гідроксиду магнію проводились при концентраціях металу в розчинах концентрацією не бі-

льше, ніж 1 моль/дм³ [3 – 5].

Мета дослідження полягає у вивченні умови гідролізу іонів магнію в розчинах його хлориду в межах концентрацій 0,5 – 4,7 моль/дм³, та умов отримання легкофільтруємого осаду гідрооксиду магнію, концентрації на ньому домішкових іонів, переважно 3-d металів для цілей очистки ряду солей. Дослідження проводились з використанням хлориду магнію кваліфікації «х.ч.» по ГОСТ 4209-77, гідроксид натрію «ос.ч.18-3» по ТУ 6-09-5399-88. Для приготування розчинів застосовувалася вода дистильована кваліфікації «ос.ч.27-5». Аналітичне визначення домішкових елементів було проведено атомно-абсорбційним методом із застосуванням атомізації полум'я «повітря-ацетилен». Вивчалась можливість очистки розчинів хлориду магнію від мікрокількостей домішкових іонів співосадом з гідроксидом магнію.

Були проведені дослідження гідролізу іонів магнію в розчинах його хлориду 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 4,7 моль/дм³ при різних співвідношеннях кількості реагентів в системі $MgCl_2 - NaOH - H_2O$. Встановлено виражену залежність проходження гідролізу і складу фаз від початкової концентрації іонів магнію в розчині та співвідношення реагентів.

Ця особливість вже помітна при концертрації хлориду магнію в розчині в 1 моль/дм³. Вирахувані значення добутку розчинності для первісних фаз гідролізу мали значення $(2,41 - 2,64) \cdot 10^{-10}$, що достатньо відповідає значенню для лабільної (активної) форми гідроксиду магнію з добутком розчинності в $3,47 \cdot 10^{-10}$ [6, 7]. Первісна, лабільна форма осаду здатна до

взаємодії і розчиненню в хлориді магнію, утворюючи знову рідку фазу, що має вміст луку. Така розчинність посилюється з ростом концентрації хлориду магнію і вона є достатньо значною без утворення твердофазних продуктів гідролізу (рис. 1).

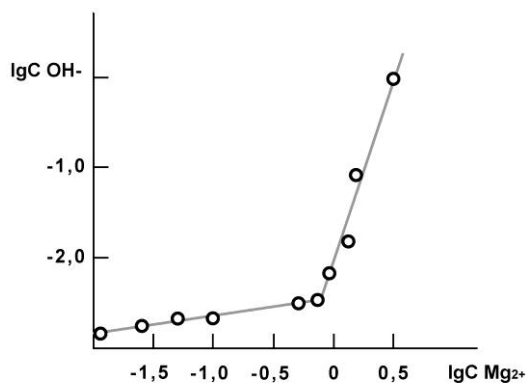


Рисунок 1 – Максимальна лужність розчинів $MgCl_2$ з $NaOH$

Гідроліз магнію на стадіях лужного гідролізу, що передують утворенню його гідроксиду, проходить при утворенні гідроксокомплексів, в тому числі і поліядерних [8]. Такі гідроксокомплекси переважають в концентрованих розчинах хлориду магнію ($4 - 4,7$ моль/дм³) та існують в метастабільному розчинному стані. Розбавлення водою таких розчинів призводить до випадіння осаду, склад якого наприкінці є стабільною фазою гідроксиду магнію. З метою вивчення процесу формування осаду, що має підвищені сорбційні та фільтраційні властивості, проводили лужну поліконденсацію концентрованих розчинів хлориду магнію ($4 - 4,7$ моль/дм³) з наступним розбавленням водою до концентрації $0,5$ моль/дм³. Сам процес утворення осаду проходить стадії: зародкові частки → первісні частки → сформовані кристали, що було встановлено методами термографічного аналізу на дериватографі Паулік, Ердеї, ІК-спектроскопії – на спектрометрі IR-75, електронній мікроскопії вугільних реплік на мікроскопі Hitachi H-500 при збільшенні в $50000 - 80000$ разів. Осад гідроксиду магнію утворюється в умовах невеликого пересичення $n = (a_{Mg^{2+}} \cdot a_{OH^-}^2) / MP_{Mg(OH)_2}$, де $a_{Mg^{2+}}$ та a_{OH^-} – активності магній- та гідроксид-іонів на початку розбавлення розчину хлориду магнію, поліконденсованого лугом, $MP_{Mg(OH)_2}$ – множина розчинності для осаду. Структура осаду утворюється по механізму масової кристалізації з тривалим ($5 - 20$ хв) індукційним періодом. Такі умови осадження колектору гідроксиду магнію при поступовому зниженні рН від $9,5$ до $8,5 - 8,7$ в реакційному об'ємі дозволяють створити умови для

орієнтовного нарощування кристалів при збереженні високої сорбційної здатності осаду до домішкових іонів в розчині в зародкових і первинних структурах в ході кристалізації. Вибраний спосіб співосадження мікрокількостей домішкових іонів забезпечує не тільки рівномірну їх сегрегацію у міжшаровому просторі кристалічної решітки сформованої структури осаду, але й безповоротність співосадження, що підтверджено значенням величини розподілу $\lambda > 1$ в рівнянні Дернера-Госкінса [9]. Осад гідроксиду магнію має високу швидкість фільтрації, яка залежить від величини вихідного пересичення n на початковому періоді розбавлення лужногідролізованого концентрованого розчину хлориду магнію.

Значення коефіцієнтів фільтрації осаду гідроксиду магнію (рис. 2) суттєво відрізняються від таких, що мають осади, які одержані шляхом прибавлення луку до розчину (загальновідомий спосіб осадження) з коефіцієнтом фільтрації $K_f = 0,08 \cdot 10^{-7}$ м/год [4].

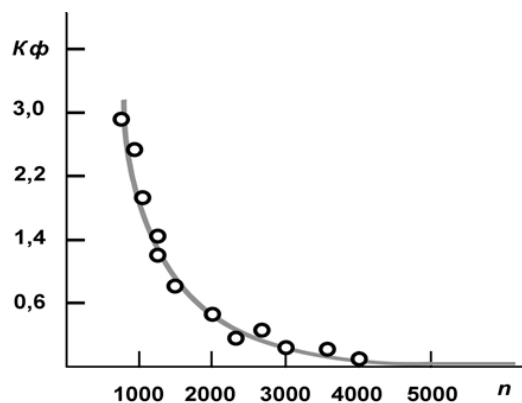


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта фільтрації K_f від величини n

Ступінь очистки розчинів хлориду магнію залежить як від величини вихідного лужного модулю $\alpha = [OH^-]/[Mg^{2+}]$, так і від кінцевої, після розбавлення, концентрації розчину $MgCl_2$ (табл. 1). Ці величини визначають склад і концентрацію гідроксокомплексів магнію та їх взаємодію при гідролізі в процесі розбавлення розчину $MgCl_2$ (табл. 1), що в результаті визначає швидкість процесу нарощування. Ці величини визначають склад і концентрацію гідроксокомплексів магнію та їх взаємодію при гідролізі в процесі розбавлення розчину $MgCl_2$ (табл. 1), що в результаті визначає швидкість процесу нарощування кристалів та властивості осаду гідроксиду магнію. Як видно з даних табл. 1 при осадженні $5 - 10\%$ вихідної кількості магнію при розбавленні до $0,5 - 1,0$ моль/дм³ досягається високий ступінь очистки розчину від домішкових іонів

Таблиця 1 – Залежність чистоти розчину $MgCl_2$ від умов гідролізу

Вид мікро-домішки	Вміст мікродомішок, мас. % (в перерахунку на $MgCl_2$)						
	[OH ⁻] / [Mg ²⁺] у вихідному розчині*			[$MgCl_2$] після розбавлення **, моль /дм ³			
	0,02	0,05	0,10	3,0	2,0	1,0	0,5
Fe	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Mn	$3 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-7}$
Cu	$1 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-7}$
Ni	$6 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$
Co	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-7}$
Cr	$2 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$
V	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
B	$5 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Ca	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
S	$1 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$

*Концентрація $MgCl_2$ після розбавлення складала $0,5$ моль/дм³**Співвідношення [OH⁻] / [Mg²⁺] у вихідному розчині складало $0,08$ Таблиця 2 – Залежність чистоти $MgCl_2$ та MgO в оптимальних умовах очистки

Вид мікро-домішки	Вміст мікродомішок, мас. % (в перерахунку на $MgCl_2$ та на MgO)					
	$MgCl_2$			MgO		
	Неочищена сполука	Очищена сполука	Ступінь очистки	Неочищена сполука	Очищена сполука	Ступінь очистки
Fe	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^3$
Mn	$2 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^3$
Cu	$5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^3$
Ni	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^3$
Co	$1 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^3$
Cr	$3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^3$
V	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^2$
B	$2 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^4$
Ca	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^3$
S	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^2$

*Концентрація $MgCl_2$ після розбавлення складала $0,5$ моль/дм³**Співвідношення [OH⁻] / [Mg²⁺] у вихідному розчині складало $0,08$

Лужна поліконденсація іонів магнію в концентрованих розчинах його хлориду з наступним розбавленням є універсальним прийомом як для отримання високочистих сполук магнію у вигляді його хлориду і оксиду (рис. 3), так і для можливої очистки ряду солей – NaCl, KCl, CaCl₂, які мають також широке застосування у фармацевтиці і в медицині для виготовлення розчинів для фантомів МРТ і розчинів для гемодіалізу по тій же схемі (рис. 4). Очищення також можливе і для інших лужних та лужно-земельних хлоридів, що потребує досліджень. Такі технології не потребують складного обладнання та особливих прийомів і достатньо просто можуть бути освоєні на існуючій сировинній базі ряду галузей українських підприємств. Щодо відходів, то і вони

можуть мати застосування. Основний з них – гідроксид магнію, як колектор домішок сполук металів у наданій схемі, містить в мас. % (в перерахунку на MgO) Fe – $4 \cdot 10^{-3}$, Mn – $4 \cdot 10^{-2}$, Cu – $1 \cdot 10^{-2}$, Ni – $6 \cdot 10^{-3}$, Co – $2 \cdot 10^{-2}$, Cr – $6 \cdot 10^{-2}$, V – $4 \cdot 10^{-2}$, B – $4 \cdot 10^{-1}$, Ca – $4 \cdot 10^{-2}$, S – $3 \cdot 10^{-2}$. В кожному циклі очистки цей колектор виводиться з процесу і може бути використаний на відповідні потреби – виробництво термостійкої кераміки, теплоізоляційних матеріалів, покриття трансформаторної сталі та інше [10]. Самі ж очищені цільові розчини солей можуть бути неодноразово доочищені до супервисокого ступеню чистоти згідно конкретних вимог і потреб новітньої техніки у її виробництві.

Отримані результати можуть бути застосо-

вані для концентрування іонів більшості металів та радіонуклідів, що особливо важливо при проведенні хімічних аналізів по їх вмісту та для очистки природних і технічних розчинів. Оцінка запропонованого способу із застосуванням гідролітичного осадження гідроксиду магнію у вивчених умовах для концентрування та співосадження урану як на модельних розчинах, так і на кон-

центрованих природних, що містять високу його концентрацію, показує високу ефективність такого колектору з сорбційною ємністю $СЄ=45,8$ мг урану на 1 г $Mg(OH)_2$, що є одного порядку з величиною для найбільш відомого сорбенту на основі гідроксиду титану.

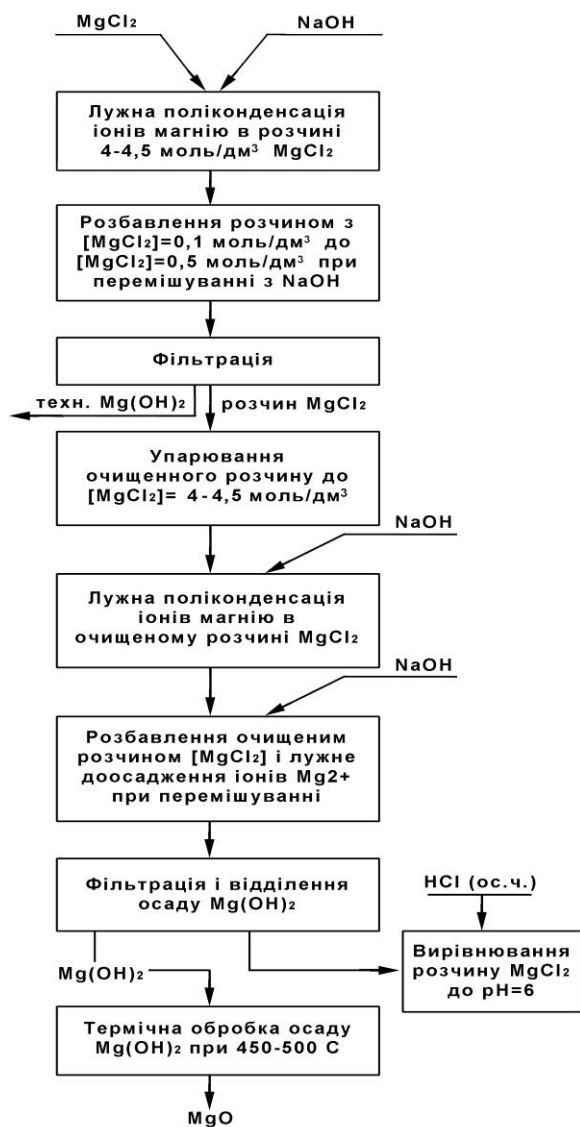


Рисунок 3.
Схема отримання високо чистих $MgCl_2$ і MgO

Висновки. В роботі виконані дослідження процесів глибокої очистки хлориду магнію і його оксиду та надані результати досліджень, що дозволяють зробити висновки щодо можливостей ефективної очистки і отримання високочистих сполук хлоридів лужних та лужно-земельних елементів, потреба в яких викликана розвитком галузей новітньої техніки, потреб медицини, виробництва фармацевтичних препаратів, в аналітичній хімії та для цілей очистки природних та

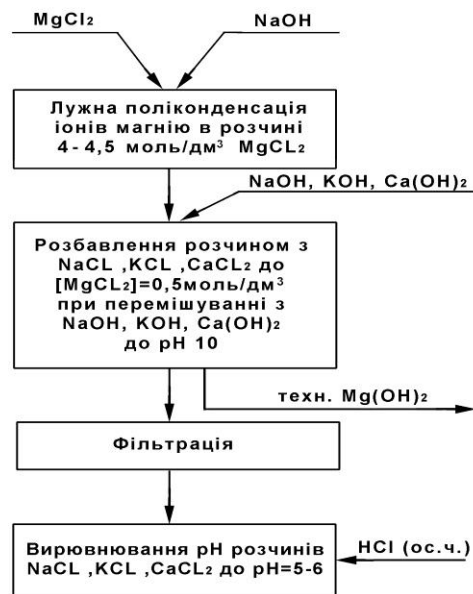


Рисунок 4.
Схема отримання розчинів $NaCl$, KCl , $CaCl_2$ фармакопейної чистоти

стічних вод від шкідливих метал-іонів та радіоактивних ізоотопів. Надано варіанти технологічних схем, ґрунтованих на результатах виконаних досліджень.

Список використаних джерел

1. Сычев М. М. Перспективы использования золь-гель метода в технологии неорганических материалов / М. М. Сычев. – Журн. прикл. химии. – 1990. – Т. 63. – № 3. – С. 489 – 499.

2. Новиков А. И. Соосаждение урана (VI) с гидратированными оксидами железа (III), циркония, марганца (IV) и магния, / А. И. Новиков, Л. Н. Гордеева // Радиохимия. – 1972. – Т. 14. – № 1. – С. 14 – 20.
3. Чалый В. П. Гидроокиси металлов / В. П. Чалый. – К.: Наукова думка, 1972. – 160 с.
4. Вассерман И. М. Химическое осаждение из растворов / И. М. Вассерман. – Л.: Химия, 1980. – 207 с.
5. Hisahiko Einaga. The hydrolitic precipitation reaction of Mg(II) aqueous NaNO₃ solution / Einaga Hisahiko // J. Nucl. Inorgan Chem. – 1981. – V.3. – pp. 229 – 233.
6. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье – М.: Химия. – 1979. – 480 с.
7. Виноградова Е. Н. Влияние температуры и концентрации соли на рН среды при осаждении гидроксида магния / Е. Виноградова // Труды комиссии по аналитической химии. – М.: Изд-во АН СССР. – 1951. – Т. III (VI). – С. 138 – 145.
8. Бурков К. А. Гидролиз перхлората магния при температурах 25 – 140°C / К. А. Бурков, Е. А. Бусько Л. А. Гармаш // Журн. неорг. химии – 1976. – Т.23. – № 7. – С. 1767 – 1773.
9. Doerner H. A. Co-precipitation of Radium and Barium sulfates / H. A. Doerner, W. M. Hoskins // J. Amer. Chem. Soc. – 1925. – V.47 – pp. 662–675.
10. Позин М. Е. Технология минеральных солей. Ч.1. / М. Е. Позин. – Л.: Химия, 1974. – 268 с.

Надійшла до редакції 01.03.2017 р.

Рецензент: д.х.н., проф. Зінченко В. Ф., Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського НАН України, м. Одеса.

М. И. Сычев, к.х.н., Л. В. Коломиец, д.т.н., К. Ф. Боряк, д.т.н.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МАГНИЯ ОСОБОЙ ЧИСТОТЫ ИЗ ЕГО ХЛОРИДА

В статье рассмотрены вопросы обеспечения качества важных для новой техники и медицины соединений хлорида и оксида магния высокой степени чистоты. Изучены процессы щелочного гидролиза магнией-ионов, их особенности в границах высоких концентраций данных ионов. Показано, что в таких условиях образуются щелочные растворы, которые содержат гидроксокомплексы магния, способные осаждаться при разбавлении в виде гидроксида магния с особыми свойствами: высокая сорбционная способность к примесным ионам 3-d элементов и значительная скорость фильтрации, что особенно важно в технологии отделения такого осадка. На основе полученных результатов исследований даны рекомендации относительно технологии получения высокочистых хлорида и оксида магния. Даны рекомендации относительно возможности применения результатов исследований и технологических приемов для получения и других высокочистых соединений – хлоридов натрия, калия и кальция, которые также широко применяются в медицине и в фармацевтическом производстве.

Ключевые слова: магний, гидролиз, комплексы магния, оксид, хлорид, примесные ионы, очистка, фильтрация гидроксида магния.

M. I. Sychev, PhD, L. V. Kolomiets, DSc, K. F. Boryak, DSc

STUDY OF CONDITIONS UNDER WHICH HIGH PURITY MAGNESIUM COMPOUNDS ARE OBTAINED FROM ITS CHLORIDE

In the article questions of providing quality of important for new technology Chloride compounds and Magnesium oxide of high level of purity are considered. The processes of magnesium ions alkaline hydrolysis and its features within the borders of high concentration of magnesium ions are studied. It is shown that in such conditions alkaline solutions are formed, which contain magnesium complexes that can form magnesium hydroxide sediment with special properties: high sorption capacity to impurity ions of 3-d elements and significant filtration rate, which are especially important in the technology of separation of such sediment. Based on results obtained in the study the recommendations on the technology of obtaining high-purity Chloride and Magnesium oxide are given. Recommendations regarding applicability of the research results and technological techniques for other high-purity compounds such as: Sodium chloride, Potassium and Calcium are given.

Keywords: magnesium, oxide, chloride, admixtures, cleaning, hydrolysis, filtration.

О. В. Макарова, Л. І. Григор'єва, д.б.н., Ю. А. Томілін, д.б.н.

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв

РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ОЦІНЦІ ЯКОСТІ І ЕКОЛОГІЧНІЙ СЕРТИФІКАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті висвітлено матеріали досліджень авторів щодо вмісту радіонуклідів у будівельних матеріалах, які виробляються на підприємствах Миколаївщини, та визначено місце радіаційного контролю будматеріалів при оцінці їх якості та при екологічній сертифікації їх виробництва.

Ключові слова: будівельні матеріали, природні радіонукліди, радіаційний контроль.

Актуальність дослідження

З впровадженням нових будівельних і оздоблювальних матеріалів в практику будівництва і реставрації питання їхньої безпеки для навколишнього середовища і для людини стає як ніколи актуальним [1]. При цьому будівництво є одним з потужних джерел забруднення навколишнього середовища, нейтралізація негативно-го впливу якого реалізується через застосування ряду заходів: вдосконалення технологій у виробництві будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, перехід на безвідходне виробництво, залучення і вторинне використання відходів, радіаційний і хімічний контроль будівельних виробів, екологічний аудит об'єктів промбудматеріалів, екологічна сертифікація будівництва тощо. Тому екологічна та гігієнічна оцінка безпеки будівельних матеріалів і раціональність їх вибору для питань будівництва в даний час активно впроваджується в практику будівництва в усьому світі.

Відповідно до чинних національних нормативно-технічних документів [2, 3, 4] до будівельних матеріалів пред'являють вимоги: гігієнічні, експлуатаційні, конструктивні. Гігієнічні вимоги, зокрема, обмежують радіаційний вплив будматеріалів на людину від присутніх в останніх природних радіонуклідів (ПРН). В залежності від вмісту ^{40}K (калію-40), ^{226}Ra (радію-226), ^{232}Th (торію-232) та дочірніх продуктів їх розпаду (ДПР) у будівельних матеріалах доза зовнішнього опромінення у приміщеннях може збільшуватися до 1,5 разів у порівнянні з зовнішнім опроміненням надворі [5].

За [4] радіаційний контроль є однією із ланок діючого в Україні контролю якості будівельної продукції, дотримання вимог до надійності будівель та споруд під час експлуатації та вимог до інженерних досліджень в будівництві. Всі будівельні матеріали, згідно Норм радіаційної безпеки України [3], за величиною ефективної питомої активності природних радіонуклідів (ПРН) і можливості їх використання в будівниц-

тві поділяються на чотири класи, при цьому для використання у житловому будівництві можуть використовуватися будівельні матеріали, які відносяться до I класу: ефективна питома активність ПРН складає не більше 370 Бк/кг. Геологічні особливості північних районів Миколаївщини (вихід гранітних пластів на поверхню) спряють численному розгортанню в цих районах граніто-видобувної та граніто-переробної промисловостей, що несе ризик використання будматеріалів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів у житловому і промисловому будівництві [6, 7].

Метою наших досліджень є оцінити вміст природних радіонуклідів у будівельних матеріалах, які використовуються у житловому будівництві на Миколаївщині, проаналізувати нормативно-технічне забезпечення радіаційного контролю у житловому будівництві для визначення його місця при оцінці якості будівельних матеріалів та їх екологічній сертифікації.

Матеріалами досліджень виступали результати гамма-спектрометричних досліджень вмісту ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K у матеріалах, які видобуваються на Ново-Данилівському (Казанківський район), Трикратьському (Вознесенський район), Південно-Бузькому гранітних кар'єрах, а також у готових будівельних матеріалах Миколаївського заводу будівельних конструкцій (458 аналізів), виконаних авторами у Миколаївській науководослідній лабораторії з радіаційної безпеки «Ларані» [6, 8, 9] за 1993 – 98 рр. та 2004 – 05 рр., а також результати визначення потужності експозиційної дози (ПЕД) у житлових будинках населених пунктів в районі розташування цих підприємств. Також використано матеріали радіаційно-гігієнічної оцінки гранітних порід ділянки Олександрівського родовища у 2002 році [10].

Методи дослідження. Радіонуклідний склад будівельних матеріалів визначали гамма-спектрометричним методом. Питому активність ^{232}Th визначали за гамма-випромінюванням ^{228}Ac (гамма-лінії 338, 911 і 968 кеВ, квантові виходи

12, 29, 23% відповідно) та ^{212}Pb (гамма-лінія 238 кеВ, квантовий вихід 48%). Питому активність ^{226}Ra – за гамма-випромінюванням ^{214}Bi (гамма-лінії 1120, 1765 кеВ, квантові виходи 15, 16% відповідно) та ^{214}Pb (гамма-лінії 295, 352 кеВ, квантові виходи 19, 37% відповідно). Питому активність ^{40}K визначали за гамма-лінією 1461 кеВ [8]. Ефективну сумарну питому активність ($A_{\text{еф}}$) розраховували за методикою, яка наведена у [10]:

$$A_{\text{еф}} = A_{\text{Ra-226}} + 1,31A_{\text{Th-232}} + 0,085A_{\text{K-40}},$$

де $A_{\text{Ra-226}}$, $A_{\text{Th-232}}$, $A_{\text{K-40}}$ – питома активність ^{226}Ra , ^{232}Th і ^{40}K відповідно; 1,31 і 0,085 – вагові коефіцієнти по відношенню до ^{226}Ra для ^{232}Th і ^{40}K відповідно.

Вимірювання потужності дози гамма-випромінювання виконувалися за допомогою радіометрів СРП-88Н, РКС-20.03 «Прип'ять», дозиметру ДБГ-06Т на рівні 1 м від поверхні землі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Результати гамма-спектрометричних аналізів будівельних матеріалів показали, що більш високою активністю характеризувалися будівельні матеріали, при виробництві яких використовували граніт або матеріали з домішками граніту: середній вміст ^{232}Th складав 125 ± 21 Бк/кг, ^{226}Ra – 148 ± 17 Бк/кг, вміст ^{40}K знаходився на рівні 102 ± 24 Бк/кг (табл. 1).

Різницю між вмістом ^{232}Th і ^{226}Ra відмічено у гравії сировинному і гравії керамзитовому: у гравій-сировині з кар'єрів вміст ^{232}Th знаходився на рівні 70 – 80 Бк/кг, у керамзитовому наповнювачі Миколаївського заводу пористих заповнювачів – не перевищував 50 – 60 Бк/кг.

Помітно відрізнялися результати дослідження вмісту ^{232}Th і ^{40}K у будівельних матеріалах з різних місць відбору проб: у гравії з Трикратьського гранкар'єру вміст ^{232}Th і ^{40}K був вищим, ніж у гравії з Ново-Данилівського кар'єру; у глині з Ново-Данилівського кар'єру вміст ^{232}Th і ^{226}Ra знаходився на одному рівні з їхнім вмістом у гравії.

Більш високою радіоактивністю відрізнялися будматеріали, які виготовлені з гранітів. Високим вмістом природних радіонуклідів характеризуються також будівельні матеріали із вторинної сировини: глина, шлами, інше. За результатами гамма-спектрометричних аналізів у деяких будівельних матеріалах (брущатка гранітна, відсів виробництва блоків, граніт, гранітна маса) за рахунок природних радіонуклідів $A_{\text{еф}}$ досягала нормативного показника для використання у житловому будівництві 370 Бк/кг. Тобто ці будівельні матеріали за сумарним вмістом природних

радіонуклідів знаходилися на рівні, при якому використання будівельної продукції у житловому будівництві обмежується нормативними документами [4], бо може призводити до підвищених величин радіаційного фону у приміщеннях.

Граніти Микитівського родовища відносяться до порід з невисокою радіоактивністю: середня ПЕД гамма-випромінювання становила 8,5 мкР/год, середня $A_{\text{еф}}$ – 2035 Бк/кг при максимальній 224.8 Бк/кг.

Статистично оброблені результати досліджень потужності експозиційної дози у житлових приміщеннях Арбузинського району (с. Булацелово, с. Благодатне, смт. Арбузинка, с. Агрономія, с. Бузьке, с. Воронівка), Вознесенського району (с. Актово, с. Олександрівка, с. Таборівка, с. Трикрати), Казанківського району (сmt. Казанка, с. Ново-Данилівка, с. Троїцько-Сафонове), Доманівського району (сmt. Доманівка, с. Володимирівка, с. Копи, с. Лідівка), Братського району (сmt. Братське, с. Крива Пустош, с. Миrolюбівка), Первомайського району (м. Первомайськ, с. Сінюхін Брод, с. Чаусово 1, с. Чаусово 2) виявили, що для усіх районів характерно широкий інтервал розкиду даних: від 5 до 15 мкР/год. Для окремих населених пунктів середні рівні потужності експозиційної дози всередині житлових приміщень були вищими за середні по району показники. Так, у с. Бузьке (Арбузинського району) середнє значення потужності експозиційної дози всередині житлових приміщень складало $27,3 \pm 5,4$ мкР/год (максимальне значення досягало 47 мкР/год), у с. Булацелово (Арбузинського району) $27,8 \pm 5,5$ мкР/год, а середній рівень ПЕД у приміщеннях для Арбузинського району складав $22,5 \pm 2,4$ мкР/год. Для житлових приміщень цих двох населених пунктів потужність експозиційної дози значуще ($p \leq 0,05$) відрізнялася від середніх для районів показників. Схожа ситуація спостерігалася у Казанківському районі: при середньому для району рівні ПЕД у приміщеннях $22,1 \pm 3,1$ мкР/год, у с. Ново-Данилівка ПЕД у житлових приміщеннях складала $27,8 \pm 1,6$ мкР/год, тобто також мала значиму різницю ($p \leq 0,05$) у порівнянні із середньою для району величиною потужності експозиційної дози у житлових приміщеннях. У Вознесенському районі декілька більші понад середні для району значення потужності експозиційної дози у житлових приміщеннях спостерігали у с. Актово (максимальне значення рівня ПЕД у житлових приміщеннях тут спостерігали на рівні 46 мкР/год), с. Олександрівка. У Первомайському районі така ситуація спостерігалася у с. Чаусово 1, с. Чаусово 2.

Аналіз результатів також свідчив, що на ве-

личину радіаційного фону житлових приміщень істотний вплив здійснювали будівельні конструкції домівок: найнижчий рівень потужності експозиційної дози реєструвався у будівлях із цеглини звичайної і білого каменю, декілька вищий – із саманної цеглини, а найвищі значення реєструвалися у домах, які побудовані з використанням бетонних конструкцій, з використанням гранітних виробів. Так, середнє значення потужності експозиційної дози у домах, побудованих з саманного каменю, склало 24 ± 5 мкР/год, у домівках, побудованих з будівельних матеріалів з домішками граніту – 28 ± 5 мкР/год, у домівках, при будівництві яких використовували ще саманну глину, рівень потужності експозиційної дози досягав 30 ± 3 мкР/год. Потрібно зазначити, що підвищені рівні потужності експозиційної дози у житлових приміщеннях були характерні для будівель, у фундаменті яких також застосовували гранітні матеріали. При цьому результати досліджень засвідчили, що відсоток таких будівель був достатньо великий (близько 40 %).

Відображено результати узагальнення вимірів ПЕД у приміщеннях Арбузинського, Вознесенського районів Миколаївської області. Маємо, що потужність експозиційної дози всередині житлових приміщень для різних населених пунктів характеризувалася більш високими рівнями для домівок з бетонних конструкцій, а також які мали бетонний фундамент; більш низькі рівні радіаційного фону у приміщеннях спостерігали у домах зі звичайної цеглини та білого каменю. Так, для приміщень Арбузинського, Вознесенського, Казанківського, Первомайського районів найбільші рівні потужності експозиційної дози у житлових приміщеннях характерні для домівок, побудованих з бетонних конструкцій, саману.

Висновки

1. Активність природних радіонуклідів у сировинній продукції видобутку на гранітних кар'єрах Миколаївщини, а також у готових будівельних матеріалах з обстежених заводів їх виготовлення, не перевищувала встановлених нормативних величин (для ^{226}R – 370 Бк/кг, для ^{232}Th – 260 Бк/кг, для ^{40}K – 1800 Бк/кг, для $A_{\text{эф}}$ – 370 Бк/кг). Більш високий вміст природних радіонуклідів визначався у будівельних матеріалах, виготовлених з гірських порід (щебін, гравій), меншу активність мали глина і пісок. Окремі будівельні матеріали за сумарною радіоактивністю знаходилися на рівні, застосування якої обмежується державними будівельними нормативами.

2. Безконтрольне використання у житловому будівництві матеріалів без радіаційного контролю (що характерно для старих будівель у сільській місцевості) може виступати чинником під-

вищеного опромінення людини в результаті формування підвищених рівнів ПЕД всередині приміщення.

3. Національне нормативно-технічне забезпечення системи радіаційного контролю у будівництві забезпечує неможливість використання у житловому будівництві будівельних матеріалів, які за вмістом природних радіонуклідів, не є безпечними за радіаційно-гігієнічним критерієм. Жорсткий контроль у житловому будівництві є необхідною умовою оцінки якості будівельних матеріалів, бо це безпосередньо пов'язано з убезпеченням життя і здоров'я людей, особливо при використанні місцевих будівельних матеріалів з високим вмістом природних радіонуклідів.

4. Через те, що екологічна сертифікація підтверджує безпеку об'єкта оцінки відповідності для навколишнього середовища і для людини, то, на нашу думку, екологічна сертифікація будівельних матеріалів має обов'язково включати радіоекологічну сертифікацію – як засіб, який забезпечить безпеку будматеріалів за радіаційно-гігієнічними і радіаційно-екологічними критеріями.

Список використаних джерел

1. Киреева О. А. Рациональный выбор строительных материалов с точки зрения экологической безопасности / О. А. Киреева, Д. О. Котова // Международный научный вестник. – 2014. – № 3. – Режим доступу: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=11892>.
2. Закон України «Про будівельні норми» від 05.11.2009.
3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ – 97). – К., МОЗ України, 1998. – 135 с.
4. Система норм та правил зниження рівня іонізуючого випромінювань природних радіонуклідів у виробництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва ДБН В.1.4 – 20.01 – 97. – К., 1997. – 92 с.
5. Лукутцова Н. П. Радиационная безопасность строительных материалов и промышленных отходов: Препринт ИНВЕТ 2000 – 28. – Протвино, 2000. – 6 с.
6. Григор'єва Л. І. Формування радіаційного навантаження на людину в умовах півдня України: чинники, прогнозування, контрзаходи: Монографія / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – 332 с.
7. Томілін Ю. А. Якість будівельних виробів за умов радіаційної безпеки / Ю. А. Томілін, Л. І. Григор'єва // Техногенна безпека ЧНУ ім. П. Могили. – Миколаїв, 2008. – С. 90 – 95.
8. Методика определения естественных ра-

дионуклидов в стройматериалах. – К.: «АтомКомплексПрилад», 1994. – 57 с.

казенного підприємства «Кіровоград». – 2002. – Кіровоград. – 74 с.

9. Содержание радионуклидов в объектах внешней среды на территории Николаевской области: Отчет ОНИР / Никол. науч.-иссл. лабор. по проблемам радиологической безопасности населения «ЛАРАНИ». – Николаев, 1990-1997 гг.

Надійшла до редакції 24.04.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Братченко Г. Д., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

10. Радиційно-гігієнічна оцінка порід Олександрівського родовища гранітів: Звіт про НДР

Таблиця 1. Вміст природних радіонуклідів у будівельних матеріалах з гранітних кар'єрів та підприємств Миколаївської області, Бк/кг

Будівельний матеріал (сировина) (у дужках вказано кількість проб)	$\bar{X} \pm S\bar{x}$		
	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K
Глина (23)	65±8	136±17	802±24
Граніт (40)	124±21	148±17	123±11
Гравій – кругла фракція (12)	140±10	43±8	1058±13
Гравій – відсів (10)	95±7	143±7	1045±11
Щебінь фракції 10-20 (14)	50±12	35±8	86±7
Щебінь фракції 20-40 (15)	47±8	35±9	88±8
Блоки гранітні (11)	170±10	144±12	92±6
Брущатка гранітна (10)	189±11	160±8	106±10
Відсів виробництва блоків (12)	175±13	101±19	98±7
Гранітна маса (10)	135±11	134±17	84±12
Щебінь фракції 10-20 (12)	160±12	56±8	80±11
Щебінь фракція 20-40 (16)	162±12	54±10	58±9
Гравій керамзитовий (14)	51±12	58±7	302±23
Шлакоблоки (12)	107±12	51±6	454±22
Глина керамзитова (12)	50±6	48±5	810±35
Пісок (17)	15±3	–	272±45
Цемент (12)	35±5	57±9	580±53
Цегла керамічна (11)	66±9	49±7	630±58

Е. В. Макарова, Л. И. Григорьева, д.б.н., Ю. А. Томилин, д.б.н.

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье приведены материалы исследований авторов относительно содержания радионуклидов в строительных материалах, производимых на предприятиях Николаевской области, и определено место радиационного контроля стройматериалов при оценке их качества и при экологической сертификации их производства.

Ключевые слова: строительные материалы, природные радионуклиды, радиационный контроль.

O. V. Makarova, L. I. Grigoreva, DSc, Y. A. Tomilin, DSc

RADIATION CONTROL IN THE ASSESSMENT OF QUALITY AND ENVIRONMENTAL CERTIFICATION OF BUILDING MATERIALS

The article covers the materials of the authors' research on the content of radionuclides in building materials produced at the enterprises of Nikolayev region, and the place of radiation control of building materials in determining their quality and the environmental certification of their production.

Keywords: building materials, natural radionuclides, radiation control.

А. О. Михалко

*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ***ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТУРИСТИЧНИХ ПОСЛУГ**

У статті описані проведені дослідження, які дозволили визначити рівень і ступінь забезпеченості туристичної індустрії нормативними документами та розробити інструменти та механізми побудови прогнозних моделей. Запропоновані принципи та підходи до побудови матричних моделей для визначення та прогнозування рівня нормативного забезпечення туристичних послуг. Розроблений інструментарій дозволяє виявити слабкі місця в нормативному забезпеченні туристичної індустрії та є передумовою впорядкування його структури.

Ключові слова: матричні моделі, нормативні документи, туристичні послуги.

Вступ. На сьогодні розвиток туризму є найбільшим рушієм світового валового продукту та рівня зайнятості населення, що складає близько десятої частини цих світових показників. За умови успішного розвитку туризму економіка різних країн зростає, це пов'язано зі збільшенням кількості робочих місць, впливом на розвиток суміжних галузей економіки та стимулюванням експорту місцевих продуктів [1].

Таким чином, туризм перетворюється на одну з пріоритетних сфер у світовій економіці. В деяких країнах туристична галузь формує більшу частину національного багатства держави. Проте, для цього потрібно щоб туристичний продукт був конкурентоспроможним за своїми показниками якості та безпечності.

Слід зазначити, що згідно програми сталого розвитку «Україна-2020», реалізація державної політики в галузі туризму в Україні здійснюється шляхом впровадження механізмів та інструментів, які сприяють гармонізації стандартів, норм і правил з міжнародними стандартами, стандартизації туристичних послуг, взаємодії туроператорів, використання обмежених туристичних ресурсів, якості й видів туристичних послуг.

Авторами в роботі [2] досліджено вітчизняну нормативно-правову базу в галузі туризму, яка представлена як спеціальним (Закон України «Про туризм» [5]) так і загальним законодавством (Конституція України [3], Закон України «Про захист прав споживачів» [4], Закон України «Про страхування» [6] тощо) і зазначено, що на даний час вона не в повній мірі відповідає європейським та світовим вимогам.

Закон України «Про туризм» зазначає правові, соціально – економічні та організаційні засади у сфері туристичної діяльності. Законом встановлено поняття туристичного продукту – комплексу туристичних послуг, до складу якого можуть входити послуги з перевезення, послуги розміщення та інші туристичні послуги, не

пов'язані з перевезенням і розміщенням (послуги з організації відвідувань об'єктів культури, відпочинку та розваг тощо).

Окрім законів та загального законодавства України туристичну діяльність регулюють Постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, Укази Президента, Накази Міністерства культури та туризму України, а також Національні стандарти.

Отже, як доводить проведений аналіз, сучасній нормативно-правовій базі характерна декларативність, не підкріплена належними механізмами стимулювання розвитку вітчизняного туристичного бізнесу загалом та іноземного туризму зокрема. Крім того, більшість правових норм, які регламентують туристичну діяльність в Україні через відсутність нормативно-технічних документів не виконуються належним чином, що гальмує вирішення багатьох актуальних для туристичної галузі проблем. Саме тому в процесі удосконалення нормативно-правової та нормативно-технічної бази слід сконцентрувати увагу на створенні умов, сприятливих для розвитку вітчизняного туристичного бізнесу, а також на запровадженні реальних економічних механізмів стимулювання розвитку туристичної галузі. Актуальним і надалі залишається завдання адаптації туристичного законодавства України до директив і стандартів ЄС з урахуванням позитивного досвіду провідних європейських туристичних держав у законодавчому забезпеченні туристичної галузі.

Таким чином, нормативно-правова та нормативно-технічна база управління та регулювання розвитку туризму хоч і деякою мірою забезпечена законодавчо та нормативно, але все ж потребує систематизації, вдосконалення, коригування та узгодження за основними елементами, а також зіставлення з міжнародним законодавством. Тому необхідно розвивати нормативну базу туристичної галузі шляхом розроблення стандар-

тів у тих сферах, які є актуальними для України, і які сприятимуть покращанню інфраструктури й підвищенню рівня обслуговування, зокрема у сфері гірського туризму, обладнання пляжів, готельного та ресторанного господарств, тощо.

Постановка завдання. Дослідження рівня нормативного забезпечення туристичних послуг і побудова на його основі матричних прогнозних моделей.

Результати їх обговорення. В роботі [7] авторами пропонується всю галузь туристичної індустрії поділити на 7 основних груп (сегментів): індустрія розваг, страхування, транспорт, екскурсійні послуги, індустрія харчування, індустрія готельних послуг, індустрія розміщення.

В ході досліджень для того, щоб дізнатись, наскільки забезпечений кожний сегмент туристичної індустрії нормативними документами за допомогою методу структурного аналізу було проаналізовано вимоги більш ніж 100 нормативних документів, які відносяться до кожного сегменту туристичної індустрії та визначено їх рівень.

Слід зазначити, що у міжнародній практиці діяльність туристичної індустрії регламентується 64 стандартами, які розроблені наступними технічними комітетами: ISO/TC 228 «Туризм і супутні послуги» – 23 стандарти, ISO/TC 83 «Спорт та устаткування для розваг» – 21 стандарт, ISO/TC 145 SC1 «Символи для публікації інформації» – 5 стандартів, ISO/TC 262 «Проектний комітет і управління ризиками» – 4 стандарти, CEN/TC 329 «Туристичні послуги» – 11 стандартів.

В Україні діє всього 46 стандартів різних видів і категорій, з них індустрію розваг регламентує 12 стандартів, страхування 5 стандартів, транспорт 7 стандартів, індустрію розміщення 4 стандарти, індустрію харчування 5 стандартів, екскурсійні послуги 6 стандартів, окремі послуги 7 стандартів.

На рис. 1 наведено результати структурного аналізу існуючої нормативної документації (за видами та категоріями) на туристичні послуги, що надаються туроператорами України.

I	ГОСТ 29166-91 (н)	Стандарти, що стосуються підводного плавання	ДСТУ Б Д.2.3-29:2012	Стандарти, що стосуються туризму пригосподницького	ДСТУ ISO 4210:2007	Відсутній (в)	Відсутній (в)
II	ДСТУ 33.001:2013	ДСТУ 33.102-99	ДСТУ 33.104-2002	ДСТУ 33.111:2008	ДСТУ 33.601:2005	Відсутній (в)	Відсутній (в)
III	ДСТУ 3430-96	Відсутній (в)	ДСТУ 4496-2005	ДСТУ 2610-94	ДСТУ EN 12522-1,2:2005	ДСТУ ГОСТ 30478:2006	ДСТУ 4905:2008
IV	ДСТУ 4268:2003	ДСТУ 4269:2003	ДСТУ 4527:2006	ДСТУ ISO/TS 13811:2016	Відсутній (в)	Відсутній (в)	Відсутній (в)
V	ДСТУ 3862-99	ДСТУ 4281:2004	ГОСТ 30390-95 (н)	ГОСТ 30523-97 (н)	ГОСТ 30524-97	Відсутній (в)	Відсутній (в)
VI	ДСТУ EN 15700:2014	ДСТУ EN 15565:2016	ГОСТ 28681.0-90 (н)	ГОСТ 28681.1-95 (н)	ГОСТ 28681.2-95 (н)	ГОСТ 28681.3-95 (н)	Відсутній (в)
VII	ДСТУ ISO 13810:2016	ДСТУ 7450:2013	ДСТУ ISO 18065:2016	ДСТУ ISO 17680:2016	ДСТУ ISO 13009:2016	ДСТУ ISO 13687:2016	ДСТУ ISO 14785:2016

Рисунок 1 – Структура нормативного забезпечення туристичної індустрії, де:

- I – стандарти, що стосуються індустрії розваг; II – стандарти, що стосуються страхування; III – стандарти, що стосуються транспорту; IV – стандарти, що стосуються індустрії розміщення; V – стандарти, що стосуються індустрії харчування; VI – стандарти туристсько-екскурсійного обслуговування; VII – стандарти, що стосуються, окремих туристичних послуг; (н) – стандарти, що потребують заміни; (в) – відсутні стандарти

Як видно з рисунку, кожен стандарт має різний рівень. Тому необхідно визначити які стандарти є найбільш пріоритетними і вагомими.

В ході досліджень для цього було запропоновано використовувати метод експертних оцінок і шкалу вагомості з діапазоном від 0 до 1, на

основі якого, за допомогою коефіцієнтів значимості, було визначено пріоритетність стандартів [8]. Найбільшому коефіцієнту була присвоєна 1, відповідно найнижчому 0. Результати досліджень зведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Шкала відносної значимості

Критерій	Числовий коефіцієнт	Пояснення
Відсутній стандарт	0	Стандарт не розроблений, тому не може забезпечувати галузь туристичної індустрії
Міждержавний стандарт (ГОСТ)	0,5	Одна з основних категорій стандартів в СРСП – застарілі стандарти, які потребують заміни на національні
Національний (ДСТУ)	0,75	Стандарти розроблені відповідно до чинного законодавства України, що встановлюють для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості, але не визнаються за кордоном
Національний стандарт гармонізований з міжнародним	1	Від гармонізованих стандартів залежить: забезпечення безпеки продуктів харчування для життя і здоров'я людей; захист споживачів від ввезення неякісних, небезпечних і фальсифікованих продуктів; підвищення конкурентоспроможності товарів на зовнішніх ринках.

Як видно з табл. 1 національний гармонізований стандарт має значення коефіцієнту 1, тобто його вимоги є найбільш вагомими для просування туристичного продукту на внутрішньому і зовнішньому ринку.

Слід зазначити, що в умовах недостатньо розвинутого нормативного забезпечення вітчизняної туристичної індустрії актуальним завданням є розроблення нормативної документації, спрямованої на підвищення якості та безпечності управління послугами туристичної індустрії, тобто реалізацію самої послуги і швидкого прийняття рішення стосовно задоволеності нею споживчих вимог.

Крім того, для фірм, які працюють в індустрії туризму пріоритетними продовжують залишатися діяльність з підвищення якості та безпечності послуг, що вимагають умови жорсткої ринкової конкуренції та постійна необхідність з оптимізації цін при збереженні самої якості надання конкретної послуги. Це відповідає європейському підходу щодо зваженості співвідношення ціна/якість у сферах туристичної індустрії.

Тому, одним із шляхів збереження оптимальності якості послуг у відповідності до зростаючих вимог споживачів та діючих нормативних документів – це підвищення якості управління на основі використання математичного моделювання.

Основу інформаційного забезпечення математичних моделей в туристичній індустрії складає матриця коефіцієнтів чи індексів значущості нормативних документів по конкретним категоріям туристичної індустрії. Саме тому, ця математична модель матрична, так як присутніми є і єдність системи розрахунків, а також більшість характеристик.

Математичну модель нормативного забезпечення туристичної індустрії можна записати у вигляді системи рівнянь, які відображають функціональний зв'язок між елементами системи (1):

$$\begin{aligned} X_1 &= X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} + Y_1; \\ X_2 &= X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n} + Y_2; \end{aligned} \quad (1)$$

.....

$$X_n = X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{nn} + Y_n,$$

де $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ – вектор видів нормативних документів за категоріями із визначеної системи індустрії туристичних послуг;

$Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ – вектор накопиченої кількості нормативних документів.

X_{ij} – потреба j -го сегменту i -ої сфери індустрії в нормативному забезпеченні з врахуванням індексів відносної значимості.

Отже, якщо 1 – індустрія туризму, а 2 – сфера стандартизації, то X_{12} – це унормованість видів і форм туризму.

З врахуванням позначень

$a_{ij} = X_{ij} / X_j$; $X_{ij} = a_{ij} \cdot X_j$ система рівнянь (1)
прийме наступний вигляд (2):

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11} \cdot X_1 + a_{12} \cdot X_2 + \dots + a_{1n} \cdot X_n + Y_1; \\ X_2 &= a_{21} \cdot X_1 + a_{22} \cdot X_2 + \dots + a_{2n} \cdot X_n + Y_2; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$X_n = a_{n1} \cdot X_1 + a_{n2} \cdot X_2 + \dots + a_{nn} \cdot X_n + Y_n,$$

чи буде у компактному виді (3):

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i, i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

В матричній формі математична модель має вигляд:

$$X = A \cdot X + Y; \quad A = (a_{ij})_{n \times n} \quad (4)$$

Таке співвідношення можна використати для визначення прогнозованої кількості необхідних нормативних документів для оптимального забезпечення відповідності рівня якості та безпечності послуг в туристичній індустрії. Це свого роду збалансованість нормативного забезпечення і споживчої користі у формі математичного моделювання. Таке матричне моделювання на сьогодні використовується в якості розвитку економічних систем в мікроекономіці. В свою чергу, вивчення можливостей використання числових моделей процесів, які відбуваються в інтегрованій бізнес-індустрії туризму, на нашу думку, дозволить виявити напрямки ефективності туристичних послуг та проаналізувати і кількісно оцінити структуру нормативного забезпечення.

Якщо відомі коефіцієнти відносної значимості (табл. 1), кінцева кількість нормативного забезпечення кожного із сегментів індустрії туризму (7 сегментів рис. 1), то можна скласти так звану нормативно-прогнозну модель по кожному сегменту індустрії туристичних послуг.

Представимо математичну модель на основі матриці на прикладі структури нормативного забезпечення, де

$$A_{7,7} = \begin{bmatrix} 0,5 & 1 & 0,75 & 0,75 & 1 & 0 & 0 \\ 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0 & 0 \\ 0,75 & 0 & 0,75 & 0,75 & 1 & 0,75 & 0,75 \\ 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0 & 0 & 0 \\ 0,75 & 0,75 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0 & 0 \\ 0,75 & 0,75 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0 \\ 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 & 0,75 \end{bmatrix},$$

$$Y = \begin{bmatrix} 12 \\ 5 \\ 7 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{bmatrix}.$$

Тоді вирішуємо систему рівнянь:

$$X_I = 0,5 \cdot X_1 + 1 \cdot X_2 + 0,75 \cdot X_3 + 0,75 \cdot X_4 + 1 \cdot X_5 + 12;$$

$$X_{II} = 0,75 \cdot X_1 + 0,75 \cdot X_2 + 0,75 \cdot X_3 + 0,75 \cdot X_4 + 0,75 \cdot X_5 + 5;$$

$$X_{III} = 0,75 \cdot X_1 + 0,75 \cdot X_3 + 0,75 \cdot X_4 + 1 \cdot X_5 + 0,75 \cdot X_6 + 0,75 \cdot X_7 + 7;$$

$$X_{IV} = 0,75 \cdot X_1 + 0,75 \cdot X_2 + 0,75 \cdot X_3 + 1 \cdot X_4 + 4;$$

$$X_V = 0,75 \cdot X_1 + 0,75 \cdot X_2 + 0,5 \cdot X_3 + 0,5 \cdot X_4 + 0,5 \cdot X_5 + 5;$$

$$X_{VI} = 0,75 \cdot X_1 + 0,75 \cdot X_2 + 0,5 \cdot X_3 + 0,5 \cdot X_4 + 0,5 \cdot X_5 + 0,5 \cdot X_6 + 6;$$

$$X_{VII} = 0,75 \cdot X_1 + 0,75 \cdot X_3 + 0,75 \cdot X_4 + 0,75 \cdot X_5 + 0,75 \cdot X_6 + 0,75 \cdot X_7 + 7.$$

Така математична модель дозволяє розрахувати прогнозний рівень нормативного забезпечення по кожному із сегментів туристичної індустрії. Беручи до уваги нормативні документи за видами, їх розподіл в кожному сегменті буде такий:

Для індустрії розваг:

$X_I = 19,5$, що означає необхідну кількість нормативів – 20;

Для страхування:

$X_{II} = 12,5$, що означає необхідну кількість нормативів – 13;

Для транспорту:

$X_{III} = 17,25$, що означає необхідну кількість нормативів – не менше 17;

Для індустрії розміщення:

$$X_{IV} = 11;$$

Для харчування:

$$X_V = 11;$$

Для туристично-екскурсійного обслуговування:

$$X_{VI} = 13;$$

Для окремих туристичних послуг:

$$X_{VII} = 16.$$

Отже, такий матричний аналіз може служити інструментом оцінки збалансованості нормативного забезпечення взаємопов'язаних сегментів індустрії туризму, так як відображає основні пропорції (у виді відносної значимості) розвитку стандартизації в сегментах сфери туризму.

Висновки

Проведені дослідження доводять, що в якості ефективного інструменту для визначення і прогнозування збалансованості нормативного забезпечення взаємопов'язаних сегментів туристичної індустрії доцільно застосовувати методи матричного аналізу. Такий підхід дозволяє виявити слабкі місця в нормативному забезпеченні туристичних послуг і може бути передумовою для впорядкування його структури.

Список використаних джерел

1. Мальська М. П. Міжнародний туризм і сфера послуг: підручник. Затверджено МОН / Мальська М. П., Антонюк Н. В. – К., 2008. – 661 с.
2. Хімічева Г. І. Дослідження нормативно-правового забезпечення оцінки якості туристичної послуги / Г. І. Хімічева, А. О. Михалко // Вісник КНУТД. – Київ, 2015. – №3 (86). – С. 194 – 202.

3. Конституція України // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 30.

4. Про захист прав споживачів: Закон України від 1 грудня 2005 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 7.

5. Про туризм : Закон України від 15 вересня 1995 р. // Голос України. – 1995. – 14.11.1995.

6. Про страхування: Закон України від 10 квітня 2008 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2008. – № 23.

7. Хімічева Г. І. Удосконалення класифікації структурних складових комплексної туристичної послуги/ Г. І. Хімічева, А. О. Михалко, М. Г. Супрунець // Вісник КНУТД. – Київ, 2017. – № 1 (106). – С. 65 – 74.

8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати; [пер. с англ. Т. Саати]. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

Надійшла до редакції 12.05.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Зенкін А. С., Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ.

А. О. Михалко

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ УСЛУГИ

В статье описаны проведенные исследования, которые позволили определить уровень и степень обеспеченности туристической индустрии нормативными документами и разработать инструменты и механизмы построения прогнозных моделей. Предложены принципы и подходы к построению матричных моделей для определения и прогнозирования степени нормативного обеспечения туристических услуг. Разработанный инструментальный позволяет выявить слабые места в нормативном обеспечении туристической индустрии и является предпосылкой упорядочения его структуры.

Ключевые слова: матричные модели, нормативные документы, туристические услуги.

А. О. Mykhalko

APPLICATION OF THE MATRIX MODEL FOR PREDICTING THE NORMATIVE SUPPORT OF TOURIST SERVICES

The article describes the study of the level of regulatory provision of tourism services and the construction of matrix forecast models on its basis. The principles of the construction of matrix models for determining and forecasting the degree of regulatory provision of tourist services are proposed. This research allows us to identify weaknesses of the regulatory provision of the tourism industry and helps us to streamline its structure.

Keywords: matrix models, normative documents, tourist services.

А. А. Габер, к.т.н., Г. В. Грабовський, В. О. Іванов

*Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса***АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЗА СТАНДАРТОМ NSF/IPEC/ANSI 363-2016 З МЕТОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ДОПОМІЖНИХ РЕЧОВИН**

В статті розглядаються вимоги нового стандарту NSF/IPEC/ANSI 363-2016 «Належна практика організації виробництва і контролю якості лікарських допоміжних речовин» до системи управління якістю з метою гарантування якості фармацевтичних допоміжних речовин.

Ключові слова: ексципієнт, забезпечення якості, система управління якістю, належна виробнича практика (GMP).

Постановка проблеми. Фармацевтичні засоби є специфічним продуктом виробництва, їх якість споживач не може оцінити самостійно. Тому гарантування ефективності, безпечності та якості фармацевтичних засобів є одною з основних та важливих задач держави в галузі охорони здоров'я населення. Важливою складовою фармацевтичних засобів є допоміжні речовини.

Однією з вимог Міжнародної конференції з гармонізації технічних вимог до реєстрації лікарських засобів для людини (ICH) та Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів і медикаментів (FDA) до складу фармацевтичного препарату є функціональна обґрунтованість застосування допоміжних речовин.

Вивчення якості допоміжних речовин та їх стандартизація є актуальною проблемою фармацевтичної науки на сучасному етапі її розвитку.

До допоміжних відносяться різні класи речовин, загальним для яких є забезпечення певних технологічних функцій при виготовленні лікарських засобів. Емпіричний підхід, який використовується для характеристики технологічних функцій допоміжних речовин, призвів до того, що в різних країнах використовувалися різні терміни для позначення однієї й тієї ж функції і, навпаки, один термін застосовувався для позначення різних механізмів дії речовин. Відсутність систематизації вищевказаних функцій була суттєвою перешкодою в обґрунтуванні застосування допоміжних речовин у складі лікарських засобів.

Довгий час допоміжні речовини вважалися безпечними. Однак, в науковій літературі з'явилися публікації, які змусили переглянути їх роль в забезпеченні безпеки та ефективності лікарських засобів.

В даний час в світі при виробництві лікарських засобів використовується більше 500 найменувань допоміжних речовин і ще більше їх сумішей. Більша частина з них включена в національні та міжнародні фармакопеї та довідники. Також розроблені національні та міжнародні керівництва з регулювання виробництва,

дистрибуції та якості допоміжних речовин на фармацевтичних ринках зарубіжних країн.

Міжнародні фармацевтичні організації (ICH, FDA, IPEC) запропонували віднести допоміжні речовини поряд з фармацевтичними субстанціями до особливої градації речовин «для фармацевтичного застосування» і здійснювати контроль їх якості за відповідними фармакопейними статтями. В даний час між провідними фармакопеями здійснюється гармонізація вимог до якості допоміжних речовин на підставі відповідних технічних регламентів [1].

Окрему проблему представляє стандартизація допоміжних речовин функціональної групи наноматеріалів, які використовуються в такому перспективному напрямку, як адресна доставка лікарських засобів. Перш за все це пов'язано з відсутністю єдиної міжнародної номенклатури, а також обмеженими даними про їх біологічну дію.

Мета статті: провести аналіз вимог щодо системи управління якістю стандарту NSF/IPEC/ANSI 363-2016 «Належна практика організації виробництва і контролю якості лікарських допоміжних речовин», який гарантує якісць фармацевтичних ексципієнтів.

Виклад основного матеріалу. Допоміжні речовини доповнюють діючі речовини, що володіють фармакологічною активністю в складі лікарських засобів або проліків.

На стадії вибору допоміжних речовин, таких як розріджувачі або наповнювачі, сполучні речовини, розпушувачі, змашувальні речовини, барвники і консерванти, можуть бути визначені фізичні і хімічні властивості кінцевого продукту [2].

Наприклад, якщо при виборі розріджувачів фахівці не проявляли належну уважність, кінцевий продукт може виявитися нестабільним. У подібній ситуації також можуть виникнути проблеми при організації масового виробництва. Крім того, помилки при реєстрації ексципієнтів можуть зробити фармацевтичні продукти шкідливими при їх використанні за призначенням.

Щоб допомогти всім зацікавленим сторонам при усуненні подібних проблем, був створений добровільний стандарт на основі консенсусу під назвою NSF/IPEC/ANSI 363-2016 «Належна практика організації виробництва і контролю якості лікарських ексципієнтів». Над документом працювали фахівці організації NSF International, Міжнародної ради виробників, розподільників і споживачів фармацевтичних ексципієнтів (International Pharmaceutical Excipients Council; IPEC), а також Американського національного інституту стандартів (American National Standards Institute; ANSI).

Як впливає з його назви, в тексті стандарту NSF/IPEC/ANSI 363-2016 визначається належна практика організації виробництва фармацевтичних ексципієнтів. Він може застосовуватися до всіх комерційно доступних ексципієнтів, призначених для застосування в лікарських продуктах. Принципи, викладені в цьому стандарті, спрямовані на досягнення трьох основних цілей:

- забезпечення реалізації корисних властивостей того чи іншого ексципієнта;
- створення та підтримка працездатності системи контролю якості наповнювачів;
- стимулювання постійного поліпшення ексципієнтів.

Виконання цих трьох цілей приведе до задоволення вимог і виконання очікувань клієнтів фармацевтичних компаній і регулюючих органів.

Автори стандарту NSF/IPEC/ANSI 363-2016 підкреслюють, що гарантувати стабільно високу якість фармацевтичних ексципієнтів шляхом одного лише їх тестування не представляється можливим. Замість цього виробники ексципієнтів повинні використовувати належну систему управління якістю продукції і практику організації виробництва.

Мета стандарту NSF/IPEC/ANSI 363 – служити в якості інструменту оцінки для проведення аналізу фармацевтичних допоміжних речовин. Сертифікація за цим стандартом служить засобом зв'язку між виробниками допоміжних речовин та готовою продукцією, фармацевтичними регуляторами, аптечними організаціями, та споживачами [3].

Цей стандарт забезпечує визначення того, що фармацевтичний ексципієнт знаходиться в межах специфікації заявленої виробником, якісно або кількісно, і що він не містить конкретний перелік забруднюючих речовин.

Принципи, викладені в цьому стандарті забезпечують всеосяжну основу для управління якістю.

Реалізація цих принципів повинна призводити до досягнення трьох основних цілей:

- а) домогтися реалізації ексципієнту – органі-

зація повинна впровадити та підтримувати систему, забезпечувати якість допоміжних речовин необхідну для задоволення вимог і очікувань клієнтів, фармацевтичних користувачів і регулюючих органів;

- б) встановлювати і підтримувати стан контролю – організація повинна забезпечити виробництво і поставку допоміжних речовин відповідно до вимог цього стандарту, таким чином надаючи клієнтам з деяким забезпеченням продовження придатності і надійності поставок;

- с) сприяти безперервному вдосконаленню – організація повинна збирати об'єктивні свідчення, постійно розвивати і вдосконалювати застосування цих принципів системи менеджменту якості.

Стандарт NSF/IPEC/ANSI 363-2016 призначений для визначення належної виробничої практики (GMP) для виробництва допоміжних речовин. Він встановлює мінімальні вимоги до GMP, застосовні до всіх комерційно доступних допоміжних речовин.

Цей стандарт включає в себе мінімальні вимоги до системи управління якістю для ексципієнтів, спираючись на принципи GMP і систем якості інших відповідних стандартів.

Наповнювачі впливають на зовнішній вигляд, стабільність і доставку лікарських засобів і мають важливе значення для забезпечення безпеки, якості і ефективності цих продуктів. Прихильність до допоміжних речовин Good Manufacturing Practices забезпечує гарантію того, що наповнювачі придатні для використання в лікарських препаратах [3].

Система управління якістю. Організація повинна документувати та впроваджувати систему управління якістю та GMP для забезпечення якості фармацевтичних допоміжних речовин.

Елементи управління якістю повинні застосовуватися таким чином, щоб це було доцільно і пропорційно кожній із стадій життєвого циклу продукту, враховуючи різні цілі і знання доступні на кожному етапі.

Організація повинна підтримувати і постійно вдосконалювати систему управління якістю і GMP у відповідності до вимог NSF/IPEC/ANSI 363-2016.

При визначенні якості управління процесами організація повинна:

- а) визначити індивідуальні і колективні ролі, обов'язки, повноваження і взаємозв'язки всіх організаційних підрозділів, що відносяться до системи менеджменту якості;

- б) визначити взаємодію процесів з операцією, необхідною для якісної системи управління і впровадження GMP;

- в) визначити критерії та методи, щоб гаран-

тувати, що функціонування і управління цими процесами і GMP є ефективним;

г) забезпечувати наявність відповідних ресурсів, в тому числі наявність інформації, щоб підтримати управління і вимірювання цих процесів;

д) здійснювати моніторинг, де це може бути застосовано, вимірювання і аналіз цих процесів і процедур, щоб отримати їх знання і розуміння;

е) застосовувати дії, засновані на науці і знаннях, отриманих для поліпшення цих процесів і системи управління якістю, зберігаючи при цьому незмінно високу якість допоміжних речовин.

Проектування, організація та документація системи якості повинна бути побудована так, щоб полегшити загальне розуміння і послідовне застосування.

Використання відповідних принципів управління якістю ризиками повинно бути включено в зміни до системи управління якістю. Управління ризиками якості може бути корисним засобом для визначення видів діяльності, операцій і процесів, які становлять небезпеку для послідовної фізичної, хімічної або мікробіологічної якості допоміжної речовини.

До системи управління якістю повинні бути включені такі документи:

а) настанова з якості;

б) цілі у сфері якості;

в) документи і протоколи та будь-які інші документи, необхідні для ефективного планування, функціонування та управління процесами;

г) документальна оцінка ризиків.

Настанова з якості повинна включати в себе:

а) сферу застосування системи управління якістю;

б) посилання для підтримки процедур;

в) опис взаємодії процесів управління якістю;

г) обґрунтування стадії обробки.

Електронна документація повинна відповідати вимогам системи управління документообігом. Якщо електронні підписи використовуються в документах, вони повинні контролюватися, щоб забезпечувати еквівалентну безпеку тій, що задається рукописними підписами.

Організація повинна встановлювати і підтримувати задокументовану методику для ідентифікації, збору, індексації, зберігання, технічного обслуговування, охорони, часу утримання і вилучення записів.

Найвище керівництво повинне створити і підтримувати надійну програму управління змінами за якістю системи управління. Ця програма повинна бути розроблена, щоб гарантувати, що якість допоміжних речовин оцінюється

і підтримується відповідно до принципів управління ризиками.

Найвище керівництво повинне встановити політику в області якості, яка описує загальні наміри і напрямки організації, пов'язані з якістю. Політика в області якості повинна:

а) включати в себе зобов'язання по реалізації GMP, відповідність до чинних нормативних вимог і постійне поліпшення;

б) бути повідомлена і зрозуміла персоналом на всіх рівнях організації;

в) бути розглянутою на певній частоті для постійної придатності.

Найвище керівництво повинне забезпечити встановлення цілей у сфері якості. Організація повинна підтримувати, регулярно переглядати та продемонструвати свою ефективність щодо цілей якості. Цілі в сфері якості повинні бути розгорнуті по всій організації і повинні бути зрозумілими, вимірними, і відповідати політиці з якості.

Блок якості незалежно від виробництва несе відповідальність за відповідність виготовлення допоміжних речовин до вимог NSF/IPEC/ANSI 363-2016, в тому числі, але не обмежуючись:

- затвердженням та оцінкою поточного кваліфікованого статусу постачальників матеріалів, комплектуючих виробів та послуг, які можуть вплинути на якість готового наповнювача;

- затвердження або відхилення сировини, компонентів упаковки, проміжних і закінчених наповнювачів;

- записи забезпечення виробництва перевіряються, щоб підтвердити, що процес залишається в стані контролю всюди, і для виявлення невідповідностей, включаючи помилки в роботі, які вимагають розслідування;

- забезпечення коригувальних та запобіжних дій;

- розгляд пропонованих змін, які мають потенціал для впливу на якість наповнювача;

- затвердження змін, які потенційно можуть вплинути на якість наповнювача до впровадження;

- затвердження або відхилення наповнювача, якщо він виготовлений, оброблений, упакований або проходить під контракт іншій компанії;

- розробка і реалізація програми внутрішнього аудиту;

- забезпечення того, щоб постачальники послуг аутсорсингу погодилися дотримуватися відповідних розділів стандарту NSF/IPEC/ANSI 363-2016.

Організація повинна визначити якість наповнювача, маркування, правові та нормативні вимоги, а також ті, які передбачені замовником. Вимоги, не встановлені замовником, але необ-

хідні для встановленого чи передбаченого використання, коли вони відомі, повинні бути розглянуті.

Система управління якістю ексципієнта організації повинна забезпечити постійні докази того, що процеси здатні послідовно досягти бажаного результату якості, ґрунтуючись на знанні параметрів процесу, атрибутів наповнювачів, а також їх взаємозв'язок [3].

Організація повинна встановити систему для ідентифікації матеріалів, використовуваних у виробництві і упаковці допоміжної речовини і їх статус перевірки.

Висновки

Таким чином, в статті проведено аналіз вимог щодо системи управління якістю стандарту NSF/IPEC/ANSI 363-2016 «Належа практика організації виробництва і контролю якості лікарських допоміжних речовин», який гарантує якість фармацевтичних ексципієнтів.

Суть цього стандарту полягає в забезпеченні реалізації корисних властивостей того чи іншого ексципієнта, створення та підтримки працездатності системи контролю якості наповнювачів та стимулювання постійного поліпшення ексципієнтів.

А. А. Габер, к.т.н., Г. В. Грабовский, В. А. Иванов

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПО СТАНДАРТУ NSF/IPEC/ANSI 363-2016 С ЦЕЛЬЮ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

В статье рассматриваются требования нового стандарта NSF/IPEC/ANSI 363-2016 «Належащая практика организации производства и контроля качества лекарственных вспомогательных веществ» к системе управления качеством с целью обеспечения качества фармацевтических вспомогательных веществ.

Ключевые слова: эсципиент, обеспечение качества, система управления качеством, надлежащая производственная практика (GMP).

A. A. Gaber, PhD, H. V. Grabovsky, V. A. Ivanov

ANALYSIS OF REQUIREMENTS TO THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ACCORDING TO THE STANDARD NSF/IPEC/ANSI 363-2016 TO CONTROL DRUG QUALITY EXCIPIENTS

In the article the requirements of the new standard NSF/IPEC/ANSI 363-2016 «Good practice production and quality control of medical auxiliaries» to the system of quality management to ensure the quality of pharmaceutical excipients are considered.

Keywords: excipient, quality assurance and quality control system, proper, Good Manufacturing Practice (GMP).

Список використаних джерел

1. Титова А. В. Вспомогательные вещества, используемые в производстве лекарственных препаратов. Стандартизация и методы контроля // Автореф. дис. на соискание ученой степени доктора фармацевтических наук. – М., 2006.

2. Глущенко Н. Н. Фармацевтическая химия: Учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / Н. Н. Глущенко, Т. В. Плетенева, В. А. Попков; Под ред. Т. В. Плетеневой. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.

3. NSF International Standard/American National Standard NSF/IPEC/ANSI 363 - 2016 Good Manufacturing Practices (GMP) for Pharmaceutical Excipients / Designated as an ANSI Standard July 7, 2016 American National Standards Institute.

Надійшла до редакції 16.05.2017

Рецензент: д.т.н., проф., Коломієць Л. В., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

ФОРМУВАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ КВАЛІМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

В статті проведено аналіз поняття якості послуг, зокрема якості банківських послуг. Розглянуті вимоги нормативних документів щодо формування показників якості. Запропоновано класифікацію якості показників якості банківських послуг в залежності від суб'єктів оцінювання якості банківських послуг та засади методу їх оцінювання.

Ключові слова: банківські послуги, показники якості, показники вагомості.

Актуальність

За останні роки сфера надання послуг в Україні активно розвивається, особливо у порівнянні з промисловим виробництвом. І ця тенденція має яскраво виражене зростання, зокрема в сфері надання фінансових та банківських послуг.

В економіці будь-якої держави банківська система займає особливе місце. Як елемент виробничої інфраструктури, своєю діяльністю банки створюють основу ефективної роботи сучасної ринкової економіки. Зростання кількості комерційних банків за останні роки призвело до високого рівня конкуренції між ними.

Перед керівництвом банку крім необхідності зростання прибутків, гостро постають такі завдання, як вибір стратегічного напрямку управління розвитком банку, формулювання глобальної мети діяльності, забезпечення високого рейтингу та стабільності банку на ринку банківських послуг, залучення широкого кола клієнтів.

Для вирішення цих завдань керівництву банку необхідно приділяти увагу багатьом аспектам, основним з яких є саме якість надання банківських послуг.

Посилення конкуренції та збільшення вимог клієнтів до якості банківських послуг у нашій країні призводять до необхідності розроблення стратегічних маркетингових планів для адаптування до змін зовнішнього середовища і забезпечення успіху в конкурентній боротьбі.

Успіх буде за тими банками, які зуміють знайти свої конкурентні переваги: індивідуальність і клієнтуру, зуміють пристосуватися до запитів клієнтів, створити нові потреби у банківських послугах, іншими словами зможуть забезпечити надання послуг високої якості.

Аналіз літератури

Розглянемо докладніше поняття послуга. Послугу можна розглядати як результат взаємодії постачальника із замовником та внутрішньої діяльності постачальника щодо за-

доволення потреб замовника [1].

Якість послуг, які надаються підприємствами, є суттєвим фактором розвитку економіки, за умови значущості їх питомої ваги в світовій економіці. До цього задоволеність та лояльність клієнтів та споживачів послуг є найважливішою конкурентною перевагою будь-якої компанії.

Якість наданих послуг залишається ключовою проблемою розвитку підприємств та організацій різних сфер діяльності. Згідно ДСТУ ISO 9004-2-96 сфера послуг включає такі види послуг, наведені в таблиці 1.

Цей перелік включає широкий спектр послуг, показники якості мають різнитися, але які можна згрупувати за різними критеріями в залежності від виду діяльності. Комплексний перелік показників якості послуг сформований в [2]. Необхідно зауважити, що при виборі переліку показників якості щодо кожної сфери застосування, показники якості послуги мають:

- включати показники, в разі поліпшення яких як організація, що надає послуги, так і споживач послуг отримує найбільшу фінансову вигоду;

- враховувати зміни вимог ринку, які можуть вплинути на якість наданої послуги;

- встановлювати відхилення від базового значення якості послуги, що відбуваються внаслідок неефективності або недостатності методів контролю;

- сприяти можливості зниження витрат в процесі підвищення якості наданої послуги.

Доцільним є також поділ критеріїв якості послуг за такими показниками:

- показники результату виконання послуги;
- показники умов обслуговування;
- показники процесу культури обслуговування;
- показники доступності [4].

Таблиця 1 – Перелік видів послуг згідно ДСТУ ISO 9004-2-96

№	Назва послуги	Сфери реалізації послуги
1	Послуги, пов'язані з гостинністю	Громадське харчування, готелі, туризм, розваги, радіо, телебачення, відпочинок
2	Засоби зв'язку	Аеропорти та авіалінії, автодорожній, залізничний та морський транспорт, телекомунікації, пошта, інформація
3	Охорона здоров'я	Медичний персонал / лікарі, лікарні, швидка допомога, медичні лабораторії, дантисти, окулісти
4	Технічне обслуговування	Електрообладнання, механічне обладнання, транспортні засоби, опалювальні системи, кондиціонування повітря, будівництво, ЕОМ
5	Комунальні послуги	Чистка, управління ліквідацією відходів, водопостачання, догляд за землею, електро-, газо- і енергопостачання, пожежна служба, поліція, громадські послуги
6	Торгівля	Оптова та роздрібна торгівля; фірми, що мають запаси готової продукції; розподільні організації; маркетинг; упаковка
7	Фінанси	Банківська справа: страхування; пенсії; послуги, пов'язані з власністю; бухгалтерський облік
8	Професійні послуги	Архітектори, інспектори, юристи, виконання законів, безпека, проектування, управління проектом, загальне керівництво якістю, консультації, освіта і підготовка
9	Управління справами	Персонал, комп'ютеризація, обслуговування офісів
10	Технічні послуги	Консультації, фотографії, випробувальні лабораторії
11	Закупівельні послуги	Укладання контрактів, управління матеріально-технічним постачанням і розподілом
12	Послуги в науковій галузі	Наукові дослідження, розробки, вивчення, допомога в прийнятті рішень

За результатами аналізу стандарту [2], літературних джерел [3] та з врахуванням особливостей банківських послуг нами сформований перелік послуг, які можуть бути використані при оцінюванні якості банківських послуг. Цей перелік подано в таблиці 2.

Розглянемо аспекти, на яких базується якість банківських послуг. Під якістю банківської послуги слід розуміти відповідність наданих банком послуг встановленим вимогам, які надають можливість задовольняти визначені або ймовірні потреби клієнтів за визначеними банківською спільнотою критеріями та правилами.

Якість банківських послуг залежить від сукупності властивостей щодо умов їхньої купівлі-продажу (відсоток ставки, порядок надання, повернення, погашення, зняття). Згідно з консультаціями у клієнтів при однаковому призначенні послуги і кількісному об'ємі грошей, витрачених на послугу, оцінка якості відрізняється для різних клієнтів. Формування цінності банківської послуги відбувається на основі ключових факторів успіху конкурентних переваг банку. А безпосередня взаємодія клієнта з банком

здійснюється завдяки створенню сприятливих умов їх обслуговування, як сукупності технологічних, виробничих та інших факторів.

З урахуванням того, що якість послуги, яка сприймається клієнтом, завжди має важливе значення, керівникам банківських установ необхідно розробляти кількісні показники та системи показників, які допомагають оцінювати процес обслуговування й можуть впливати на нього. Якщо уявлення про надані послуги відповідає чи перевищує уявленню про очікування клієнтів, вони можуть знову звертатися до банку, якщо ж ні – втрачати інтерес до банківської установи. Довіра до банку – це ключовий момент у сприйнятті його клієнтом і основний фактор при виборі певної банківської установи для встановлення довгострокових партнерських відносин.

Суб'єктивність споживчого сприйняття позначається на образі банківського продукту або банку взагалі, який формується під впливом цього процесу у клієнта. Клієнт проводить оцінку здатності того чи іншого продукту задовольнити його запити не на основі об'єктивної оцінки продукту, а на основі суб'єктивної оцінки, що сформувалася у його свідомості. Відповідно, якість

послуги і розглядається, як сукупність характеристик об'єкта, що відносяться до його здатності задовольняти встановлені та передбачувані потреби.

Таблиця 2 – Основні показники якості послуг за групами

№	Групи показників	Показники
1	Показники призначення послуги	Показники сфери діяльності (сфери надання банківських послуг).
		Показники сумісності: технологічної; метрологічної; інформаційної.
		Показники підприємства: матеріально-технічне забезпечення; санітарно-гігієнічні умови, етика спілкування, можливість отримання додаткових послуг, середній час очікування або час обслуговування клієнта.
2	Показники безпеки послуг	Показники безпеки для життя, здоров'я і майна громадян: безпека результату матеріальної послуги при поводженні з нею, специфічні види безпеки для банківських послуг.
		Показники безпеки для навколишнього середовища: утилізація.
		Показники збереження майна та інформації: збереження майна в процесі надання послуг; збереження інформації від несанкціонованого доступу та вірусів.
3	Показники надійності наданих послуг	Показники надійності результату послуги: стабільність та збережуваність;
		Показники стійкості результату послуги до зовнішніх впливів: стійкість до перешкод результату надання послуги; стійкість до перешкод процесу надання послуги.
		Показники надійності надання послуги: своєчасність і точність виконання замовлення вчасно, в необхідному обсязі та згідно номенклатури; своєчасність і точність виконання замовлення за пунктами угоди.
4	Показники професійного рівня персоналу	Показники рівня професійної підготовки та кваліфікації персоналу банку: рівень навчального закладу, диплом якого має персонал; загальна і профільююча підготовка персоналу банку; професійні навички; знання і дотримання вимог керівних та настановчих документів, підвищення кваліфікації.
		Показники реалізації керівної діяльності: значення і дотримання трудового законодавства; уміння організувати роботу персоналу; знання і дотримання законодавства економічної, фінансової, бухгалтерської сфер діяльності; уміння забезпечити доброзичливу атмосферу і правильні дії в екстремальних ситуаціях.
		Показники знання і дотримання професійної етики поведінки працівниками банку: Індивідуальні властивості: уважність і люб'язність у відносинах із споживачами; уміння створювати безконфліктний атмосферу.

Відповідно, якість обслуговування банком – це сукупність механізмів, заходів, правил та атрибутів, що впливають на задоволеність клієнта при контакту з банком, але прямо не пов'язані з виконанням основних банківських бізнес-процесів, а саме реалізацією послуг. Можна вважати, що основні бізнес-процеси запускаються після того, як клієнта задовольнила якість обслуговування і він вирішив придбати необхідний банківський продукт. [5]

Мета і завдання.

Тому метою цієї статті є аналіз та формування переліку показників якості банківських послуг, який би відображав всі аспекти діяльності банку. Застосування такого переліку має служити основою для розроблення методики

оцінювання якості банківських послуг для подальшого їх аналізування та формування рекомендацій щодо напрямків поліпшення.

Для реалізації поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання: ознайомлення з поняттям банківських послуг, аналіз показників якості послуг в цілому, аналіз законодавчого та нормативного забезпечення якості діяльності банків, формування вимог щодо показників якості банківських послуг та розроблення переліку показників якості банківських послуг.

Основна частина

Постійний аналіз сприяє підвищенню рівня якості наданих банківських послуг. Для реалізації аналізу та оцінювання керівництво розробляє та впроваджує Систему управління

якістю, яка в свою чергу систематизує і аналізує дані, я також є базою забезпечення якості в банках. Усунення систематичних помилок і впливу негативних причин, а також їх попередження, повинні бути основною метою. Головна причина помилок не завжди є очевидною, але потрібно старатися її виявляти. Це включає в себе людський фактор. Скриті причини, що спричинюють помилки, досить часто приписуються персоналу або замовнику. Насправді, вони виникають у зв'язку з проблемою функціонування послуг зв'язаними з складними операціями або неадекватними методиками, навколишнім довкіллям, умовами роботи, підготовкою кадрів, інструкціями або ресурсами. Останнім часом, основою конкуренції вітчизняних банків є не тільки пакет наданих послуг, але й якість їх надання.

Головні цільові настанови що формують поняття якості роботи банку доцільно сформулювати в залежності від суб'єктів оцінки якості банківських послуг та мети, як показано в таблиці 3. Вважаємо, що якість послуг може формуватися з точки зору різних сторін (суб'єктів), які приймають участь в реалізації послуг банку, а саме: клієнти банку, акціонери, які вкладають свій капітал в діяльність банку, правління банку, яке керує роботою банку та органи державного нагляду, які контролюють діяльність банку.

Тому вважаємо, що показники якості послуг, наведені в таблиці 2, будуть мати різну вагомість для різних суб'єктів, які оцінюють якість банку, наведених в таблиці 3. Тому вважаємо за доцільне формування якості послуг банку комплексно з врахуванням думок цих суб'єктів.

Таблиця 3 – Головні цільові настанови об'єктів, які формують та оцінюють якість банківських послуг

№	Суб'єкти	Мета
1	Клієнт	Зручність обслуговування, одержання послуги з бажаними характеристиками із припустимим для себе ризиком і прийнятною якістю обслуговування
2	Акціонер	Фінансові прибутки і платоспроможність, стійкість до коливань ринку, зростання абсолютного обсягу темпів збільшення ринкової вартості (капіталізації) бізнесу
3	Правління	Стабільність функціонування, довгострокова конкурентоспроможність і стабільність розвитку банку (якість продукції через ефективність прийняття управлінських рішень)
4	Органи державного нагляду	Відсутність порушень законодавства, дотримання інтересів суспільства та держави.

Як видно з таблиці 2, сформованої на основі перелік показників якості послуги – це перелік якісних і кількісних характеристик, що забезпечують можливість оцінки рівня якості послуг. Частина показників якості послуг носять якісний характер, а частина кількісний характер при оцінюванні. Можна відмітити такі характерні властивості кількісних та якісних параметрів стосовно якості послуг.

Кількісні параметри включають в себе показники, які чисельно визначаються на основі даних про послугу, їх статистичного опрацювання. Ці параметри доцільно використовувати при плануванні, аналізуванні та для прийняття рішень на основі фактів. Застосування кількісних показників знижує ризик прийняття неправильних рішень. Їх застосування доцільне у таких випадках [4]:

- оцінювання об'ємів ринку послуг, структури пропозиції і попиту;
- оцінювання ефективності різних напрямків діяльності компанії з підтримки і просування послуги;

- ефективності впровадження методів обслуговування;
- реакції споживачів щодо дій підприємства, що надає послугу.

Якісні параметри дозволяють оцінити як результати надання послуги, так і сприйняття самого процесу її надання. Вони спираються на аналіз емпіричних даних і є джерелом формування гіпотез та пропозицій. Якісні параметри допомагають оцінити ступінь задоволеності споживачів послуги. Їх застосовують при дослідженні моделей споживання, купівельної поведінки, процесу прийняття рішення клієнтом, ступеня задоволеності наданою послугою.

Отже, ми можемо зробити висновок, що оцінювання якості послуг має базуватися лише на поєднанні оцінювання кількісних та якісних характеристик послуг. Кількісні показники можна обчислити на основі як даних банку, так і опитування суб'єктів оцінювання послуги. Якісні – на основі анкетування та опитування клієнтів, яким надається послуга, та їх статистичного оцінювання.

Згідно такого підходу до оцінювання якості послуг банку в залежності від суб'єктів, які беруть участь в організації, реалізації, отриманні банківських послуг пропонуємо схему, в якій відображається показники якості для різних груп які безпосередньо беруть участь в банківській діяльності, подану на рисунку 1

Кожен із перерахованих суб'єктів в оцінці якості діяльності банку переслідує свої власні цілі, має свої підходи, використовує доступну йому інформацію, та, відповідно, розуміння якості продуктів банківської установи може бути різним. Тому систему характеристик якості банківських послуг, які формують якість банківських послуг можна подати схемою, зображеною на рисунку 1.

Наведемо для прикладу декілька характеристик якості банківських послуг які представлені в схемі: доступність послуги – наскільки різні

види банківських послуг є доступні різним верствам населення; швидкість обслуговування – надання потрібних послуг в максимально короткий термін для утримання клієнта; кваліфікаційна консультація – рівень кваліфікаційних знань які повною мірою впливають на рішення клієнта; стійкість – реальна можливість банківських послуг і продуктів вистояти в конкуренції з іншими банками; інноваційність в продуктах – забезпечення нових продуктів і послуг не запропонованих ринком раніше; стабільність – постійність в послугах і їх тарифікації.

Зокрема для клієнта важливими є такі показники, зокрема час обслуговування. Він є важливою складовою надання банківських послуг так як часто попадаються не терпеливі клієнти, в цьому випадку банк не зможе продати свій продукт у зв'язку з втратою клієнта.

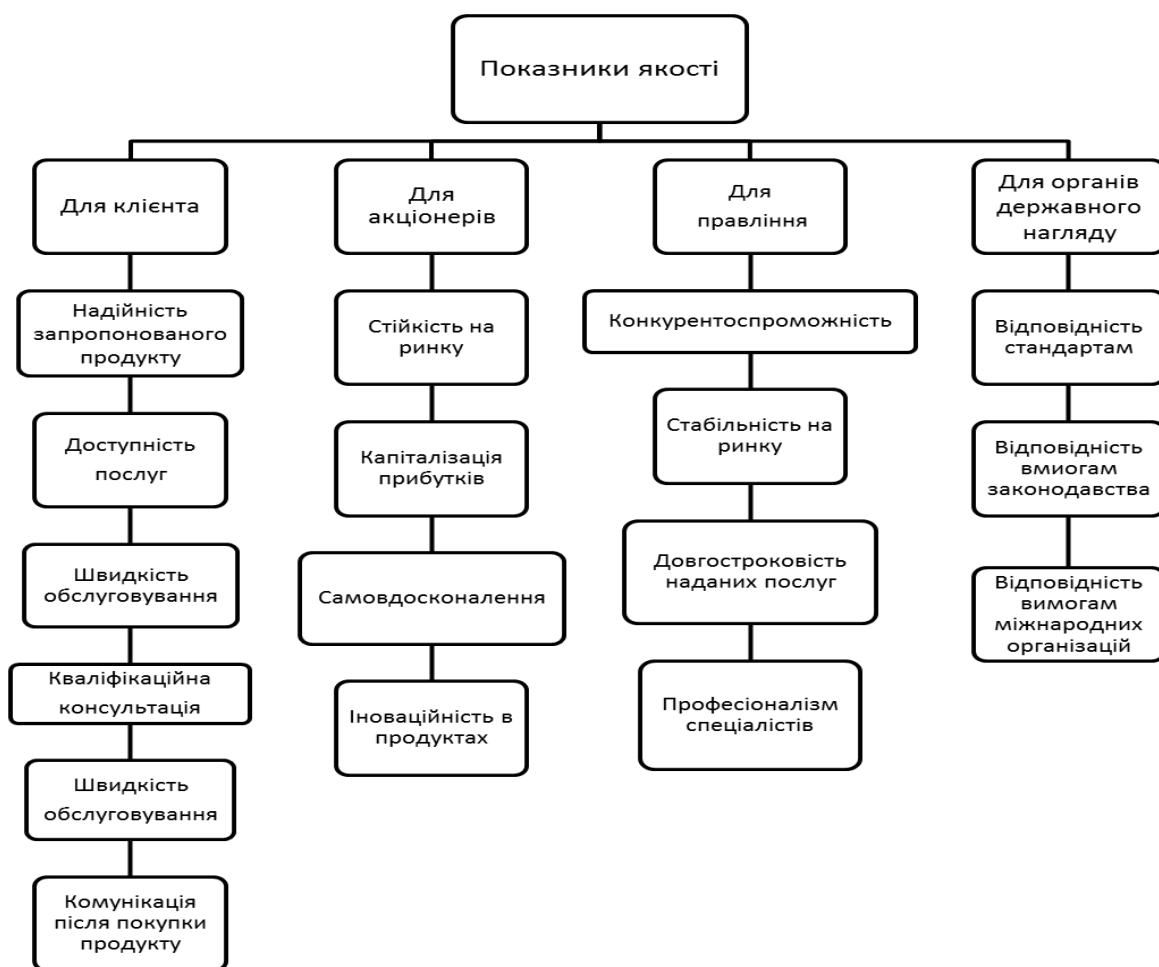


Рисунок 1 – Схема класифікації основних показників якості банківських послуг з точки зору суб'єктів оцінювання якості банківських послуг

Також кваліфікація працівників повинна відповідати певному рівню. Для цього працівники проходять постійні тренінги і навчання, вдосконалюючи свої вміння і знання. Результатом

чого є збільшення припливу клієнтів в банк.

Сервіс поділяється на дві групи перед продажний і після продажний. Ці ніби не зрозумілі слова насправді відіграють значну роль для

клієнтів. Перед продажний сервіс включає в себе якість надання послуги, її чітке оформлення, допомога в налаштуванні різного роду додаткових послуг таких, наприклад, як інтернет-банкінг, СМС налаштування та інші.

Після продажний проявляється в чіткому і своєчасному наданні цих послуг. Також час існування банку є важливим з точки зору репутації одного, і вплив цього фактору на свідомість клієнта є визначальним.

Безпечність надання послуг розуміється як безпека вкладання грошових внесків, і отримання їх в повному обсязі по закінченні терміну послуги.

Для акціонерів найважливішим показником якості є прибуток, як найважливіша причина вкладання ними грошей в певні підприємства. Так і банки надають прибутки якщо надані ними послуги є якісними і стабільними.

Тому пропонуємо таку класифікацію показників якості банківських послуг в залежності від вимог суб'єктів, які приймають участь в формуванні та оцінювання якості банківських послуг.

Показники якості для клієнтів:

- час обслуговування;
- кваліфікація обслуговування;
- перед продажний і післяпродажний сервіс;
- тривалість існування банку.
- Показники якості для акціонерів:
- прибуток;
- час обігу коштів;
- рентабельність;

Показники якості для правління:

- прибуток;
- рівень навчання спеціалістів;
- ціна послуг;

Показники якості для органів державного нагляду:

- кількість порушень;
- частота порушень;
- час існування банку.

Формування якості банківських послуг можна описати системою рівнянь лінійної багатопараметричної регресії, яка показує вплив окремих чинників на результуючу якість послуг.

$$\begin{cases} I_1 = A_{11}p_1 + A_{12}p_2 + \dots + A_{1n}p_n \\ I_2 = A_{21}p_1 + A_{22}p_2 + \dots + A_{2n}p_n, \\ I_3 = A_{31}p_1 + A_{32}p_2 + \dots + A_{3n}p_n \\ I_4 = A_{41}p_1 + A_{42}p_2 + \dots + A_{4n}p_n \end{cases} \quad (1)$$

де p_n – значення n показників якості, які обирають на основі даних таблиці 2 відповідно

до потреб кожного суб'єкта оцінювання якості банківських послуг;

A_{np} – значення n показників вагомості для кожного m -го суб'єкта оцінювання. Ці значення будуть різнитися в залежності від суб'єкта оцінювання якості банківських послуг.

Параметри цієї регресії можуть обиратися на основі таблиці 2, але з врахуванням суб'єкта оцінювання якості та яким показникам він надає перевагу.

При цьому не можна надавати перевагу одному з суб'єктів, оскільки існує кореляційний зв'язок між їх думками при оцінюванні якості банківських послуг. Так наприклад порушення банком чинного законодавства впливатимуть не лише на думку органів влади про цей банк, але на думку споживачів до цього банку.

В цьому випадку узагальнений показник якості послуг банку I формуватиметься як з врахуванням думок всіх зацікавлених сторін та визначатиметься як функція:

$$I = f(I_1, I_2, I_3, I_4) \quad (2)$$

Формули 1 та 2 показують, що якість банківських послуг може бути оцінена як з позиції окремого суб'єкта оцінювання (клієнта банку, акціонера, правління банку; органів державного нагляду) так і комплексно з врахуванням думок всіх сторін. Аналіз результатів оцінювання якості банківських послуг проводитиметься методами аналізу лінійної багатопараметричної регресії з врахуванням кореляційної залежності між показниками та суб'єктами оцінювання якості банківських послуг.

Висновок

Запропонований підхід до вибору показників якості банківських послуг на основі вибору показників з переліку показників якості послуг з врахування суб'єктів оцінювання якості банківських послуг, а саме клієнтів банку, акціонерів, які вкладають свій капітал в діяльність банку, правління банку, яке керує роботою банку та органів державного нагляду, які контролюють діяльність банку.

Застосування багатопараметричної регресійної моделі дасть можливість оцінити якість надання послуг, з врахуванням думок кожного з суб'єктів оцінювання та визначити слабкі місця у наданні послуг та сформулювати шляхи покращення.

Отже, тільки на основі даних системного вивчення інформації про результати оцінювання якості банківських послуг наданих організацією, отриманої за результатами моніторингу, вимірювань та аналізу узагальненого, групових та окремих показників якості, вище керівництво

банку може приймати рішення про подальші методи вдосконалення послуг в залежності від поставлених цілей.

Результати оцінювання якості послуги повинні використовуватися для планування необхідних заходів по вдосконаленню, інновацій та додаткового навчання персоналу, а також застосовуватися для оцінювання раніше виконаних заходів по поліпшенню.

Оцінювання якості банківських послуг і заходи щодо поліпшення повинні проводитися періодично на плановій основі, для того щоб мати змогу виявити тенденції поліпшення з урахуванням оцінювання докладених організацією зусиль.

Докладний аналіз даних результатів оцінювання якості послуг може бути використаний для пошуку передового досвіду всередині організації та для порівняння з результатами, отриманими іншими організаціями в тій же галузі.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 9004-2-96 Управління якістю та елементи системи якості. Дата введення 01.07.1997 р.

2. Латыпова Л. В. Современные методы оценки системы менеджмента качества /

Л. В. Латыпова // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6 (ч.3). – С. 845.

3. ГОСТ Р 52113-2014 Услуги населению. Номенклатура показателей качества услуг. Дата введения 2016-01-01. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200114171>.

4. Латыпова Л. В. Оценка качества консультационных услуг // Экономика и предпринимательство. / Л. В. Латыпова // – 2014. – № 4 (ч.1). – С. 699.

5. Пономарева Т. А. Качество услуг: качественные параметры оценки / Т. А. Пономарева, М. С. Супрягина // Маркетинг в России и за рубежом. – 2011. – С. 130.

6. 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.

Надійшла до редакції: 08.06.2017

Рецензент: д.т.н., доц. Боряк К. Ф., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

О. В. Ярмолук, Н. Е. Гоц, д.т.н.

ФОРМИРОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА БАНКОВСКИХ УСЛУГ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В статье проведен анализ понятия качества услуг, в частности качества банковских услуг. Рассмотрены требования нормативных документов по формированию показателей качества. Предложена классификация показателей качества банковских услуг в зависимости от субъектов оценивания качества банковских услуг.

Ключевые слова: банковские услуги, показатели качества, показатели весомости.

O. V. Yarmolyuk, N. E. Hots, DSc

FORMATION OF CLASSIFICATION OF INDICATORS FOR EVALUATION OF QUALITY OF BANKING SERVICES QUALIMETRIC METHODS

The article analyzes the concept of quality of services, in particular the quality of banking services. The requirements of normative documents concerning the formation of quality indicators are considered. The classification of quality indicators of quality of banking services is offered, depending on the subjects of evaluation of the banking services.

Keywords: banking services, quality indices, weight indices.

O. M. Velychko, DSc, T. B. Gordiyenko, DSc, L. V. Kolomiets, DSc

Odesa State Academia of Technical Regulation and Quality, Odesa

IMPROVED METHOD AND SOFTWARE-INSTRUMENTAL COMPLEX FOR GROUP EXPERT ASSESSMENT

An improved method of group expert evaluation is considered, which takes into account the competence of experts, and an algorithm for its implementation is proposed. An example of an assessment of the competence of experts in the field of metrological provision of measurements with the help of an improved method is given. The structural scheme of the proposed special software-instrumental complex for the implementation of group expert evaluation is described.

Keywords: group expert evaluation, competence, expert, evaluation criteria, software-instrumental complex.

Introduction

In order to obtain reliable assessments by means of group expert evaluation, it is first of all appropriate to approach the selection of the method and experts involved in the study. The general opinion of experts is obtained through the use of mathematical statistics in the processing of expert data obtained and verification of consistency. The simplest methods of expert evaluations are mainly used as components of more complex methods for evaluating complex systems. Most often in the practice of expert evaluation, a questionnaire is used, which allows to gather the opinion of experts with the least labor [1–3].

The expert data obtained should be checked for consistency. In the case of inconsistency data, it is necessary to analyze or reject this data, or to further harmonize the data by specifying the criteria or indicators used. In order to obtain reliable estimates of the group expert evaluation in any field of activity, it is necessary to select the most optimal method. Since these methods are based on various algorithms for the implementation of expert evaluation, the method chose needs to be refined for specific needs in a particular area [1–6].

1. The aim and tasks of the study

The most commonly used expert methods are quite simple and have their drawbacks [1–6]. Many papers on the application of expert methods describe the use of specially designed software. The software allows significantly increasing the productivity of the applied methods of expert evaluation and eliminating errors in calculations of the results [7, 8]. The research was aimed at developing the most effective method and means for evaluating the competence of experts using scientifically-based criteria. There are many approaches that are used to address socio-economic and other issues, but these approaches often fail to address purely technical issues.

For the achievement of the put aim next tasks decided:

- to improve the most effective method of group expert evaluation for certain tasks in the field of technical regulation, which makes it possible to take into account the level of competence of the involved experts;
- develop an implementation algorithm for improved method of group expert evaluation which takes into account the competence of experts;
- carry out estimation by use of the improved method in the field of metrological provision of measurements and to analyze the results;
- to develop an advanced software-instrumental complex for expert evaluation.

2. Improved method of group expert evaluation

The method of expert evaluation that is subject to improvement is described in [1, 9].

For realization of improved method calculate:

- average values $\bar{x}_i$ for each of N analyzed questions (j from 1 to N), taking into account coefficient of competence (CC) for each of M expert's, who participated in the evaluation:

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^M x_j \cdot k_{cj} / M, (i = 1, 2, \dots, N); \quad (1);$$

- reference value of expert evaluation x_{ref} for all problem questions as simple average value for all analyzed questions (in balls):

$$x_{ref} = \sum_{i=1}^N \bar{x}_i / N; \quad (2);$$

- degree of deviation of the estimated average balls $\bar{x}_i$ from the reference value x_{ref} for each of the identified questions (in points):

$$D_i = \bar{x}_i - x_{ref}. \quad (3)$$

On the received values of the degree of deviation of the estimated average balls from the reference value, the ranking of the obtained values in order of decreasing D_i is carried out.

In the future, calculate the indicators that characterize the consistency of the data received for the questions considered:

– Kendall consistency coefficient W , taking into account the coherent levels [1]:

$$W = \frac{12S}{M^2(N^3 - N) - M \sum_{i=1}^M T_i}, \quad (4)$$

$$\text{where: } T_i = \sum_{q=1}^Q (t_q^3 - t_q); \quad (5)$$

S – sum of the squares of deviations from the average;

T_i – total number of the same ranks for the i -th expert for all the questions that are being considered;

t_q – number for the same rank for the i -th expert for all the questions that are being considered;

Q – number of groups of the same ranks in the i -th expert on the questions being considered;

q – same rank for the i -th expert for all the questions that are being considered;

– Pearson's χ^2 agreement criterion, taking into account bound ranks:

$$\chi^2 = \frac{S}{MN(N+1) - \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^M T_i}. \quad (6)$$

Analyze the obtained value of the Kendall consistency coefficient W and conclude on the degree of consistency of data in accordance with the Margolin scale [1]. If necessary, adjust the balls values for certain related questions.

The obtained value based on Pearson's χ^2 consent criterion for the confidence level of 0.05 is compared with the critical value $\chi^2 > \chi_{T(0,05;M-1)}^2$ for this confidence level.

In the case where the value of the criterion is less than the tabulated critical value, consideration

of the correction of ball values for certain related questions is required.

The final step is to create list of issues for further detailed consideration and a list of rejected questions for further consideration and presentation of results on a special chart (lobe or histogram) with the application of the reference value of the expert assessment. To form a histogram with finite results, use the Pareto principle with drawing a Lorentz curve [1].

The algorithm for the implementation of the improved method of group expert evaluation which takes into account the competence of experts is given in Fig. 1. This algorithm can be easily implemented with the use of widespread mathematical software (for example, Microsoft Excel). The software allows selection of the most priority issues in certain industries from those that are defined for consideration by the expert group, as well as reject issues that are not of primary or no significance for further analysis.

3. An example of an estimation of the state of metrology provision of measurements by an improved method

On determination of metrology provision (MP) it is establishment and application of metrology norms and rules, and also development, making and application of technical equipment necessary for the achievement of unity and necessary exactness of the certain measuring. Important is reliable knowledge about the real condition of MP for measuring of certain physical value. One of useful facilities for permission of the marked question can become a group expert evaluation with bringing of experts from metrology, id est highly skilled specialist-metrologists.

The results of the assessment of the state of the MP for measuring the phase shift angle are shown in Fig. 2 and 3. Relative assessment is a relative value for a particular type of measurement from the maximum score (9 points), and the reference value is the arithmetic mean for all questions.

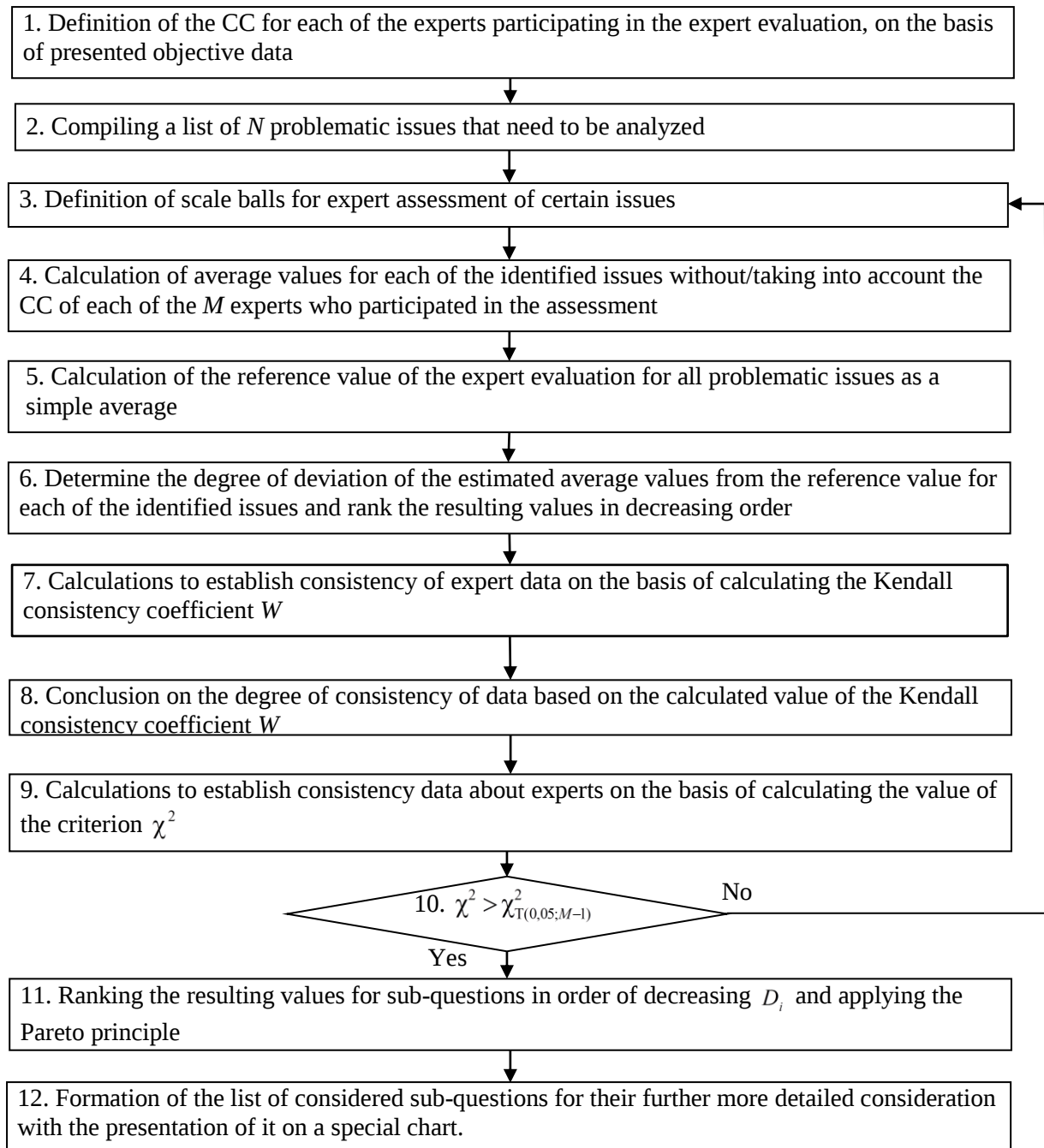


Figure 1 – Algorithm for the implementation of the improved method of group expert evaluation which takes into account the competence of experts

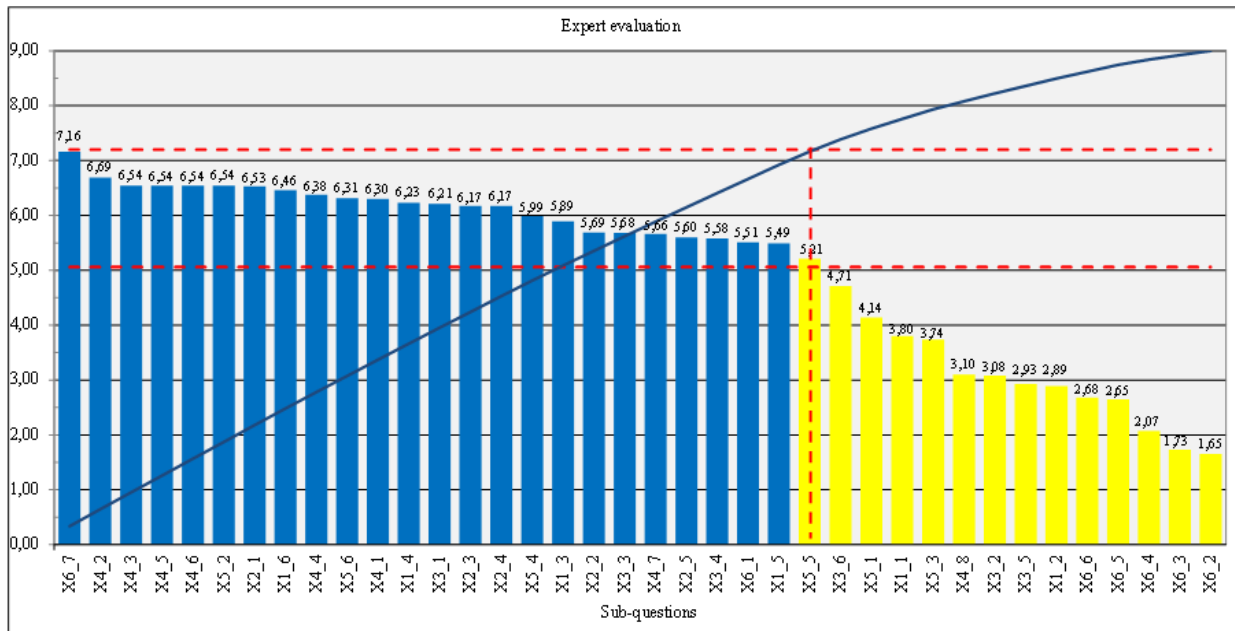


Figure 2 – Results of evaluation by an improved method for sub-questions based on the competence of experts from measurement of phase shift angle

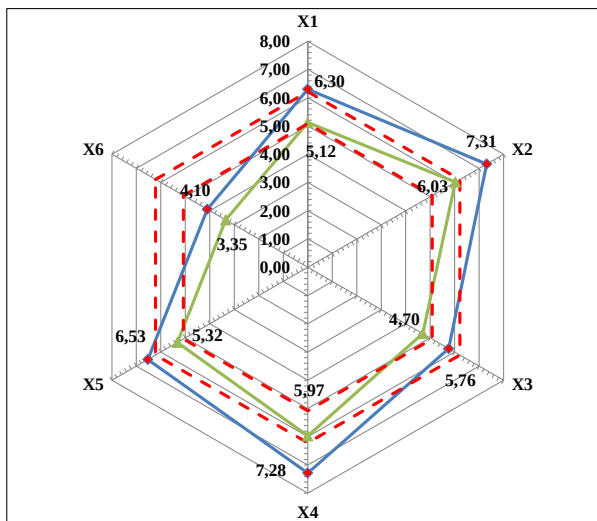


Figure 3 – Chart for the average points for questions without and based on the competence of experts from measurement of phase shift angle

The generalized assessment of the state of the MP measurements can be conditionally on the levels (graduations) given in Table 1.

The analysis of the results shows that 14 questions (36 %) are prioritized for further detailed analysis in order to make the necessary decisions, that is, comparing with the method that has been improved, no new priorities have been identified.

An analysis of the results shows that:

- values of Kendall consistency coefficient W for measuring the phase shift angle is 0.44 that corresponds to the “middle” (from 0.37 to 0.64 according to Table 1) levels (Margolin’s poor consistency);

– obtained value of Pearson’s χ^2 for measuring the phase shift angle is 19.45 which corresponds criterion the established requirements for the confidence level of 0.05 ($\chi^2 > \chi^2_{T(0.05; M-1)} = 9.49$).

Table 1

Levels of MP	Features of the state of MP	Average for all questions
High	High scores of experts on most MP issues	more than 0.7 from the maximum score (9 points)
Average	The high and low points of the experts were divided on MP issues	from 0,3 to 0,7 of the maximum score
Low	Low scores of experts on most MP issues	less than 0.3 of the maximum score

4. Improved software-instrumental complex for group expert evaluation

In [7, 8, 10] it was noted that there are certain peculiarities of application of software-instrumental means, which is connected with the based methods.

The flow diagram of the proposed special software-instrumental complex for conducting a group expert evaluation is shown in Fig. 4, where:

1 – module of task of set of competence criteria of technical expert for research of certain object and its numerical (balls) values;

2 – module of insertion of objective data on the set criteria for the set of competence M experts that is compared;

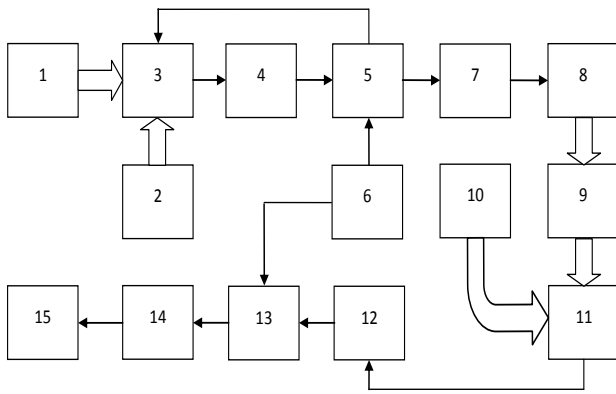


Figure 4 – Proposed special software-instrumental complex for group expert evaluation

3 – module of calculation of average values, relative average values, normalized average values numerical score and total of average value, total relative average value and the average normalized value for all M technical experts according to all criteria;

4 – module of Kendall consistency coefficient calculation, taking into account related ranks and obtaining a conclusion on the established degree of data coherence;

5 – module for verifying the average normed for each expert on the compliance with Pearson's χ^2 consent criterion, taking into account related ranks at a confidence level equal to 0.05;

6 – module of the set of critical values of χ^2 for the confidence level is 0.05;

7 – module of ranking of got normalized average value for experts (values of competence) for a decrease with the rejection of normed averages for experts who do not meet the Pareto principle and displaying results on a special chart;

8 – module of forming of group of experts taking into account the got results in relation to consistency of data for realization of expert research of certain object;

9 – module specifies the set of problem issues N , which need to be analyzed, and the numerical (balls) values of the questions;

10 – module is intended for inputting the received questionnaires data from experts on the set list of problem issues N , which need to be analyzed;

11 – module for calculating average values for each of the identified issues without/taking into account the CC of each of the M experts who participated in the assessment, the reference value of the expert assessment of all problem issues and the degree of deviation of the assessed mean values from the reference value for each of the identified issues;

12 – module of Kendall consistency coefficient calculation, taking into account related ranks and obtaining a conclusion on the established degree of data coherence;

13 – module for checking the average values for all sub-questions is estimated by all experts for compliance with Pearson's χ^2 consent criterion, taking into account related ranks at a confidence level equal to 0.05

14 – module for ranking ball points obtained for sub-questions in order to reduce D_i , the application of the Pareto principle and displaying results on a special chart;

15 – module for the final formulation and the presentation in the special chart of the list of sub-questions discussed for further detailed consideration.

Module 1 sets the plurality and numerical (ball) values of the criteria of evaluation competence of expert for to study a particular object in the chosen field of activity. In module 2, objective data are entered according to the established criteria of evaluation competence of expert for a set of experts whose competence is assessed (compared).

With the help of module 3, calculations of average values, average relative and average normalized for the data of each technical expert, the total average value, the total relative average value and the average normalized score for all technical experts M according to all criteria are performed.

Module 4 is intended to calculate the Kendall consistency coefficient, taking into account the related ranks and obtaining a conclusion on the established degree of consistency of the data. Module 5 is used to check the average normalized for each expert for the Pearson χ^2 criterion, taking into account the bound ranks when compared with the critical values of χ^2 for the confidence level of 0.05. Module 6 contains sets of critical values of χ^2 for a confidence level of 0.05.

With the help of module 7, the ranked average normalized for experts (competency values) are ranked for a decrease with the rejection of the normed averages for experts who do not satisfy the Pareto principle and display the results on a special chart. With the help of module 8, the final formation of a group of experts is carried out taking into account the results obtained for the coherence of the data for conducting expert research of certain objects in the chosen field of activity.

Module 9 defines the plural and numerical (balls) values of N problem issues that need to be analyzed. In module 10, the input of the received questionnaire data from experts in accordance with the set list of problem issues N , which need to be analyzed.

Module 11 is designed to calculate the average values for each of the identified issues without/taking into account the CC of each of the M experts who participated in the assessment; the reference value of the expert evaluation of all the issues as a

simple average value and the degree of deviation of the assessed average values from the reference value for each of the identified issues.

Module 12 is intended to calculate the Kendall consistency coefficient, taking into account the related ranks and obtaining a conclusion on the established degree of data coherence. Module 13 is used to check the average values for all sub-questions by all evaluation of experts for compliance with Pearson's χ^2 consent criterion, taking into account related ranks at a confidence level of 0.05.

With the help of module 14, the rankings of the obtained ball values are made according to the sub-questions in order of decreasing D_i , the application of the Pareto principle and displaying the results on a special chart. With the help of module 15, the final formation and presentation in the special chart of the list of considered sub-questions is carried out for further detailed consideration.

The application of the improved method and software for the group expert evaluation is not limited by the number of experts and the number of issues (factors) that need to be analyzed. This contributes to a more substantiated selection of the most priority areas for further consideration of problem issues in a particular area of activity. This increases the credibility of the evaluation and contributes to a more substantiated selection of the most priority areas for further consideration of problem issues in a particular area of activity.

Conclusion

An improved method of group expert evaluation has been developed, which has been tested on many objects in the field of metrology, in particular to establish the state of MP for measurement of phase shift angle.

It has been established that an important element of the practical application of the methods of group expert evaluation is the mandatory verification of the consistency of the obtained expert assessments. For this purpose, the most suitable means is to verify the consistency of expert data by applying the Kendall consistency coefficient and Pearson's χ^2 consent criterion.

The proposed improved method and software-instrumental complex for group expert evaluation increases the reliability of the evaluation and has no limitations on the number of experts and the number of issues (factors) that need to be analyzed.

Reference

1. Velychko O. M. Methodologies of expert's competence evaluation and group expert evaluation [Text] / O. M. Velychko, T. B. Gordiyenko, L. V. Kolomiets // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 2. – P. 262–271 (in Ukrainian).
2. Velychko O. The group expert evaluation of the metrological assurance of electric power measurements [Text] / O. Velychko, S. Karpenko // Journal of Physics: Conf. Series. – IOP Publication. – Vol. 772, 2016. – 012043. – 6 p.
3. Velychko O. Evaluation of competence of the experts in field of metrology and instrumentations [Text] / O. Velychko, T. Gordiyenko // XXI IMEKO World Congress "Measurement in research and industry". Prague, Czech Republic, 2015. – 5 p.
4. Kolpakova T. A. Determination of competence of experts at the acceptance of group decisions [Text] / T. A. Kolpakova // Radio electronics, informatics, management. – 2011. – № 1. – P. 40–43 (in Russian).
5. Velychko O. N. Evaluation of experts competence on the measurement of electrical power using the method of analytic hierarchy [Text] / O. N. Velychko, T. B. Gordiyenko, S. R. Karpenko, L. V. Kolomiets // Metallurgical and Mining Industry. – 2016. – № 11. – P. 70–76.
6. Meimei Xia. Consistency and consensus improving methods for pairwise comparison matrices based on Abelian linearly ordered group [Text] / Meimei Xia, Jian Chen // Fuzzy Sets and Systems. – Vol. 266, 2015. – P. 1 – 32
7. Velychko O. M. Special software for experts evaluation [Text] / O. M. Velychko, S. R. Karpenko, T. B. Gordiyenko, L. V. Kolomiets // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 7. – P. 401 – 407.
8. Velychko O. M. Hardware-software complexes for evaluation of competence level of experts [Text] / O. M. Velychko, T. B. Gordiyenko, L. V. Kolomiets // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 7. – P. 396 – 401.
9. Gordiyenko T. B. Methodologies of expert's competence evaluation using the method of analytic hierarchy [Text] / T. B. Gordiyenko, O. M. Velychko // Metallurgical and Mining Industry. – 2014. – № 2. – P. 86 – 89 (in Ukrainian).
10. Velychko O. M. Special software for experts evaluation [Text] / O. M. Velychko, S. M. Shevkun, S. R. Karpenko // Information processing systems. – Kharkiv. – 2015. – Вип. 6 (131). – С. 21–24 (in Ukrainian).

Надійшла до редакції 02.06.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Братченко Г. Д.,
Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

О. Н. Величко, д.т.н., Т. Б. Гордиенко, д.т.н., Л. В. Коломиец, д.т.н.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ГРУППОВОГО ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Рассмотрен усовершенствованный метод группового экспертного оценивания, который учитывает компетентность экспертов, и предложен алгоритм его реализации. Приведен пример оценки компетентности экспертов в сфере метрологического обеспечения измерений с помощью усовершенствованного метода. Описана структурная схема предлагаемого специального программно-инструментального комплекса для осуществления группового экспертного оценивания.

Ключевые слова: групповое экспертное оценивание, компетентность, эксперт, критерии оценивания, программно-инструментальный комплекс.

О. М. Величко, д.т.н., Т. Б. Гордієнко, д.т.н., Л. В. Коломієць, д.т.н.

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД І ПРОГРАМНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ГРУПОВОГО ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Розглянуто удосконалений метод групового експертного оцінювання, який враховує компетентність експертів, та запропоновано алгоритм його реалізації. Наведено приклад оцінювання компетентності експертів в сфері метрологічного забезпечення вимірювань за допомогою удосконаленого методу. Описано структурну схему пропонуваного спеціального програмно-інструментального комплексу для здійснення групового експертного оцінювання.

Ключові слова: групове експертне оцінювання, компетентність, експерт, критерії оцінювання, програмно-інструментальний комплекс.

УДК 330.2.

Н. О. Ботвіна, д.е.н., Н. С. Згадова, к.е.н., М. В. Кравченко, к.е.н.

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

МЕНЕДЖМЕНТ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

У статті висвітлені проблеми менеджменту регулювання і якості конкурентоспроможності підприємств АПК на внутрішньому і зовнішньому ринках. Сільське господарство, харчова і переробна промисловість залишаються неконкурентоздатними і потенційно незахищеними на різних рівнях законодавчої бази. Орієнтація на збільшення поточних доходів бюджетів усіх рівнів є руйнівною і суперечливою, що призводить до занепаду сільського господарства. Запропоновано переглянути законодавчу базу оподаткування суб'єктів аграрної сфери, яка потребує вдосконалення, що сприятиме наближенню до світових аналогів.

Представлені в статті рекомендації щодо необхідності використання кількох сегментів зовнішніх ринків для експорту вітчизняних товарів поліпшать позиції конкурентоспроможної продукції.

Ключові слова: менеджмент, якість, агропромисловий комплекс, конкурентоспроможність, зовнішньоекономічна діяльність, зовнішній і внутрішній ринки.

Постановка проблеми. Регулювання та якість конкурентоспроможності продукції втілюється в новому або вдосконаленому продукті, нових технологіях – виробничих і управлінських, що відповідають досягненням світового науково-технічного прогресу [1].

Конкурентоспроможність є показником ефективного відродження аграрної сфери України, її входження у світове господарство як рівноправного в економічному та науково-технічному відношенні партнера. У ній висвітлюється прогрес технологій, організації

виробництва і збуту аграрної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Своє ставлення та власні пропозиції щодо регулювання та якості підвищення конкурентоспроможності підприємств аграрної сфери висловлювало багато видатних вчених економічної аграрної науки, зокрема Л. О. Мармуль, О. Гудзь, М. Дем'яненко, А. Діброва, С. Кваша, М. Кропивко, І. Лукінов, Н. Прокопенко, М. Малік, В. Онегіна, П. Саблук, П. Стецюк, А. Чупис та ін. Їх обґрунтовані цікаві наукові розробки наклали свій відбиток на досягнення суті проблем конкурентоспроможності аграрної сфери.

Мета статті. Розглянути формування конкурентного середовища і конкурентних відносин, державної підтримки товаровиробників, стратегії розвитку підприємств у конкурентному середовищі.

Виклад основного матеріалу. Конкуренція впливає на життєздатність аграрної сфери і її основу. Наша держава має серйозний потенціал для створення агропромислового комплексу, який буде ефективним та конкурентоспроможним, завдяки природно-економічному потенціалу. Але завдяки допущенню ряду зволікань та недосконалості механізму реалізації, такі галузі, як сільське господарство, харчова та переробна промисловість залишаються неконкурентоспроможними та потенціально незахищеними на різних рівнях законодавчої бази. На даний момент всі недосконалості сприяють значно швидшому розпаду конкурентоспроможних суб'єктів зовнішнього ринку, ніж їх створенню. Це змушує приділити особливу увагу цим питанням, адже на сьогоднішній день проблема відсутності конкуренції в агропромисловому комплексі України постає дуже гостро та потребує негайного вирішення. За таких умов, враховуючи вступ України до СОТ і пов'язане з цим посилення конкуренції між національними і зарубіжними виробниками сільськогосподарської продукції. Особливу актуальність набувають механізми підвищення менеджменту регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах аграрно-промислового комплексу (АПК) нашої країни на зовнішньому ринку.

Світовий економічний форум, що веде спостереження за конкурентоспроможністю країн у сільськогосподарській сфері, поставив Україну на 58-ме місце з 59 країн. Такий незадовільний стан справ як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках показника АПК, спонукає до розробки більш ефективного механізму формування

конкурентоспроможності АПК України. Зокрема, ця проблема спонукає до переглядання законодавчої бази. Однобічна орієнтація на збільшення поточних доходів бюджетів всіх рівнів є руйнівною та суперечною і призводить до занепаду сільського господарства. Тому система оподаткування суб'єктів аграрної сфери потребує негайного перегляду й удосконалення та сприяння наближенню до світових аналогів.

Сучасні аграрні трансформації за немотивованим курсом, які нещодавно відбулися в нашій країні, жодним чином не сприяли модернізації та адаптації до якісно нових вимог ринкової економіки. Навпаки, майже повністю зруйнували управлінську, організаційну та матеріально-виробничу структуру господарств.

Механізм менеджменту регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах АПК доволі складний. Він складається з комбінації взаємопов'язаних економічних характеристик у певній послідовності. І зміна таких послідовностей може призвести до руйнівних процесів трансформації економічного важеля.

Головним і єдиним мірилом, за яким можливо об'єктивно оцінити ефективність менеджменту регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах АПК держави у сфері аграрної політики було і залишається підвищення зовнішньоекономічної діяльності галузі. На сучасному етапі актуальною стає думка про те, щоб не гнатися за повним асортиментом експортної продукції, а робити ставку лише на ті галузі, які історично вже мають конкурентні переваги, для яких в Україні та її АПК є надлишок засобів виробництва та сировинних ресурсів.

Потрібно зосередити увагу на тому негативному факті, що в Україні, як було вже згадано вище, на даний момент всі недосконалі й руйнівні законодавчі і виконавчі аспекти сприяють значно швидшому розпаду конкурентоспроможних суб'єктів зовнішнього ринку, ніж їх створенню. Такий стан обставин повинен спонукати уряд до запровадження різноманітних заходів щодо підтримки і розвитку агропромислової сфери України у нелегкій конкурентній боротьбі зі світовими аграрними монстрами. Такий стан розмов зобов'язує вдосконалювати оцінку конкурентоспроможності галузей АПК, урізноманітнювати варіанти підтримки з боку держави. Одним з прикладів такої державної турботи є затверджена Державна Цільова Програма реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2020 року, яка має на меті сформувати та підтримати інженерно-технічне забезпечення

АПК для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, зниження матеріало- і енергоємності технологічних процесів, підвищення продуктивності праці. На розгляд Верховної Ради внесено проект Державної Програми розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу на період до 2020 року [2]. З боку держави планується удосконалення нормативно-правової бази, формування цілісної системи законів, програм, регламентів, галузевих стандартів, митних ставок. При цьому передбачається їх гармонізація з європейськими аналогами.

На даному етапі розвитку зовнішньоекономічної діяльності важливо забезпечувати конкурентоспроможність галузей стосовно різних товарних груп, а не лише окремих товарів, оскільки в середині галузі спостерігається широкий діапазон маневреності виробництва окремих товарів, товарних груп і засобів виробництва. Таким чином, мінімізуються ризики щодо втрат конкурентоспроможностей галузі і окремих товарів.

Під впливом міжнародного досвіду ведення аграрної політики, треба відокремити законодавче забезпечення різних товарних груп, а не окремих товарів. Але, при цьому, важливо експортувати, враховувати затрати по всьому ланцюгу створення та реалізації різноманітних товарних груп. Це наблизить конкурентоспроможність аграрної сфери до світових стандартів [3].

За різними показниками Україна поступається іншим країнам. Зокрема середньомісячний грошовий дохід на душу населення, межа малозабезпеченості, прожитковий мінімум та ін. Затаких умов дуже важко, майже неможливо, сформулювати адекватну різницю між «Експортною ціною», «Споживчою ціною» та «Ціною виробника».

Для забезпечення конкурентних переваг сільгосппродукції на іноземних ринках необхідно скористатись декількома сегментами зовнішніх ринків для експорту вітчизняних товарів, задля цього необхідно визначити оцінку рівня регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах АПК Розробка цих показників є актуальним завданням для науковців [4].

Вирішальним чинником конкурентоспроможності може стати позиціонування та (або) сегментація на зовнішньому ринку, тобто необхідно мати справу з кількістю зовнішніх сегментів-ринків, на які експортуються товари. Чим більше таких сегментів-ринків, тим краще.

Головною особливістю переробної і харчової промисловості є те, що вона в останній час зіткнулась з проблемами періодичного спаду

попиту на продукцію на іноземних ринках. Тому не остання роль відводиться удосконаленню менеджменту регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах.

Як приклад, при оцінці рівня конкурентоспроможності харчової та переробної промисловості доцільно застосовувати такі методи як «Порівняння з огляду різних варіантів формування конкурентоспроможності», «Розрахунок значень факторних чинників» і «Цінових переваг», про що йдеться в роботах В. Ф.Ващука. У проведених вченим дослідженнях виявлено, що для оцінки конкурентоздатності галузей потрібно застосовувати такі фактори, як вектори-домінанти, а також математичні моделі з урахуванням темпів зростання експорту, прибутку, об'ємів реалізації і значення активів. Таким чином, розробки вітчизняних вчених сприяють застосуванню науково обґрунтованих підходів, які сприяють підвищенню конкурентоздатності аграрно-промислового комплексу України.

Формування конкурентоспроможності галузей агропромислового комплексу на внутрішніх та зовнішніх ринках мають враховувати специфіку зовнішньоекономічної діяльності, яка складається внаслідок поширення регулювання на раніше нерегульовані або слабо врегульовані сфери торговельного обміну.

Важливими критеріями застосування динамічного підвищення конкурентоспроможності галузей АПК на внутрішньому та зовнішньому ринках є неефективне використання ресурсів і нееквівалентний їх обмін.

Індикатори стану конкурентоспроможності дозволяють оцінити зміни критеріїв стратегічних напрямків на внутрішньому та зовнішньому ринку.

Висновки

Без зміни макроекономічної ситуації та менеджменту регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах АПК подолання неконкурентоспроможності значною частиною представляється малоімовірним [5]. Проте, щоб замінити старі переваги або додати нові, замислюються тільки тоді, коли від старих переваг вже нічого не залишилось. У ринковій економіці конкурентоспроможна продукція повинна підвищувати якість та розвиток сільськогосподарського виробництва і забезпечувати впровадження науково-технічного прогресу у виробництво. Конкуренція змушує постійно шукати і знаходити нові види продуктів і послуг, які стимулюють використання найбільш ефективних способів виробництва.

Вірне впровадження менеджменту регулювання та якості конкурентоспроможності на підприємствах АПК забезпечує поповнення доходної частини державного бюджету.

Список використаних джерел

1. Програма реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2020 року. Міністерство аграрної політики та продовольства.

2. Державна цільова науково-технічна програма розвитку машинобудування на період до 2020 року, обсягів продукції машинобудування вітчизняного виробництва та птахівництва на підприємствах агропромислового комплексу

3. Ботвіна Н. О. Вплив спеціалізації на конкурентоспроможність аграрних підприємств / Н. О. Ботвіна // Збірник наукових праць Таврій-

ський науковий вісник. – Вип. 47. – Херсон, – 2007. – С. 276 – 286.

4. Ботвіна Н.О. Механізм підвищення конкурентоспроможності галузей АПК на зовнішньому ринку / Н. О. Ботвіна // Науково-виробничий журнал Бізнес-навігатор – № 13 (3). – Херсон, – 2007. – С. 43 – 46.

5. Ботвіна Н. О. Засоби державної підтримки конкурентоспроможності агропромислового виробництва / Н. О. Ботвіна // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Спец. випуск 2 (30). – Миколаїв, – 2008. – С. 76 – 82.

Надійшла до редакції: 02.03.2017

Рецензент: д.е.н., проф. Олексєєва Л. О., Одеський національний політехнічний університет.

Н. А. Ботвіна, д.э.н., Н. С. Згадова, к.э.н., Н. В. Кравченко, к.э.н.

МЕНЕДЖМЕНТ РЕГУЛИРОВАНИЯ И КАЧЕСТВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

В статье освещены проблемы менеджмента регулирования и качества конкурентоспособности предприятий АПК на внутреннем и внешнем рынках. Сельское хозяйство, пищевая и перерабатывающая промышленность остаются неконкурентоспособными и потенциально незащищенными на разных уровнях законодательной базы. Ориентация на увеличение текущих доходов бюджетов всех уровней является разрушительной и противоречивой, что приводит к упадку сельского хозяйства. Предложено пересмотреть законодательную базу налогообложения субъектов аграрной сферы, которая требует усовершенствования, что будет способствовать приближению к мировым аналогам. Представленные в статье рекомендации относительно необходимости использования нескольких сегментов внешних рынков для экспорта отечественных товаров улучшат позиции конкурентоспособной продукции.

Ключевые слова: менеджмент, качество, агропромышленный комплекс, конкурентоспособность, внешнеэкономическая деятельность, внешний и внутренний рынки.

N. A. Botvina, DSc, N. S. Zgadova, PhD, N. V. Kravchenko, PhD

MANAGEMENT OF REGULATION AND QUALITY OF COMPETITIVENESS ON AIC ENTERPRISES

In the article problems of managing regulation and quality of enterprises competitiveness of agro-industrial complex (AIC) on internal and external markets are considered. Agriculture, food and processing industry remain uncompetitive and potentially unprotected on different levels of legislative framework. Focus on enhancing current budgets income of all levels is destructive and contradictory as it leads to the decline of agriculture. It is proposed to revise legislative framework of taxation of subjects of agrarian sphere, which requires improvement. It will allow corresponding to international standards. In the article recommendations on the use of several external market segments for domestic goods exportation are provided. These recommendations will improve positions of competitive products.

Keywords: management, quality, agro-industrial complex, competitiveness, foreign economic activity, external and internal markets.

РОЗДІЛ 2

Прилади та методи вимірювання фізичних величин, їх метрологічне забезпечення

О. С. Левинський, М. О. Голофєєва, к.т.н., В. О. Шворінь, С. М. Урсол

Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОБ'ЄКТА ПРИЛАДАМИ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕХНІКИ

Розглянуто питання вимірювання температури за допомогою приладів інфрачервоної техніки. Вкрай актуальним питанням є дистанційне вимірювання дійсного значення температури при невідомій випромінювальній здатності тіла, що досліджується. Проведено аналіз факторів, що впливають на точність вимірювання температури. Представлено дослідження впливу кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності.

Ключові слова: температура, коефіцієнт випромінювальної здатності, похибка вимірювання, тепловізійний контроль, інфрачервона техніка.

Вступ

Як відомо, у базових галузях промисловості України (металургії, хімічній провислості, промисловості будівельних матеріалів та машинобудуванні) широко використовуються енергоємні високотемпературні процеси: плавка металів, обробка поверхні металевих деталей та інші. Такі технологічні процеси потребують ретельного дотримання рекомендованих температурних режимів, оскільки регулювання температурного режиму – найбільш важливий і універсальний засіб збільшення швидкості процесу і підвищення виходу готового продукту. Більшість високотемпературних процесів протікають при температурах більше 900°C [1]. Проте, є такі процеси, які протікають при значно нижчих температурах (250 ... 500°C), але їх відносять до високотемпературних, оскільки температура є головним фактором інтенсифікації цих процесів для одержання максимального виходу готового продукту з високими техніко-економічними показниками. Тому існує постійний попит на пристрої та методи для безконтактного вимірювання як високих так і відносно низьких температур.

Безконтактність і швидкодія контролю температури приладами, що реєструють випромінювання в інфрачервоному і світловому діапазонах, висока роздільна здатність, що забезпечує виявлення локальних і тимчасових різниць температур на об'єктах контролю, можливості візуалізації теплових полів, є основними перевагами цих приладів в тепловому контролі [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сфера застосування приладів інфрачервоної техніки безперервно розширюється, тому є необхідність підвищувати вимоги до більш точного вимірювання температури. Точне визначення фізичної температури об'єкта по його тепловому ІЧ випромінюванню залежить від багатьох факторів, головним чином недостатньою кількістю

інформації коефіцієнту випромінювання поверхні досліджуваного об'єкту.

Вимірювання дійсного значення температури при невідомій випромінювальній здатності являється актуальним, оскільки проводяться вже не одне десятиліття, і не дивлячись на деякий прогрес і успіх в даному напрямленні, задачі, при яких використовується обмежений об'єм інформації про коефіцієнт випромінювальної здатності, залишаються не вирішеними. В даному напрямленні активні роботи та дослідження ведуться як на Україні, так і за кордоном

Зокрема, в роботах [1 – 3] відзначено проблеми та фактори, що виникають при дистанційному визначенні температури. Показано, що коефіцієнти випромінювання нагрітих тіл залежать від геометричної форми та орієнтації випромінювальної поверхні, її хімічний склад, фізичний стан, наявність забруднень на поверхні і т. д. При цьому важливо знати фізичний та хімічний стан поверхні в умовах проведення вимірювання, оскільки стан і властивості поверхні змінюється зі зміною температури, що, як правило, супроводжується зміною випромінювальної здатності.

Залежність коефіцієнта випромінювання об'єкта від його температури, що властива деяким речовинам, призводить до того, що повна потужність теплового випромінювання об'єкта залежить від його температури складним чином, що ускладнює безконтактні вимірювання. Певні труднощі викликає різноманіття в ІЧ діапазоні випромінювальних властивостей речовин, що різко відрізняються властивостями один від одного: гази і метали, кераміка і пластика, пил і композиційні матеріали.

В [4, 5] представлені в інфрачервоному діапазоні залежності випромінювальних здатностей ряду речовин від температури та довжини хвилі. Показано, що коефіцієнт випромінювальної здатності більшості металів (діелектриків) збільшу-

ється (зменшується) при нагріванні.

Схожі обставини відмічено в роботах [6 – 8], які відображають основні тенденції сучасної термометрії за випромінюванням і робиться висновок про велику кількість способів визначення коефіцієнту випромінювання або безпосередньо, вимірюючи випромінювання тіла в порівнянні з випромінюванням чорного тіла при однаковій температурі, або опосередковано, вимірюючи коефіцієнти відображення цих тіл. У всіх випадках необхідно враховувати паразитні фактори.

Альтернативний варіант вирішення проблеми представлено в [9], де пропонується вимірювання температури з використанням оптичних приладів та контактних термометрів. Змінюючи значення випромінювальної здатності, домагаються рівності показань між тепловізором та термопарою.

Слід зауважити, що в роботах відмічається велика кількість способів визначення коефіцієнту випромінювальної здатності та які фактори впливають на це, проте в жодній не представлені дослідження впливу кута спостереження на випромінювальну здатність, що сприймається приладами ІЧ-техніки.

Таким чином, результати проведеного аналізу дають змогу зробити висновок, що можливість підвищення точності вимірювання температури шляхом визначення впливу кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності, що сприймається приладами ІЧ-техніки являється найменш досліджуваним фактором. Тому виникає необхідність в більш детальному його розгляді.

Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єктом даного дослідження є тепловий контроль приладами інфрачервоної техніки.

Метою роботи є зниження методичної похибки безконтактного методу вимірювання температури на основі дослідження впливу кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності.

Для поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні задачі:

1. Дослідити особливості вимірювання температури за випромінюванням.
2. Проаналізувати проблеми, що пов'язані з випромінювальною здатністю матеріалів.
3. Провести експериментальні дослідження, що підтверджують вплив кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності.

Виклад основного матеріалу

Безконтактний метод вимірювання температури знаходить все більш широке застосування у всіх галузях промисловості, проте до теперішнього часу носить допоміжний характер. Безконтактний тепловий метод є одним із напрямлень

методу неруйнівного контролю і оснований на вимірюванні температури поверхні об'єкта за допомогою приладів інфрачервоної техніки.

Даний метод широко розповсюджений у зв'язку з рядом переваг перед традиційним методом. По-перше, це висока швидкість, що визначається типом приймача випромінювання, по-друге, можливість контролю об'єкта без застосування контактних методів вимірювання, по-третє, можливість документування та формування інформаційного звіту, по-четверте, використання в автоматичних системах управління в якості ланки зворотного зв'язку.

Суттєвим недоліком безконтактних оптичних методів вимірювання температури є відсутність даних стосовно випромінювальної здатності реальних матеріалів в умовах експерименту [10]. Це пов'язано з тим, що здатність об'єкта виділяти інфрачервоне випромінювання може змінюватися, оскільки, залежить від матеріалу, властивостей поверхні, напрямку спостереження, а також у випадку з деякими матеріалами – від температури.

Для виявлення особливостей зміни коефіцієнту випромінювання з точки зору теплового контролю проводився технологічний аудит, метою якого було визначення впливу кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності, що в свою чергу призводить до неточного вимірювання температури.

Дослідження проводилось на базі тепловізора Fluke Ti9 з використанням допоміжного обладнання – штатив, угломір, персональний комп'ютер.

Схема процесу вимірювання представлена на рис. 1.

Основним направленням даної схеми є розрахунок температури з урахуванням впливу кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності. Це дозволить в практичних умовах підвищити точність визначення температури досліджуваного об'єкту.

Залежність від кута спостереження має різний вид для металів та діелектриків. Якщо для діелектриків в області нормалі до поверхні вона приблизно підкоряється закону Ламберта і має найбільше значення при вимірюванні по нормалі, то вимірювання температури поверхні більшості металів найбільш ефективно проводити під кутом 20 – 30°, де коефіцієнт випромінювання максимальний. За межами даних значень, коефіцієнт випромінювання швидко зменшується до нуля при направленні спостереження по дотичній [8].

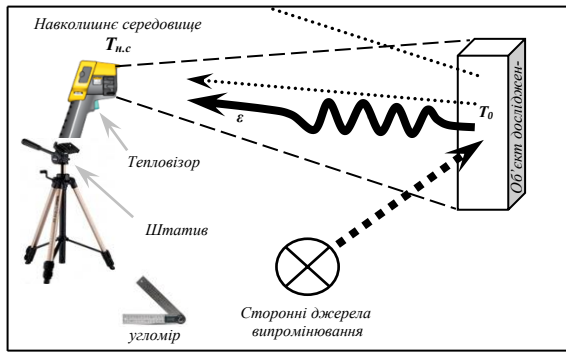


Рисунок 1 – Схема процесу вимірювання температури з відомим кутом спостереження

Внаслідок залежності коефіцієнту випромінювання від кута спостереження, ефективний коефіцієнт неплоских поверхонь різний в різних точках, хоча матеріал один і той же, коефіцієнт якого по нормалі – величина постійна.

Фактичне значення коефіцієнту випромінювальної здатності може бути розраховано за формулою:

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \frac{\varepsilon_{\text{вим}}}{K_{\text{кут}}}, \quad (1)$$

де $\varepsilon_{\text{факт}}$ – фактичне значення коефіцієнту випромінювальної здатності;

$\varepsilon_{\text{вим}}$ – вимірюване значення коефіцієнту випромінювальної здатності;

$K_{\text{кут}}$ – коефіцієнт впливу кута спостереження.

Результати досліджень

При проведенні експерименту були отримані залежності коефіцієнту $K_{\text{кут}}$ від кута спостереження.

Для металів така залежність має вигляд:

$$K_{\text{кут}} = \begin{cases} 0.0164\varphi^2 - 0.1067\varphi + 1.1464, & 0 \leq \varphi \leq 85, \\ -2,53\varphi + 5.06, & 85 \leq \varphi \leq 90, \end{cases} \quad (2)$$

де φ – кут спостереження.

Для діелектриків залежність $K_{\text{кут}}$ від кута спостереження найбільш точно описується формулою:

$$K_{\text{кут}} = -0,0014 \cdot \varphi^3 + 0,022 \cdot \varphi^2 - 0,1 \cdot \varphi + 1,1. \quad (3)$$

За допомогою приладів інфрачервоної техніки досліджено вплив кута спостереження на точність вимірювання температури деталі зі сталі (рис. 2) та композиційного матеріалу (рис. 3). Визначення температури проводилося безпосе-

редньо на реальному об'єкті, формуючи вибірку даних:

- дійсної температури, виміряної контактним термометром;
- температури, що вимірювалася за допомогою тепловізора під різними кутами спостереження;
- визначення температури з урахуванням кута спостереження.

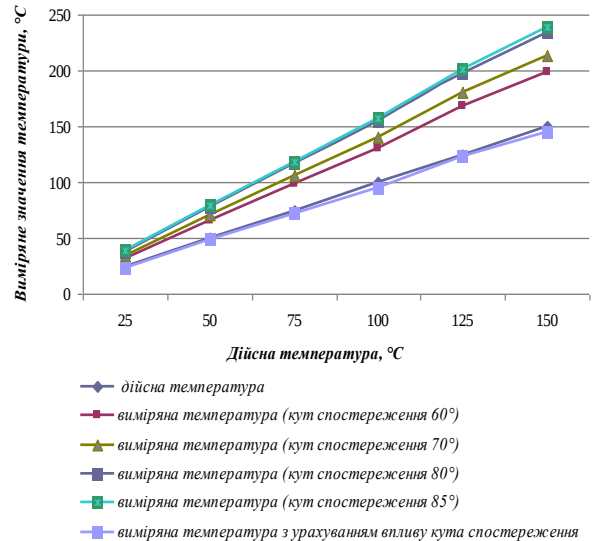


Рисунок 2 – Вплив кута спостереження на точність вимірювання температури сталі

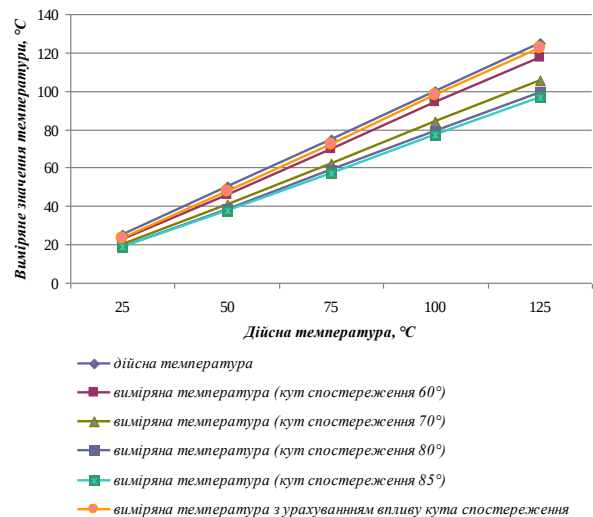


Рисунок 3 – Вплив кута спостереження на точність вимірювання температури композиційного полімера

Аналіз отриманих результатів впливу кута спостереження на точність вимірювання температури, що представлені в виді графіків, дають змогу зробити висновок, що зі збільшенням кута спостереження похибка вимірювання збільшується. Відносна похибка вимірювання темпера-

тури деталі зі сталі при куті спостереження 85° складає 57%, а для деталі з композиційного матеріалу – 22%. Таким чином, можна вважати, що таке істотне значення похибки робить вимірювання безглуздими. У той же час, вплив кута спостереження на точність вимірювання дає можливість звести значення абсолютної похибки вимірювання температури за допомогою приладів інфрачервоної техніки до декількох градусів, що у відносній формі не перевищує 1%.

Висновки

1. Досліджено, що вимірювання температури за випромінюванням є одним із основних напрямків розвитку високоефективної системи діагностики, яка забезпечує можливість контролю теплового стану об'єкта, виявлення дефектів на ранній стадії їх розвитку, а також мінімізація затрат на технічне обслуговування.

2. Виявлено, що одним із істотних факторів, що впливають на точність вимірювання температури, є зміна коефіцієнту випромінювання об'єкта, що має істотну кривизну поверхні та неможливість його визначення в важкодоступних місцях. В загальному випадку коефіцієнт випромінювання залежить від виду матеріалу, довжини хвилі, температури, стану поверхні та кута спостереження поверхні об'єкта. Значення коефіцієнта випромінювання в основному приведені в таблицях або представлені в виді графіків, і мають досить значну різницю, що не дає змогу проводити точні вимірювання температури об'єкта.

3. Встановлено, що помилки у встановленні коефіцієнта випромінювальної здатності істотно впливають на точність вимірювання температури за допомогою приладів інфрачервоної техніки. Проведені дослідження впливу кута спостереження на точність вимірювання температури виробу зі сталі і композиційного полімеру показують, що при зміні кута спостереження, похибки вимірювання температури тепловізором можуть перевищувати 50%, що робить вимірювання безглуздими. Запропоновано залежності, що дозволяють звести значення абсолютної похибки вимірювання температури за допомогою приладів інфрачервоної техніки до декількох градусів, що у відносній формі не перевищує 1%.

4. Результати дослідження дозволяють підвищити точність вимірювання температури шляхом урахування впливу кута спостереження на коефіцієнт випромінювальної здатності об'єкта, нормалізувати зображення термограм для різних ділянок об'єкта, а також, виділення можливих

дефектних зон на термограмі для визначення рівномірності розподілу теплового поля.

Список використаних джерел

1. Свет Д. Я. Объективные методы высокотемпературной пирометрии при непрерывном спектре измерения [Текст] / Д. Я. Свет. – М.: Наука, 1968. – 236 с.
2. Оборський Г. О. Вимірювання неелектричних величин [Текст]: підручник / Г. О. Оборський, П. Т. Слободяник. – К.: Наука і техніка, 2005. – 200 с.
3. Брамсон М. А. Инфракрасное излучение нагретых тел [Текст]. Т. 1. / М. А. Брамсон. – М.: Наука, 1965. – 224 с.
4. Valancius K. Transient heat conduction process in the multilayer wall under the influence of solar radiation [Text]: Proceedings / K. Valancius, A. Skrinska // Improving human potential program. – Almeria, Spain: PSA, 2002. – P. 179–185.
5. Minkina, W. Pomiarы termovizyіne-przyrzędy i metody [Text] / W. Minkina. – Czestochowa: Wydawa Politechniki Czestochowskiej, 2004. – 243 p.
6. Вавилов В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль [Текст] / В. П. Вавилов. – М.: ИД Спектр, 2009. – 544 с.
7. Гордов, А. Н. Основы пирометрии [Текст] / А. Н. Гордов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Металлургия, 1971. – 448 с.
8. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение [Текст]: пер. с франц. / Ж. Госсорг. – М.: Мир, 1988. – 416 с.
9. Fam S. S. Ultrasonics thermometry [Text] / S. S. Fam, L. C. Lynnworth, E. H. Carnevale // Instrument and Control System. – 1969. – Vol. 42, № 10. – P. 107 – 110.
10. Оборський, Г. О. Дослідження впливу випромінювальної здатності матеріалів на точність тепловізійного методу контролю [Текст] / Г. О. Оборський, О. С. Левинський, М. О. Голофєєва // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – №2/3(28). – С. 4 – 7.

Надійшла до редакції 13.03.2017

Рецензент: д.т.н., доц. Боряк К. Ф., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

А. С. Левинский, М. А. Голофеева, к.т.н., В. О. Шворинь, С. М. Урсол

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТА ПРИБОРАМИ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕХНИКИ

Рассмотрены вопросы измерения температуры с помощью приборов инфракрасной техники. В край актуальным вопросом является дистанционное измерение действительного значения температуры при неизвестной излучательной способности исследуемого тела. Проведен анализ факторов, влияющих на точность измерения температуры. Представлено исследование влияния угла наблюдения на коэффициент излучающей способности.

Ключевые слова: температура, коэффициент излучательной способности, погрешность измерения, тепловизионный контроль, инфракрасная техника.

A. Levinskiy, M. Holofieva, PhD, V. Shvorin, S. Ursol

EXPERIMENTAL STUDY OF THE OBJECT TEMPERATURE USING INFRARED DEVICES

Temperature measurement issues using infrared devices are considered. The topical issue is the remote measurement of the actual temperature values of the tested body when its emissivity is unknown. The analysis of factors influencing the accuracy of the temperature measurement is given. The study of the angle of observation influence on the emissivity coefficients is presented.

Keywords: temperature, emissivity, measurement error, thermal control, infrared technology.

УДК 621.787:539.4

В. С. Кравчук¹, к.т.н., А. Ф. Дашенко¹, д.т.н., Л. В. Коломиец², д.т.н., А. М. Лимаренко¹, к.т.н.

¹Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

²Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса

ОБ ОЦЕНКЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Рассмотрены особенности оценки циклической прочности деталей машин. Показана необходимость применения вероятностных методов, опирающихся на эксперименты в статистической постановке. Предложены расчетные зависимости для оценки среднего квадратического отклонения пределов выносливости поверхностно упрочненных деталей машин. Показано, что упрочнение поверхностным пластическим деформированием снижает рассеяние сопротивления усталости.

Ключевые слова: циклическая прочность, детали машин, поверхностное упрочнение, вероятностные методы расчетов.

Введение

Для деталей, работающих в эксплуатации при повторно-переменных напряжениях, особое значение имеет предотвращение усталостного разрушения с его стремлением экономно расходовать материал на деталь. Однако добиться этого нелегко, так как при решении задач прочности основную роль играют конструктивно-технологические факторы, теоретический учет которых сложен. В ответственных случаях для их оценки проводят специальные дорогостоящие эксперименты, которые трудоемки и требуют огромных временных затрат. Для деталей и элементов

конструкций подобные испытания проводить не всегда возможно и целесообразно. Поэтому особое значение имеют практические расчеты по критерию сопротивления усталости в соответствии с детерминированными подходами, которые проводят, назначая коэффициенты запаса прочности, исходя из условий работы конструкции, и на этой основе определяют максимальное расчетное напряжение, возникающее в опасном сечении детали [1],

$$\sigma_{\text{рас}} \leq \sigma_{-1Д}/n, \quad (1)$$

где σ_{-1d} – предел выносливости рассчитываемой детали; n – коэффициент запаса прочности.

Анализ последних исследований и публикаций

В различных отраслях машиностроения разработаны нормы прочности, которые регламентируют запасы прочности и особенности их определения [1, 2]. Определение пределов выносливости в каждом конкретном случае связано с известными трудностями. Объясняется это тем, что предел выносливости детали, определяющий ее предельную несущую способность при базовом числе циклов напряжений, существенно зависит от ряда факторов. Важнейшими из них при данном виде нагрузки являются: конструктивная форма (концентрация напряжений), абсолютные размеры, состояние поверхности, поверхностное упрочнение и др.

Предел выносливости σ_{-1d} детали с учетом конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов находят по пределу выносливости σ_{-1} ее материала, определенному путем испытаний гладких цилиндрических лабораторных образцов диаметром $d_0 = 7 \div 10$ мм на базе $N_\sigma = 5 \cdot 10^6 \div 10^7$ циклов при симметричном круговом изгибе.

В соответствии с ГОСТ 25.504

$$\sigma_{-1d} = \sigma_{-1} / f(K_\sigma, K_{d\sigma}, K_F, K_V). \quad (2)$$

Здесь $f(K_\sigma, K_{d\sigma}, K_F, K_V)$ – функция, которая учитывает влияние конструктивных и технологических факторов, где K_σ – эффективный коэффициент концентрации напряжений в месте расположения концентратора, отражающий фактическое снижение прочности детали диаметром d по отношению к детали того же размера без концентратора напряжений; $K_{d\sigma}$ – масштабный фактор, отражающий снижение предела выносливости детали с ростом абсолютных размеров поперечного сечения; K_F – коэффициент влияния качества обработки поверхности; K_V – коэффициент влияния поверхностного упрочнения.

Существенным недостатком детерминированных условий прочности является то, что они не учитывают должным образом неизбежное рассеяние показателей внешних воздействий и прочностных свойств материалов реальных объектов. Во многих случаях они уже не удовлетворяют современным требованиям. На

смену им приходят вероятностные методы расчета, опирающиеся на эксперименты в статистической постановке.

Перспективным, как показывает практика, является применение статистической теории подобия, которая дает описание влияния концентрации напряжений, масштабного эффекта, формы поперечного сечения и вида нагрузки на предел выносливости [3]. Влияние поверхностного упрочнения можно учесть с помощью поправочного коэффициента K_V , входящего в выражение (2) для коэффициента снижения предела выносливости. Вместе с тем, этот фактор может быть отражен и в самой теории путем введения понятия об эквивалентной детали, равнопрочной действительной поверхностно упрочненной детали [4, 5].

Цель работы

Разработать метод расчета значений среднего квадратического отклонения предела выносливости для вероятностной оценки сопротивления усталости упрочненных деталей машин.

Изложение основного материала

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что для вероятностной оценки сопротивления усталости поверхностно упрочненных деталей необходимо наличие значений среднего квадратического отклонения S предела выносливости поверхностно упрочненных деталей.

Предложены расчетные зависимости для оценки рассеяния пределов выносливости поверхностно упрочненных деталей из конструкционных сталей, основанные на уравнении подобия усталостного разрушения, усталостная трещина в которых зарождается на глубине упрочненного слоя Δ_d или с поверхности.

Так, при зарождении усталостной трещины на относительной глубине упрочненного слоя $\Delta = \Delta_d / d$ (d – диаметр рассчитываемой детали) рассеяние пределов выносливости упрочненных деталей можно определять по зависимости

$$S = \lg \left[\left(\xi_{-1dy} - (1 - \Delta)^{3\alpha_{\sigma-2}} \right) / \left(\bar{\xi}_{-1dy} - (1 - \Delta)^{3\alpha_{\sigma-2}} \right) \right], \quad (3)$$

где ξ_{-1dy} – отношения максимального напряжения эквивалентной детали в зоне концентратора $\sigma_{max, \varepsilon} = \alpha_\sigma \sigma_{-1dy}$ соответственно к нижней (минимальной) границе $\sigma_{н.г}$ поверхностно упрочненной (эквивалентной) детали;

α_σ — теоретический коэффициент концентрации напряжений.

Отношения $\xi_{-1Дy}$, $\bar{\xi}_{-1Дy}$ соответствуют вероятностям разрушения соответственно 84,1 % и 50 %. Для пластичных деформируемых сталей рекомендуется принимать $\sigma_{н.г} = 0,5 \bar{\sigma}_{-1y}$ [4, 5], тут $\bar{\sigma}_{-1y}$ — медианное значение предела выносливости гладких лабораторных образцов диаметром $d_0 = 7,5$ мм, изготовленных из материала эквивалентной детали.

В таблице 1 представлены результаты усталостных испытаний, не упрочненных и упрочненных поверхностным пластическим деформированием образцов и статистической их обработки. Образцы изготовлены из улучшенной стали 40Х с механическими характеристиками

$\sigma_{0,2} = 750$ МПа и $\sigma_B = 940$ Мпа. Усталостные испытания проводились по методу «вверх-вниз». Из таблицы видно, что среднее квадратическое отклонение $S_{\bar{\sigma}_{-1y}}$ медианного значения предела выносливости $\bar{\sigma}_{-1y}$ упрочненных образцов во всех случаях меньше его значения для не упрочненных образцов. Среднее квадратическое отклонение пределов выносливости на базе $N_6 = 5 \cdot 10^6$ циклов уменьшается соответственно в $1,8 \div 2,2$ раза для упрочненных образцов с концентраторами напряжений и в $1,6 \div 1,8$ раза для гладких упрочненных образцов. Выборочный коэффициент вариации $v = S/\sigma_{-1y}$ для упрочненных образцов составляет $(0,7 \div 1,4)\%$, а для не упрочненных — $(1,2 \div 3,5)\%$.

Таблица 1 – Результаты усталостных испытаний образцов из стали 40Х

d_d , мм	α_σ	Количество образцов		$\bar{\sigma}_{-1}$	$S_{\sigma-1}$	v, %
		разрушенных	не разрушенных	МПа		
Не упрочненные						
7,5	1,80	11	13	278	9,67	3,5
10	1,69	11	10	303	8,11	2,7
7,5	1,47	11	12	315	6,37	2,0
10	1,33	11	10	343	6,02	1,8
7,5	1,00	10	12	445	6,95	1,6
15	1,00	12	11	411	4,75	1,2
Упрочненные, $\Delta = 0,10$						
7,5	1,80	13	12	364	4,39	1,3
10	169	13	12	379	4,41	1,2
7,5	1,47	11	10	403	3,06	0,8
10	1,33	10	10	423	3,05	0,7
7,5	1,00	11	10	482	3,87	0,8
15	1,00	11	10	453	3,06	0,7

Для случая, когда упрочненные детали разрушаются с поверхности, выражение (3) неприменимо для вычисления среднего квадратического отклонения S .

Для вычисления рассеяния пределов выносливости упрочненных деталей, разрушающихся с поверхности, рекомендуется зависимость

$$S = \lg \frac{\xi_{-1Д} \beta_1 \beta - 1}{\xi_{-1Д} \beta_1 \beta - 1}, \quad (4)$$

где $\beta_1 = H_{yn}/H_c$ — соотношение твердости упрочненного поверхностного слоя H_{yn} и твердости H_c материала не упрочненной детали (сердцевины) выражает повышение предела выносливости детали за счет изменения механиче-

ских характеристик поверхностно упрочненного слоя, а соотношение $\beta = \sigma_a/\sigma_{-1}$ — за счет возникающих в результате упрочнения остаточных сжимающих напряжений в поверхностном слое (отношения амплитудных напряжений цикла σ_a к пределу выносливости σ_{-1} при симметричном цикле для исходного материала). Если остаточные напряжения в упрочненном слое известны, то их следует рассматривать как средние напряжения асимметричного цикла (появившиеся в результате действия остаточных напряжений) и по ним, пользуясь диаграммой относительных предельных амплитуд напряжений при асимметричных циклах, определить значение β .

Выводы

Предложены зависимости, которые позволяют дифференцированно расчетным путем оценить значение среднего квадратического отклонения предела выносливости для вероятностной оценки сопротивления усталости упрочненных деталей машин. Установлено, что поверхностное пластическое деформирование снижает рассеяние сопротивления усталости: среднее квадратическое отклонение пределов выносливости уменьшается, а циклическая прочность повышается.

Список использованных источников

1. Серенсен С. В. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность / С. В. Серенсен, В. П. Когаев, Р. М. Шнейдерович. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.
2. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин / И. А. Биргер, В. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
3. Когаев В. П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени / В. П. Когаев. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.
4. Дашенко А. Ф. Несущая способность упрочненных деталей машин / А. Ф. Дашенко, В. С. Кравчук, В. Д. Иоргачев. – Одесса: Астропринт, 2004. – 160 с.
5. Кравчук В. С. Графоаналитический метод определения эффекта упрочнения поверхностно упрочненных деталей машин / В. С. Кравчук, А. Ф. Дашенко, А. М. Лимаренко // Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості. – Одеса, 2016. – Вип. 1(8). – с. 79 – 82.
6. Когаев В. П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник / В. П. Когаев, Н. А. Махутов, А. П. Гусенков. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.

Поступила в редакцию 13.06.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Усов А. В., Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса.

В. С. Кравчук, к.т.н., О. Ф. Дашенко, д.т.н., Л. В. Коломієць, О. М. Лимаренко, к.т.н.

ПРО ОЦІНКУ ЦИКЛІЧНОЇ МІЦНОСТІ ПОВЕРХНЕВО ЗМІЦНЕНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Розглянуто особливості оцінки циклічної міцності деталей машин. Показана необхідність застосування імовірних методів, які базуються на експериментах в статистичній постановці. Пропонуються розрахункові залежності для оцінки середнього квадратичного відхилення границь витривалості поверхнево зміцнених деталей машин. Показано, що зміцнення поверхневим пластичним деформуванням зменшує розсіювання опору втомленості.

Ключові слова: циклічна міцність, деталі машин, поверхнєве зміцнення, імовірні методи розрахунків.

V. S. Kravchuk, PhD, O. F. Daschenko, DSc, L. V. Kolomiets, DSc, A. M. Limarenko, PhD

ABOUT ESTIMATION OF CYCLIC STRENGTH OF SURFACE-DETAILED DETAILS OF MACHINES

Features of the evaluation of the cyclic strength of machine parts are considered. The necessity of applying probabilistic methods based on experiments in a statistical formulation is shown. Calculated dependences are proposed for estimating the mean square deviation of the endurance limits of surface hardened machine parts. It is shown that hardening by surface plastic deformation reduces the dispersion of fatigue resistance.

Keywords: cyclic strength, machine parts, surface hardening, probabilistic calculation methods.

V. F. Orobey¹, DSc, A. F. Dashchenko¹, DSc, L. V. Kolomiets², DSc, A. M. Limarenko¹, PhD,
R. S. Lobus², PhD

¹Odesa National Polytechnic University, c. Odesa

²Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality, c. Odesa

ESTIMATION OF CONE-SHAPED BEAMS OF SPECIAL CRANES ON STABILITY

The procedure for solution of stability problems of the beams and rod systems, that have change of the cross sizes in various directions, is offered. It is based on the algorithm of numerical and analytical option of the method of boundary elements that was developed in works of one of authors. Several problems of stability of cone-shaped beams are solved, results are characterized by high precision.

Keywords: differential equation with variable coefficients, fundamental system of functions, boundary value problems, MATLAB.

A problem statement

Problems of stability in Euler statement in case of change of the sizes of a beam and the squeezing force come down to boundary value problems for ordinary differential equations with variable coefficients [10]

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[EI(x) \frac{d^2 \vartheta(x)}{dx^2} \right] + \frac{d}{dx} \left[N(x) \frac{d \vartheta(x)}{dx} \right] = 0 \quad (1)$$

where $EI(x)$ – function of flexural (minimum) rigidity, kNm^2 ;

$\vartheta(x)$ – cross-bending, m;

$N(x)$ – function of the squeezing force in beam section, kN .

The analytical solution of even of such rather simple equation causes serious mathematical difficulties. In this case, it is necessary to apply numerical methods, for example MKE. At the same time, there are questions on accuracy and reliability of results. Therefore, urgent is a problem of new approaches development for solving this and similar problems.

Analysis of researches and publications

The solution of boundary value problems with variable coefficients involves researchers to differ-

ential equations with the complexity and the wide practical application. Developed in works of the prof. V. Orobey the numerical and analytical option of the method of edge elements (MEE) with success can be applied also to the solution of differential equations with variable coefficients [1-13]. Therefore, in these works, were considered rods with a change of section in only one direction. It is not a typical case. At the same time, in scientific literature mathematical approaches for the accounting of change of the sizes of section in all directions (for example, at a cone) are presented [14-15]. As a result, we will present possibilities of MGE for these cases.

Research purpose

The purpose of research is application-oriented application of numerical and analytical option of MGE to the decision of problems of stability of the beams in a form of a truncated cone.

Exposition of the main materials of the research

Because it isn't possible analytically to solve the equation (1), it is possible to offer the approximate approach, that makes a problem simple. It is obvious that continuous change of the sizes of cross section and other parameters of a rod can be modelled approximately by step dependence (fig. 1).

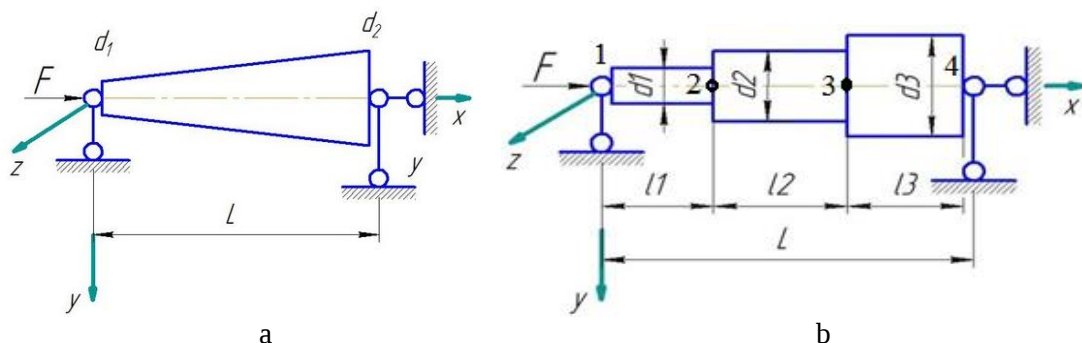


Figure 1 – Simulation of a truncated cone step system

Such change is very convenient because in each beam section change of the sizes of section disappears (and other parameters) and the equations with variable coefficients are automatically given to the equations with constant coefficients which solutions exist and they are unique (Cauchy problems). It is necessary only to use a method which will most effectively cope with a problem of calculation of the sampled system. It is possible to apply methods of initial parameters, movements, final elements, etc. In our opinion, most the numerical and analytical option of a method of boundary elements [5, 8, 9, 11, 13] approaches here. The essence of this method comes down to elementary transformations of matrixes of settlement ratios at boundary $x=l_i$ value of each element of system according to the scheme

$$\mathbf{Y}(l) = \mathbf{A}(l) \cdot \mathbf{X}(0) + \mathbf{B}(l) \rightarrow \mathbf{A}(l) \cdot \mathbf{X}(0) - \mathbf{Y}(l) = -\mathbf{B}(l) \rightarrow \mathbf{A}_*(l) \cdot \mathbf{X}_*(0, l) = -\mathbf{B}(l), \quad (2)$$

where $\mathbf{Y}(l)$ is vector of parameters of a condition of all rods of system in boundary sections $x=l_i$, $i = \overline{1, n}$;

$\mathbf{A}(l)$ is quasidiagonal matrix of fundamental functions at $x=l_i$, $i = \overline{1, n}$;

$\mathbf{X}(0)$ is vector of initial parameters of all rods of a system;

$\mathbf{B}(l)$ is external load vector at $x=l_i$, $i = \overline{1, n}$;
 n – number of elements in a system.

Because of transfer of parameters from $\mathbf{Y}(l)$ in $\mathbf{X}(0)$ the system of the linear algebraic equations turns out. If it is required to solve problems with own values, then $\mathbf{B}(l) = 0$ and in case of the transcendental equation for search of critical forces or

frequencies of natural oscillations turns out in the form of determinant

$$|A_*(l, F_{kp}, \omega)| = 0. \quad (3)$$

Setting an interval for ω , it is always possible to find own values [1-13]. The matrix has many remarkable properties:

1. The strong sparseness of a matrix doesn't lead to essential accumulation of errors of rounding from arithmetic operations;

2. It is naturally scaled, it means that her elements smoothly decrease in size on collateral diagonal from left to right. This property causes high stability of numerical operations at the solution of system of the equations (2) or at calculation of determinant;

3. At $x = 0$ it forms a single matrix;

4. She doesn't contain points of a rupture of the 2nd sort in problems of stability and dynamics;

5. It is formed without matrix operations of addition, multiplication and the address. Only quasidiagonalization operation is used.

All these advantages allow to have the simplest logically algorithm of the solution of various boundary problems which differs at the same time in high precision of results. We will present MGE algorithm on examples of the problems of stability of the truncated cone considered in works [14, 15].

The stability equation for the sampled scheme according to fig. 1, b and i-section will take a form:

$$EI_i \frac{d^4 \vartheta(x)}{dx^4} + F \frac{d^2 \vartheta(x)}{dx^2} = 0 \quad (4)$$

The matrix of fundamental orthonormalized functions for this equation is known and has a following form:

	1	2	3	4	
1	1	A_{12}	$-A_{13}/EI_i$	$-A_{14}/EI_i$	
$A_i = 2$		A_{22}	A_{23}/EI_i	$-A_{24}/EI_i$	
3		$-A_{32} \cdot EI_i$ $A_{32} \cdot EI_i$	A_{22}	A_{12}	
4				1	

(5)

where

$$A_{12} = \frac{\sin(t_i x)}{t_i}; \quad A_{13} = \frac{1 - \cos(t_i x)}{t_i^2}; \quad A_{14} = \frac{t_i x - \sin(t_i x)}{t_i^3};$$

$$A_{22} = \cos(t_i x); \quad A_{32} = -t_i x \cdot \sin(t_i x); \quad t_i = \sqrt{F/EI_i}. \quad (6)$$

Parameters of rigidity are entered into $\mathbf{A}_i$ matrix for simpler performance of conditions of joining of sections in internal points of a beam. It is the simplest way to calculate values in the middle of each

site. Cone section, a circumference, and diameter changes due to the following rule (fig. 1, a):

$$d(x) = d_1(a - bx^k), \quad (7)$$

where a, b – coefficients; k – exponent.

Matrix $\mathbf{A}_*(l, F)$ of the equation (3) is formed as follows. Let $n=3$ (fig. 1, b). Matrixes of initial and final parameters of the sampled beam are formed. In

them we consider regional conditions of bearing and a condition of a continuity of parameters of a bend in internal points.

$$\mathbf{X}_* = \begin{matrix} 1 & V_{(0)}^{1-2} = 0; \varphi_{(l)}^{3-4} \\ 2 & \varphi_{(0)}^{1-2} \\ 3 & M_{(0)}^{1-2} = 0; Q_{(l)}^{3-4} \\ 4 & Q_{(0)}^{1-2} \\ 5 & V_{(0)}^{2-3} \\ 6 & \varphi_{(0)}^{2-3} \\ 7 & M_{(0)}^{2-3} \\ 8 & Q_{(0)}^{2-3} \\ 9 & V_{(0)}^{3-4} \\ 10 & \varphi_{(0)}^{3-4} \\ 11 & M_{(0)}^{3-4} \\ 12 & Q_{(0)}^{3-4} \end{matrix} \quad \mathbf{Y} = \begin{matrix} 1 & V_{(l)}^{1-2} = V_{(0)}^{2-3} \\ 2 & \varphi_{(l)}^{1-2} = \varphi_{(0)}^{2-3} \\ 3 & M_{(l)}^{1-2} = M_{(0)}^{2-3} \\ 4 & Q_{(l)}^{1-2} = Q_{(0)}^{2-3} \\ 5 & V_{(l)}^{2-3} = V_{(0)}^{3-4} \\ 6 & \varphi_{(l)}^{2-3} = \varphi_{(0)}^{3-4} \\ 7 & M_{(l)}^{2-3} = M_{(0)}^{3-4} \\ 8 & Q_{(l)}^{2-3} = Q_{(0)}^{3-4} \\ 9 & V_{(l)}^{3-4} = 0 \\ 10 & \varphi_{(l)}^{3-4} \\ 11 & M_{(l)}^{3-4} = 0 \\ 12 & Q_{(l)}^{3-4} \end{matrix} \quad (8)$$

Follows from a matrix $\mathbf{X}_*$ that in a matrix $\mathbf{A}_*$ it is necessary to nullify the 1 and 3 columns. We transfer independent parameters of a $\mathbf{Y}$ matrix to the place of zero parameters of a $\mathbf{X}$ matrix. Dependent

parameters of a $\mathbf{Y}$ matrix transfer on the equations of their communication. As a result, the matrix is supplemented with the compensating elements. The matrix of stability of a beam has a following form:

$$\mathbf{A}_* = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \begin{bmatrix} & A_{12} & & -A_{14}/EI_1 & -1 & & & & & & & \\ & A_{22} & & -A_{13}/EI_1 & & -1 & & & & & & \\ -A_{32}EI_1 & & A_{12} & & & & -1 & & & & & \\ & & & 1 & & & & -1 & & & & \\ & & & & 1 & A_{12} & -A_{12}/EI_2 & -A_{14}/EI_2 & -1 & & & \\ & & & & & A_{22} & -A_{12}/EI_2 & -A_{13}/EI_2 & & -1 & & \\ & & & & & -A_{32}EI_2 & A_{22} & A_{22} & & & -1 & \\ & & & & & & & 1 & & & & -1 \\ & & & & & & & & 1 & A_{12} & -A_{13}/EI_3 & -A_{14}/EI_3 \\ -1 & & & & & & & & & A_{22} & -A_{12}/EI_3 & -A_{13}/EI_3 \\ & & & & & & & & & -A_{32}EI_3 & A_{22} & A_{12} \\ & & & -1 & & & & & & & & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

Matrixes of the equation (3) for beams with other conditions of bearing are similarly formed. From the equation (3) it is possible to determine by method of search critical forces which are provided in a such way:

$$F_{kp} = \frac{\lambda^2 EI_{min}}{l^2} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu l)^2}, \quad (10)$$

where λ – dimensionless parameter of critical force;

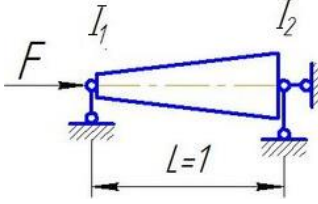
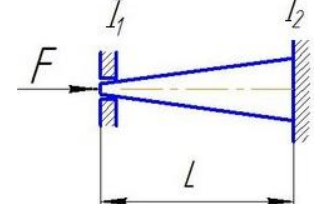
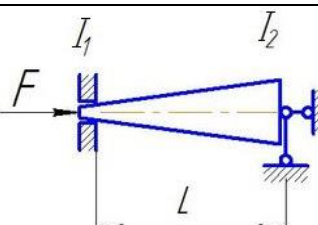
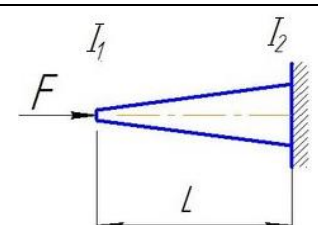
μ – coefficient of the specified length.

Between λ and μ there is a dependence.

$$\lambda \mu = \pi \quad (11)$$

Practice of the solving of problems with variable coefficients shows that results turn out almost exact already in case of number of sections of $n \geq 30$ [1-13]. For tasks of operations [14, 15] the matrix was created automatically according to the program in MATLAB cutoff in case of $n = 50$. In table 1 parameters λ for the first three critical forces of different cone-shaped beams are provided in case of $a = 1$; $b = 0,01$; $k = 1$; $L = 1$.

Table 1 – Three first parameters of critical forces

Parameter λ		
λ_1	3,1729	6,3474
λ_2	6,3463	9,0664
λ_3	9,5210	12,6886
Parameter λ		
λ_1	4,5378	1,5931
λ_2	7,8023	4,7611
λ_3	11,0157	7,9346

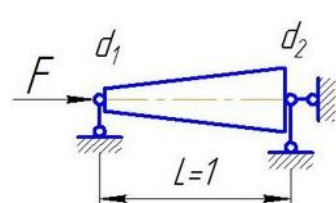
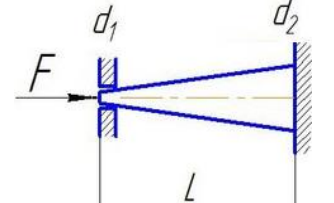
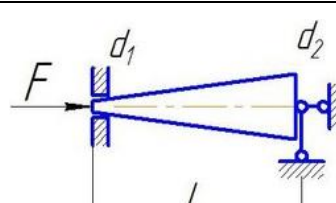
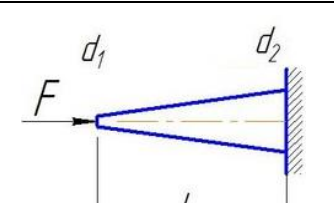
Data from table 1 can be compared to results of works [14, 15]. Application of function of Green has allowed to receive exact result for λ_1 at a hinged bearing [14]

$$\lambda_1 = 3,17. \quad (12)$$

It can be seen that results of MGE and work [14] coincide. In work [15] by means of the integrat-

ed equations we have received approximate value $\lambda_1 = 3,11$. This result differs a little from exact, but it is doubtful. Value λ_1 for a cone-shaped beam should be more than π . Values of parameter λ_1 depending on the relation of diameters of cone-shaped beams are presented in table 2 where $a=1$; $L=1$; $k=1$.

 Table 2 – Parameters λ_1 at change of the relations of sections diameters

$\frac{d_2}{d_1}$	b		
2	1	6,2817	12,5658
3	2	9,4207	18,8627
4	3	12,5579	25,1635
5	4	15,6908	31,4722
6	5	18,8175	37,7929
$\frac{d_2}{d_1}$	b		
2	1	8,9833	4,0583
3	2	13,4870	6,8630
4	3	17,9917	9,8194
5	4	22,4967	12,8452
6	5	27,0185	15,9060

It follows from table 2 that at smooth change of the cross sizes of a rod it is possible to increase significantly critical forces of such constructions as columns, chimneys, various support, TV and radio towers, towers.

Conclusions

The analysis of the provided material shows that the calculation procedure on stability of beams with distributed parameters, based on MGE, allows effectively, precisely and authentically to solve the complex problems which don't have the analytical decision. In particular, for cone-shaped (as well the piramideshape) beams it isn't necessary to create quite bulky function of Green [14] or to solve integrable equations [15]. In MGE it is enough to use the only system of fundamental orthonormalized functions of the appropriate differential equation with constant coefficients. Additional benefit is the minimum requirements to variable coefficients of a differential equation. They can have ruptures of the 1st kind, a point of a fracture and arbitrary set of the continuous functions [1-13] that significantly expands a circle of solvable problems not only theory of stability, but also other sciences.

References

1. Оробей В. Ф. Численно-аналитическое решение краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами / В. Ф. Оробей, Г. В. Кострова. – Труды Одесск. политехн. ун-та. – Одесса, 2007. – Вып. 1(27). – С. 23 – 30.
2. Оробей В.Ф. Решение задачи устойчивости плоской формы изгиба тонкостенных стержневых систем методом граничных элементов / В. Ф. Оробей, Г. В. Кострова. – Труды Одесск. политехн. ун-та. – Одесса, 2007. – Вып. 2(28). – С. 8 – 24.
3. Оробей В. Ф. Метод граничных элементов в задачах устойчивости арок / В. Ф. Оробей, Г. В. Кострова, В. Н. Пурич // Труды Одесск. политехн. ун-та. – Одесса, 2009. – Вып. 1(31). – С. 7 – 14.
4. Оробей В. Ф. Расчет статически неопределимых балок с распределенными параметрами / В. Ф. Оробей, И. Б. Корнеева, Д. О. Бондаренко. – Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2009. – Вип. 36. – С. 322 – 328.
5. Дашенко А. Ф. Численно-аналитический метод граничных элементов / А. Ф. Дашенко, Л. В. Коломиец, В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов. – Одесса: ВМВ, 2010. – Т. 1. – 415 с. – Т. 2. – 510 с.
6. Оробей В. Ф. Устойчивость плоской формы изгиба тонкостенных стержневых систем / В. Ф. Оробей, А. Ф. Чумак // Прикладная механика. – 2009. – Т. 45. – № 5. – С. 110 – 123.
7. Оробей В. Ф. Колебания балок с переменной жесткостью / В. Ф. Оробей, К. С. Тыманюк. – Труды Одесск. политехн. ун-та. – Одесса, 2010. – Вып. 1(33) – 2(34). – С. 16 – 22.
8. Дашенко А. Ф. MATLAB в механике деформируемого твердого тела / А. Ф. Дашенко, В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов. – Харьков: «Бурун книга», 2011. – 480 с.
9. Оробей В. Ф. Практикум по методам решения краевых задач / В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов. – Одесса: Астропринт, 2011. – 408 с.
10. Оробей В. Ф. Устойчивость балок с распределенными параметрами / В. Ф. Оробей, Г. В. Кострова. – Праці Одеск. політехн. ун-ту. – Одеса, 2011. – С. 15 – 23.
11. Дорофеев В. С. Новые методы расчета систем с дискретно-непрерывным распределением параметров / В. С. Дорофеев, А. В. Ковров, Ю. С. Крутий, В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов, Р. М. Таций, Т. И. Ушак. – Одесса: Эвен, 2012. – 378 с.
12. Оробей В. Ф. Метод граничных элементов в задачах устойчивости плоской формы изгиба балок прямоугольного сечения / В. Ф. Оробей, А. Ф. Дашенко, А. М. Лимаренко. – Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості. – Одеса, 2015. – № 2(7). – С. 47 – 54.
13. Оробей В. Ф. Метод граничных элементов в задачах расчета машиностроительных конструкций / В. Ф. Оробей, А. Анискин, А. Ф. Дашенко, Л. В. Коломиец, А. М. Лимаренко, Б. Солдо. – Одесса: «Апрель», 2016. – 761 с.
14. Богачева В. Е. Функция Грина и задача на собственные значения / В. Е. Богачева, И. Н. Беляева, Н. А. Чеканова, Б. М. Башкатов, Н. Н. Чеканова, И. С. Кузнецова. – Вісник Херсонського нац. технічн. ун-ту. – Херсон, 2016. – №3(58). – С. 15 – 19.
15. Михлин С. Г. Приложение интегральных уравнений к некоторым проблемам механики, математической физики и техники / С. Г. Михлин. – М. – Л.: ОГИЗ техн.-теор. лит., 1947. – 304 с.

Надійшла до редакції 12.06.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Усов А. В., Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса.

В. Ф. Оробей, д.т.н., А. Ф. Дашенко, д.т.н., Л. В. Коломиец, д.т.н., А. М. Лимаренко, к.т.н., Р. С. Лобус, к.т.н.

РАСЧЕТ КОНУСООБРАЗНЫХ БАЛОК СПЕЦИАЛЬНЫХ КРАНОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Предложена процедура решения задач устойчивости балок и стержневых систем, имеющих изменение поперечных размеров в различных направлениях. В основе предлагаемого подхода лежит алгоритм численно-аналитического варианта метода граничных элементов, разработанного в трудах одного из авторов. Решен ряд задач устойчивости конусообразных балок, результаты характеризуются высокой точностью.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами, фундаментальная система функций, краевые задачи на собственные значения, MATLAB.

В. Ф. Оробей, д.т.н., О. Ф. Дашенко, д.т.н., Л. В. Коломиець, д.т.н., О. М. Лимаренко, к.т.н., Р. С. Лобус, к.т.н.

РОЗРАХУНОК КОНУСОПОДІБНИХ БАЛОК СПЕЦІАЛЬНИХ КРАНІВ НА СТІЙКІСТЬ

Запропоновано процедуру розв'язання задач стійкості балок і стрижневих систем, що мають зміну поперечних розмірів в різних напрямках. В основі запропонованого підходу лежить алгоритм чисельно-аналітичного варіанту методу граничних елементів, розробленого в працях одного з авторів. Вирішено ряд завдань стійкості конусоподібних балок, результати характеризуються високою точністю.

Ключові слова: диференціальні рівняння зі змінними коефіцієнтами, фундаментальна система функцій, крайові задачі на власні значення, MATLAB.

УДК 621.317.1

О. М. Величко, д.т.н., В. В. Ісасєв

Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів», м. Київ

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ КАЛІБРУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КАЛІБРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

У статті запропоновано методику калібрування міри показників якості електричної енергії для визначення поправки відтворюваного кута між двома фазними напругами. В основі методики лежить метод опосередкованого вимірювання кута зсуву фаз із застосуванням прецизійного вольтметра змінної напруги. Проаналізовано внесок складових вхідних величин та запропоновано бюджет невизначеності вимірювань. Представлено результати, отримані при калібруванні багатофункціонального калібратора змінного струму, за запропонованою методикою та оцінено внесок попарної кореляції вимірюваних фазних та міжфазної напруг у розширену невизначеність.

Ключові слова: змінна напруга, прецизійний вольтметр, кут зсуву фаз, невизначеність вимірювання.

Вступ

Важливою складовою народного господарства будь-якої промислово розвиненої держави є енергетичний сектор. Неможливо уявити функціонування сучасних великих технологічних комплексів виробництва, сільського господарства, навіть, невеликої офісної фірми без енергетичного забезпечення, зокрема, електричного живлення. Безліч електричних пристроїв та приладів потребують підведення до них

якісної електричної енергії мережею однофазного чи багатофазного виконання. Від забезпечення певних параметрів електроенергії залежить, наскільки точно виконуватимуть свої функції електричні пристрої та прилади, а також, чи відповідатиме тривалість функціонування цих засобів гарантованому виробником терміну експлуатації. Національний стандарт ДСТУ EN 15160 [1], гармонізований із європейськими вимогами, встановлює перелік показників якості

електроенергії, а також нормує гранично допустимі відхилення цих параметрів від номінальних значень.

Постановка завдання

Одним з показників якості електроенергії є коефіцієнт несиметрії у трифазній мережі живлення [1]. Різноманітні споживчі навантаги, що під'єднуються уздовж трифазної лінії електропостачання, так чи інакше впливають на показники якості електроенергії (ПЯЕ), спотворюючи форму кривої напруги, викликаючи зміщення кутів між фазними векторами напруги, або відхилення її амплітуди від номінального значення тощо. Одним з чинників впливу на величину коефіцієнту несиметрії є кут зсуву фаз між фазними напругами (див. рис. 1).

Як відомо, для ідеальної трифазної системи прийнятий кут зсуву фаз між сусідніми фазами 120 градусів [2]. Проте, через зазначені вище проблеми, зокрема, реактивні складові в навантазі електромережі, завжди наявне деяке відхилення цього параметру від номінального значення.

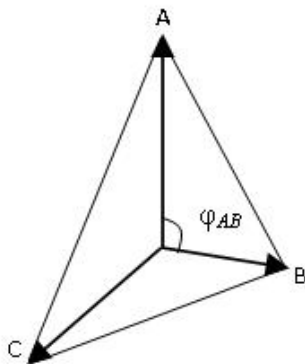


Рисунок 1 – Векторне представлення трифазної системи електричного живлення з наявною несиметрією

Для перевірки дотримання вимог щодо якості електроенергії відповідно до ДСТУ EN 15160, ГОСТ 13109 [3] застосовуються засоби вимірювання (ЗВ) – вимірювачі ПЯЕ або аналізатор електричної мережі, наприклад, Fluke 1745, «Енергомонитор 3.3», «Ресурс ПКЭ» та інші.

Важливим завданням галузі метрологічного забезпечення за видом електричних вимірювань – вимірюванням кута зсуву фаз між двома напругами – є визначення похибки вимірювання цієї метрологічної характеристики вимірювачів ПЯЕ та пов'язаної з цим невизначеності вимірювань. Таке завдання виконується за допомогою спеціалізованих калібраторів змінного струму, наприклад «Ресурс К2», Fluke 5522A. Оскільки такий засіб вимірювальної техніки (ЗВТ) використовується як робочий еталон під час визначення

метрологічних характеристик вимірювачів ПЯЕ, це означає, що його функцією є відтворення з високою точністю ПЯЕ, тобто за своєю сутністю він є мірою ПЯЕ. Згідно з експлуатаційною документацією калібратора «Ресурс К2» [4], кут зсуву фаз відтворюється з відхиленням, котре не перевищує $\pm 0,03$ градуси. Співвідношення між метрологічними характеристиками еталону та ЗВ, що піддається калібруванню, повинно становити не менше 3 [5].

Метою статті є пропозиція та аналіз методики визначення відхилення відтворюваного калібратором кута зсуву фаз від вимірюваного опосередкованим методом із застосуванням прецизійного вольтметра, а також оцінювання невизначеності вимірювань.

Особливості вимірювання кута зсуву фаз

Традиційно калібратор змінного струму при відтворенні кута зсуву фаз необхідно калібрувати за допомогою прецизійного фазометра [6, 7].

Відхилення кута між векторами двох фазних напруг, відтворюваних мірою ПЯЕ, можна визначати за допомогою прецизійного вольтметра змінної напруги, котрим потрібно по чергово виміряти середньоквадратичні значення першої фазної напруги, другої фазної напруги, а також міжфазної напруги калібратора.

Для оптимізації часу вимірювання й обрахунку пов'язаних із ним середніх значень і невизначеностей, необхідно використовувати передавання даних вимірювання з ЗВ до персонального комп'ютера через інтерфейс зв'язку з подальшим опрацюванням отриманого масиву даних за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ). Калібрування міри ПЯЕ треба виконувати у характерних точках вимірювання, які слід обирати, виходячи з наявних практичних потреб постачальників і споживачів електричної енергії. Такими характерними точками для фазної напруги треба вважати 100/3, 100/√3, 100, 220 В, оскільки саме ці значення в переважній більшості розподільчих пристроїв і побути є номінальними [8]. Кут між векторами фазних напруг пропонується встановлювати 0,1; 0,5; 5; 15; 60; 120 градусів.

Встановлюючи на виході міри ПЯЕ значення фазних напруг та кутів між їхніми векторами згідно з визначеними характерними значеннями, необхідно вимірювати за допомогою прецизійного вольтметра середньоквадратичні значення першої фазної напруги U_1 , другої фазної напруги U_2 та відповідної міжфазної напруги U_3 . Вимірювання та реєстрація отриманих даних повинні відбуватися автоматично, а у сформованому ПЗ протоколі з'являтися покази прецизійного вольтметра. При цьому значення кута зсуву фаз, що відтворюється мірою ПЯЕ, треба

вводити за допомогою комп'ютера. Операції необхідно повторювати потрібну кількість разів у залежності від кількості вимірюваних значень кута зсуву фаз.

Середнє арифметичне значення результатів спостереження фазної чи міжфазної напруги за допомогою вольтметра визначається за формулою:

$$\bar{U}_{ji} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{ji}, \quad (1)$$

де n – кількість спостережень;

$i = 1 \dots n$;

$j = 1, 2$ чи 3 в залежності від вимірюваної напруги.

Масив даних вимірювання має оброблюватися відповідно до формули (1), а обчислені середні арифметичні значення використовуватися ПЗ для розрахунку значення кута зсуву фаз за співвідношенням:

$$\varphi_{AB} = \frac{180}{\pi} \cdot \arccos \left[\frac{\bar{U}_1 / (1 + \delta_1)}{2 \cdot \bar{U}_2 / (1 + \delta_2)} + \frac{\bar{U}_2 / (1 + \delta_2)}{2 \cdot \bar{U}_1 / (1 + \delta_1)} - \frac{[\bar{U}_3 / (1 + \delta_3)]^2}{2 \cdot \bar{U}_2 / (1 + \delta_2) \cdot \bar{U}_1 / (1 + \delta_1)} \right], \quad (2)$$

де $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – значення поправок прецизійного вольтметра за відповідного вимірюваного середньоквадратичного значення напруги та температури оточуючого повітря.

Метою будь-якого калібрування є визначення співвідношення між показами робочого еталону й ЗВТ, що калібрується, для створення можливості розрахунку користувачем значення, максимально наближеного до умовно істинного. Можливість врахування відхилення показів ЗВТ, що піддається калібруванню, часто реалізується шляхом обчислення поправок. У випадку відтворення мірою ПЯЕ кута зсуву фаз, котрий вимірюється прецизійним вимірювачем змінної напруги описаним методом, поправки для точок калібрування повинні обчислюватись за формулою:

$$\Phi = \varphi_{AB} - \varphi_{\bar{E}}, \quad (3)$$

де $\varphi_{\bar{E}}$ – значення кута між двома фазними напругами, котрий відтворюється мірою ПЯЕ.

Оцінювання невизначеності вимірювання кута зсуву фаз

В загальному випадку невизначеність вимірювань треба розраховувати згідно з наста-

вною з вираження невизначеності вимірювань [9]. Застосовуючи дану процедуру до процесу калібрування міри ПЯЕ при відтворюванні кута зсуву фаз, слід застосовувати математичний вираз для розрахунку коефіцієнтів чутливості як частинних похідних рівняння зв'язку (2). В цьому випадку коефіцієнти чутливості для кожної вхідної величини визначатимуться наступними виразами:

$$C_1 = - \frac{\frac{1}{2 \cdot \bar{U}_2} - \frac{\bar{U}_2}{2 \cdot \bar{U}_1^2} + \frac{\bar{U}_3^2}{2 \cdot \bar{U}_1^2 \cdot \bar{U}_2}}{\sqrt{1 - \left[\frac{\bar{U}_2}{2 \cdot \bar{U}_1} + \frac{\bar{U}_1}{2 \cdot \bar{U}_2} - \frac{\bar{U}_3^2}{2 \cdot \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2} \right]^2}}, \quad (4)$$

$$C_2 = - \frac{\frac{1}{2 \cdot \bar{U}_1} - \frac{\bar{U}_1}{2 \cdot \bar{U}_2^2} + \frac{\bar{U}_3^2}{2 \cdot \bar{U}_2^2 \cdot \bar{U}_1}}{\sqrt{1 - \left[\frac{\bar{U}_2}{2 \cdot \bar{U}_1} + \frac{\bar{U}_1}{2 \cdot \bar{U}_2} - \frac{\bar{U}_3^2}{2 \cdot \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2} \right]^2}}, \quad (5)$$

$$C_3 = \frac{\frac{\bar{U}_3}{\bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2}}{\sqrt{1 - \left[\frac{\bar{U}_2}{2 \cdot \bar{U}_1} + \frac{\bar{U}_1}{2 \cdot \bar{U}_2} - \frac{\bar{U}_3^2}{2 \cdot \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2} \right]^2}}. \quad (6)$$

Оскільки міра ПЯЕ конструктивно виконана як джерело трифазної напруги та має гальванічні зв'язки між електричними колами, а живлення цього джерела здійснюється за допомогою однофазної мережі, матиме місце взаємний вплив ланцюгів між собою й залежність вихідних напруг від коливань у мережі живлення. Для врахування описаних явищ до розрахунку сумарної стандартної невизначеності слід ввести коефіцієнти попарної кореляції між вхідними величинами U_1, U_2, U_3 .

Згідно з [9] коефіцієнти попарної кореляції необхідно визначати за формулами:

$$r_{12} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{1,i} - \bar{U}_1) \cdot (U_{2,i} - \bar{U}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (U_{1,i} - \bar{U}_1)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (U_{2,i} - \bar{U}_2)^2}}, \quad (7)$$

$$r_{23} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{2,i} - \bar{U}_2) \cdot (U_{3,i} - \bar{U}_3)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (U_{2,i} - \bar{U}_2)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (U_{3,i} - \bar{U}_3)^2}}, \quad (8)$$

$$r_{13} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{1,i} - \bar{U}_1) \cdot (U_{3,i} - \bar{U}_3)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (U_{1,i} - \bar{U}_1) \cdot \sum_{i=1}^n (U_{3,i} - \bar{U}_3)}}. \quad (9)$$

Стандартну невизначеність під час вимірювання кожної складової рівняння зв'язку (2) слід розраховувати як середнє квадратичне відхилення середнього арифметичного значення результатів спостереження відповідної напруги за формулою:

$$S_{\bar{U}_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_{ji} - \bar{U}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (10)$$

де n – кількість спостережень;

$i = 1 \dots n$;

$j = 1, 2$ чи 3 в залежності від вимірюваної напруги.

Бюджет невизначеності вимірювань під час калібрування міри ПЯЕ при відтворенні кута між векторами трифазної напруги наведений у табл. 1, в якій U_{B1} , U_{B2} , U_{B3} – розширені невизначеності (коефіцієнт охоплення $k=2$ з рівнем довіри 95 %) вимірюваних прецизійним вольтметром середньоквадратичних значень напруги.

Таблиця 1 – Бюджет невизначеності вимірювань кута зсуву фаз

Вхідна величина			Невизначеність вимірювання		Розподіл	Коефіцієнт чутливості	Внесок стандартної невизначеності складових u_i
i	Позначення	Оцінка	Позначення	Оцінка			
1	δ_1	тип В	U_{A1}	тип В	норм.	C_1	$C_1 \cdot \frac{U_{B1}}{2}$
2	U_1	$\bar{U}_1$	$S_{\bar{U}_1}$	тип А	норм.		$C_1 \cdot S_{\bar{U}_1}$
3	δ_2	тип В	U_{A2}	тип В	норм.	C_2	$C_2 \cdot \frac{U_{B2}}{2}$
4	U_2	$\bar{U}_2$	$S_{\bar{U}_2}$	тип А	норм.		$C_2 \cdot S_{\bar{U}_2}$
5	δ_3	тип В	U_{A3}	тип В	норм.	C_3	$C_3 \cdot \frac{U_{B3}}{2}$
6	U_3	$\bar{U}_3$	$S_{\bar{U}_3}$	тип А	норм.		$C_3 \cdot S_{\bar{U}_3}$

Скориставшись загальним виразом для розрахунку сумарної стандартної невизначеності за настановою [9], та, підставляючи складові згідно з (2) й таблицею 1, можна отримати відповідний вираз стосовно кута зсуву фаз без урахування попарної кореляції:

$$u_\phi = \sqrt{\sum_{i=1}^6 u_i^2}. \quad (11)$$

Оскільки кінцевим результатом калібрування міри ПЯЕ має бути значення поправки згідно з (3) та відповідна розширена невизначеність вимірювань, необхідно врахувати внесок у цю невизначеність дискретності показів міри ПЯЕ – одиниці молодшого розряду.

Згідно з [9] у випадку, коли про одну зі вхідних величин рівняння зв'язку (3) відомий лише інтервал її можливих значень, треба прийняти рівномірний закон розподілу й скористатись наступною формулою для розрахунку стандартної невизначеності:

$$u_{\text{омр}} = \frac{\delta_{\text{омр}}}{2 \cdot \sqrt{3}}, \quad (12)$$

де $\delta_{\text{омр}}$ – одиниця молодшого розряду відтворюваного мірою ПЯЕ значення кута між векторами фазних напруг.

Для того, щоб остаточно розрахувати розширену невизначеність вимірювань під час калібрування міри ПЯЕ необхідно внесок дискретності її показів додати до сумарної стандартної невизначеності вимірювань кута зсуву фаз наступним чином:

$$U_\phi = 2 \cdot \sqrt{u_\phi^2 + u_{\text{омр}}^2}. \quad (13)$$

Оскільки вимірювання кожної середньоквадратичної напруги описаним методом відбувається в різні інтервали часу, очевидно, наявна відмінність поточного значення напруги мережі живлення, що призводить до додаткового відхилення вимірюваного значення кута зсуву фаз від реально відтворюваного значення. Щоб оцінити стандартну невизначеність з урахуванням попар-

ної кореляції необхідно скористатись наступними виразами згідно з табл. 1 та формулами (7) – (9):

$$u_{r12}^2 = 2 \cdot r_{12} \cdot (u_1 + u_2) \cdot (u_3 + u_4), \quad (14)$$

$$u_{r13}^2 = 2 \cdot r_{13} \cdot (u_1 + u_2) \cdot (u_5 + u_6), \quad (15)$$

$$u_{r23}^2 = 2 \cdot r_{23} \cdot (u_3 + u_4) \cdot (u_5 + u_6). \quad (16)$$

Остаточну сумарну стандартну невизначеність з урахуванням попарної кореляції треба визначати за формулою:

$$u_{\phi, r} = \sqrt{u_{\phi}^2 + u_{r12}^2 + u_{r13}^2 + u_{r23}^2}. \quad (17)$$

Практичне застосування пропонованої методики калібрування

Нижче наведений приклад калібрування міри ПЯЕ при відтворенні кута між двома напругами фази А та фази В методом вимірювання трьох середньоквадратичних значень напруги прецизійним вольтметром. У таблицях 2 й 3 представлені результати опрацьованого ПЗ масиву даних вимірювання, отриманих у описаний вище спосіб за формулами (1) – (13).

Таблиця 2 – Результати обробки масиву даних вимірювання

Вхідна величина, В			Коефіцієнт чутливості, В ⁻¹	Коефіцієнт попарної кореляції		
Назва	Оцінка	Стандартна невизначеність		r_{12}	r_{13}	r_{23}
Напруга фази А	100,0495	0,00011	-0,0027	-0,075	-0,316	0,118
Напруга фази В	100,0663	0,00014	-0,0027			
Напруга між фазами А та В	51,7812	0,00026	0,0103			

Таблиця 3 – Результати калібрування міри ПЯЕ при відтворенні кута між фазами А та В, що дорівнює 30 градусів

Значення кута зсуву фаз за формулою (2)	Поправка до показів міри ПЯЕ	Сумарна стандартна невизначеність з/без урахування кореляції	Стандартна невизначеність дискретності	Розширена невизначеність з/без урахування кореляції
29,9925	-0,0075	0,00092/0,00088	0,00029	0,0019/0,0018

Висновки

Вперше запропонована методика калібрування міри ПЯЕ при відтворенні кута зсуву фаз дозволяє визначати відхилення її показів від опосередковано вимірної зазначеної фізичної величини за допомогою прецизійного вольтметра, а також оцінювати розширену невизначеність з урахуванням попарної кореляції чи без нього.

Отримані значення розширеної невизначеності вимірювань свідчать про доцільність застосування прецизійного вимірювача змінної напруги як робочого еталону, оскільки в такий спосіб досягається висока точність вимірювань.

Відображені результати оцінювання невизначеності вимірювань при калібруванні міри ПЯЕ при відтворенні кута зсуву фаз без урахування попарної кореляції фазних напруг та з її урахуванням свідчать про незначний внесок цього фактору.

Оскільки запропонована методика

калібрування міри ПЯЕ при відтворенні кута зсуву фаз реалізується з використанням прецизійного вимірювача змінної напруги, метрологічна простежуваність результатів вимірювання кінцевого ЗВТ – вимірювача ПЯЕ встановлює зв'язок з одиницею електричної напруги змінного струму.

Список використаних джерел

1. ДСТУ EN 15160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 15160:2010, IDT). [Текст]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2011. – 33 с.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. / Л. А. Бессонов. – М.: Высшая школа, 1996. – 578 с.
3. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы

качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Текст]. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. – 35 с.

4. БГТК.411649.002. РЭ Калибраторы переменного тока универсальные «Ресурс-К2». Руководство по эксплуатации. [Текст]. – Пенза: НПП «Энерготехника», 2011. – 112 с.

5. Вайсбанд М. Д. Техника выполнения метрологических работ. / М. Д. Вайсбанд, В. И. Проненко. – К.: Техніка, 1986. – 166 с.

6. Чмых М. К. Цифровая фазометрия. / М. К. Чмых. – М.: Радио и связь, 1993. – 184 с.

7. Уолт Кестер. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов. / Уолт Кестер. – М.: Техносфера, 2010. – 328 с.

8. ДСТУ ІЕС 60044-2:2008. Трансформа-

тори вимірювальні. Частина 2. Трансформатори напруги індуктивні. (ІЕС 60044-2:2003, ІДТ). [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 42 с.

9. JCGM 100:2008// GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement [Електронний ресурс] – Режим доступу:

http://www.bipm.org/utls/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_E.pdf – Назва з екрану.

Надійшла до редакції 01.06.2017

Рецензент: д.т.н, проф. Коломієць Л. В., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

О. Н. Величко, д.т.н., В. В. Исаев

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАЛИБРОВКИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КАЛИБРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В статье предложена методика калибровки меры показателей качества электрической энергии для определения поправки воспроизводимого угла между двумя фазными напряжениями. В основе методики лежит метод косвенного измерения угла сдвига фаз с использованием прецизионного вольтметра переменного напряжения. Проанализирован вклад составляющих входных величин и предложен бюджет неопределенности измерений. Представлены результаты, полученные при калибровке многофункционального калибратора переменного тока, по предложенной методике и оценен вклад попарной корреляции измеряемых фазных и межфазного напряжений в расширенную неопределенность.

Ключевые слова: переменное напряжение, прецизионный вольтметр, угол сдвига фаз, неопределенность измерения.

О. М. Velychko, DSc, V. V. Isaiev

SOME FEATURES OF THE CALIBRATION METHOD OF MULTIFUNCTIONAL CALIBRATORS

The article proposes a methodology of calibration of the measure of the power quality parameters for determining the correction of the reproducible angle between two phase voltages. The methodology based on the method of indirect measurement of the phase displacement using the precision voltmeter of the alternating voltage. The contribution of the input quantities is analyzed and the measurement uncertainty budget is proposed. The results obtained from the calibration of the multifunctional calibrator by using proposed methodology are presented and the contribution of the pairwise correlation of the measured phase and line voltages to the expanded uncertainty is estimated.

Keywords: AC voltage, precision voltmeter, phase displacement, measurement uncertainty.

О. В. Банзак, д.т.н., доц., Г. В. Банзак, к.т.н., доц.

Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ АЭС НА ОСНОВЕ CdZnTe-ДЕТЕКТОРОВ

В статье впервые разработаны программно-технические комплексы радиационно-технологического контроля (ПТК РТК) состояния защитных барьеров. Они основаны на измерении спектров собственного гамма-излучения технологических сред АЭС в режиме реального времени. Один из комплексов предназначен для контроля протечек парогенератора по активности ^{16}N для каждой петли теплоносителя. В состав комплекса входят несколько CdZnTe-детекторов, что позволило увеличить надежность всей системы и ее чувствительность. Предложена концепция построения комплекса и состав технических средств.

Ключевые слова: радиационно-технологический контроль, дозиметрия, блок детектирования, ионизирующие излучения

Вступление. Ключевая проблема ядерной энергетики – радиационная безопасность – решается путем обеспечения надежности защитных барьеров объектов технологического процесса функционирования АЭС: твэлов, тепловыделяющих сборок (ТВС), контуров передачи теплоносителя и др.

Методы томографического анализа объектов различной физической природы, т.е. восстановления физической структуры объекта по физическим полям, измеренным вне объекта, как правило, на замкнутой поверхности, зародились в 70-х годах 20 в. в связи с построением рентгеновских томографических изображений [1]. В 80 гг. томографические методы широко применялись уже в промышленности для дефектоскопии [2]. В большинстве разработанных к настоящему времени методов, как правило, используется активная томография, предполагающая наличие источника излучения, проходящего через обследуемый объект, и приемника (или группы приемников), регистрирующего прошедшее через объект излучение. Для анализа состояния ядерного топлива (ЯТ), в частности, тепловыделяющих сборок, целесообразно использовать пассивную эмиссионную томографию, основанную на регистрации собственного гамма-излучения продуктов деления (ПД) ЯТ с последующим определением их активности внутри исследуемой ТВС.

Собственно задачам пассивной эмиссионной томографии ЯТ посвящено довольно ограниченное количество работ. Все они выполнены в Uppsala University (Department of Radiation Sciences, Uppsala, Sweden). В частности, в наиболее обстоятельной пионерской работе, как и в последующих работах шведских исследователей, ставилась задача обосновать теоретически пассив-

ную эмиссионную томографию ТВС реактора BWR производства ABB Atom, Sweden квадратной формы, содержащего $8 \times 8 = 64$ круглых твэла [3, 4]. Целью этих работ являлось установление отсутствия в ТВС одного или более твэлов, поскольку задача томографии ЯТ решалась в рамках программы по обеспечению нераспространения ядерных материалов.

Предлагаемые авторами [5] способ и устройство дают возможность применения одновременного контроля активности водной и газовой проб, а также увеличения эффективности процесса отбора, позволяют идентифицировать твэлы с дефектами типа «контакт топлива с теплоносителем» и «газовая неплотность» за счет избирательного контроля продуктов деления методами гамма-спектрометрии. Эффективность применения последних, а с ними и всей системы контроля герметичности оболочек, обеспечивается использованием созданных в работе [5] CdZnTe-детекторов.

Внедрение новых программно-технических комплексов радиационно-технологического контроля не должно приводить к снижению эффективности эксплуатации блока, поэтому операции по контролю состояния объектов требуют согласования с технологией производства электроэнергии и ремонта оборудования, с временным графиком других процессов в режиме реального времени, критерии которого показаны ранее. За время, в течение которого проходит технологическая операция (время, характерное для изменения какого-либо параметра в процессе работы АЭС), ПТК РТК должен обеспечить измерение спектра гамма-излучения технологических сред, провести амплитудный анализ импульсов счета, осуществить обработку спектра, рассчитать ха-

рактеристики состояния объекта и занести их в базу данных. Работу ПТК РТК в режиме реального времени при этом характеризуют темп поступления входных данных в систему (характеристик собственного гамма-излучения топливной сборки, теплоносителя и оборудования первого контура, газов в гермоболочке), который должен соответствовать темпу формирования выходных данных системы [5, 6].

Целью данной работы является создание программно-технических комплексов радиационно-технологического контроля на основе радиационных датчиков нового поколения, что открывает ранее неизвестные возможности в решении задач анализа ядерного топлива, повышения точности и эффективности контроля технологических параметров и состояния защитных барьеров в АЭС, создание средств для инспекций МАГАТЭ.

Основная часть. Принцип построения ПТК РТК физических барьеров безопасности базируется на измерении спектров собственного гамма-излучения технологических сред АЭС.

Механическая конструкция базовых элементов системы должна обеспечить хорошую совместимость с существующим технологическим оборудованием, элементами РУ перегрузочной машины, соблюдение требований безопасности при проведении ТТО.

Неверное функционирование этой системы (ложное срабатывание, не выявление факта нарушения состояния объекта) может привести к существенным экономическим потерям (снижение мощности блока, дополнительные затраты времени на ремонт оборудования), поэтому потеря времени ввиду неработоспособности системы должна быть минимальной.

Надежность системы обязана соответствовать надежности оборудования и систем, важных для безопасности.

В этой работе, следуя принципу общности подхода, на основании сформулированного критерия реального времени разработана структура двух видов ПТК РТК, предназначенных для определения протечек парогенератора по активности ^{16}N (ИРГ) и контроля отработавших тепло-выделяющих сборок.

Опираясь на приведенные требования можно сделать вывод, что, с точки зрения повышения надежности, ПТК РТК должен состоять из независимых подсистем. Например, устройство, которое определяет протечки парогенератора по активности ^{16}N состоит из оборудования для каждой петли циркуляции теплоносителя.

При этом каждое устройство контроля протечек парогенератора содержит в своем составе несколько детекторов на основе CdZnTe -

датчиков, позволяющих увеличить надежность работы, и за счет современных корреляционных методов анализа повысить чувствительность системы, оценить тепловую мощность реактора. Каждое устройство детектирования должно осуществить регистрацию гамма-излучения теплоносителя и преобразовать его в электрические сигналы для последующей передачи на амплитудный анализатор импульсов.

Многоканальный амплитудный анализатор импульсов должен выполнять функции накопления первичного (необработанного) гамма-спектра. Затем в спектрах, которые получили, проводят идентификацию пиков полного поглощения, а по ее результатам – собственно расчет течи и ведение базы данных. Эти функции возлагаются на ЭВМ, входящую в состав устройства определения протечек парогенератора. При необходимости управляющий компьютер должен передать требуемые данные о состоянии парогенератора в автоматизированной системе управления технологическими процессами АЭС в стандартном протоколе.

Кроме того, система должна включать обязательные блоки питания и управления, соответствующие обобщенной структурной схеме и общим требованиям к системам контроля на АЭС.

Функциональное описание комплекса.

Концепция построения данного программно-технического комплекса радиационно-технологического контроля в реальном времени основана на следующих основных принципах [7, 8]:

- распределенные многодетекторные измерения с возможностью выделения групп измерительных каналов для резервирования;
- распределенный вычислительный комплекс с дублированием результатов измерения;
- отказоустойчивые средства вычислительной техники на основе промышленных компьютеров;
- объединение подсистем через локальную сеть на базе HDSL-технологии, позволяющей получать высокоскоростной цифровой доступ по витой паре;
- диагностика технических и программных средств;
- системность, открытость, совместимость, стандартизация, унификация и эффективность.
- определения характеристик гамма-излучения теплоносителя, пара;
- обработки полученной информации;
- программного обеспечения (управление анализаторами, обработка спектров, связь между ЭВМ, представление полученной информации).

На основании изложенной концепции и об-

щого підходу к созданию системы, предложен состав технических средств ПТК РТК парогенератора (рис. 1).

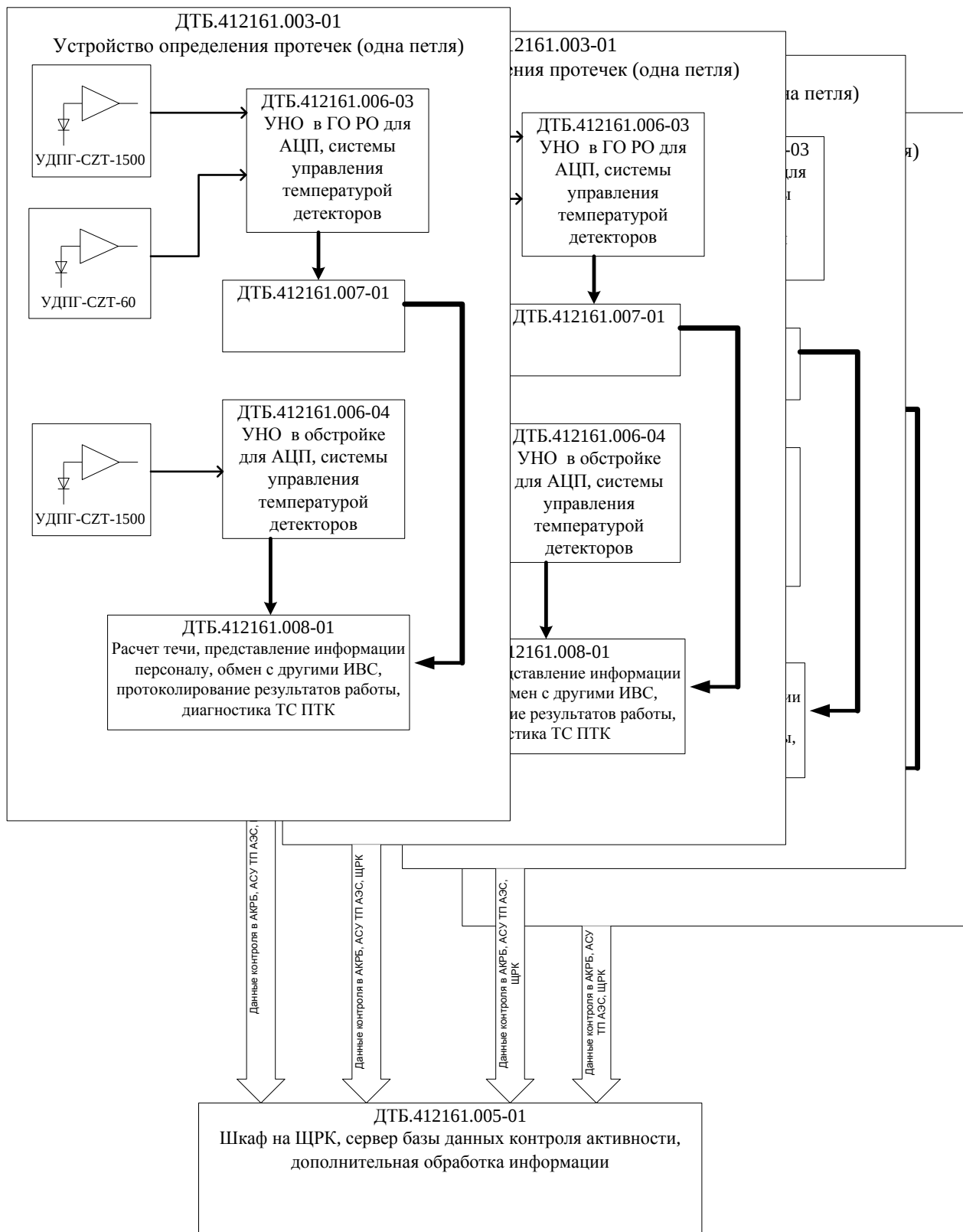


Рисунок 1 – Состав технических средств программно-технического комплекса радиационно-технологического контроля парогенератора

Устройство детектирования на основе гамма-излучения и преобразования его в электрические сигналы с дальнейшей передачей в CdZnTe-детектора создано для регистрации

амплитудный анализатор и представляет собой малогабаритное гамма-детектирующее устройство, измеряющее гамма-излучение в диапазоне от 100 до 2500 кэВ и от 20 до 8500 кэВ.

Устройства детектирования УДПГ-CZT-1500 и УДПГ-CZT-60 включают в себя CdZnTe кристалл, зарядочувствительный предварительный усилитель и водонепроницаемый корпус.

Роль многоканального амплитудного анализатора импульсов, его состав и конструкция описаны при разработке обобщенной структурной схемы системы измерения собственного гамма-излучения ОЯТ.

При повышении мощности реактора одной из основных является задача контроля состояния оболочек твэлов ОТВС. Таким образом, контроль герметичности оболочек (КГО) погружаемых ОТВС фактически является первым этапом организации управления состоянием ядерного топлива. К сожалению, существующие системы КГО для ВВЭР обладают низкой эффективностью и требуют существенных затрат времени для проведения контроля [6, 7]. В работе предложен двухэтапный потвэльный контроль ОТВС с применением методов пассивной томографии и оперативный контроль для выявления дефекта.

В соответствии со сформулированными выше требованиями для решения такой задачи построена структурная схема ПТК РТК (рис. 2). Концепция построения комплекса КГО реального времени основана на следующих основных принципах и средствах:

- отказ от применения сжатого воздуха для подготовки пробы;

- одновременный отбор проб воды и воздуха для проведения гамма-спектрометрического анализа содержания изотопов ^{133}Xe , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs в контролируемых пробах.

Технические средства, входящие в комплекс, подобны разработанным ранее системам контроля других технологических сред.

Отличительной особенностью комплекса является то, что продувка ТВС осуществляется водо-воздушным потоком, подаваемым группой инжекторов в нижнюю часть рабочей штанги. Двухфазный водо-воздушный поток обладает, по сравнению с воздушной продувкой, рядом преимуществ. Во-первых, пузырьки в таком потоке дольше сохраняют начальные размеры (более медленно коагулируют); во-вторых, такой поток обладает большей кинетической энергией и, следовательно, большей скоростью.

Указанное решение имеет следующие преимущества:

- нет необходимости применения воздуш-

ного компрессора, что существенно снижает стоимость системы, позволяет отказаться от масляных фильтров;

- малые габариты инжектора существенно упрощают проведение работ по доработке РШ ПМ;

- специально организованный двухфазный мелкодисперсный поток обладает качественно иными свойствами, чем продуваемый воздух, либо иной газ; это позволяет повысить эффективность «смывания» с оболочек твэлов продуктов деления;

- возможность регулировки газосодержания в процессе проведения контроля: таким образом можно, в случае необходимости, провести повторный контроль ОЯТ; это позволяет надежно идентифицировать факт контакта теплоносителя с топливной матрицей;

- многократная циркуляция по замкнутому контуру (внутри РШ ПМ и трубопроводами), подготовки пробы за время подъема ТВС в транспортное положение; это фактически приводит к концентрированию «смытых» с оболочек твэлов продуктов деления в верхней части РШ ПМ, что в совокупности с постоянным контролем во время подъема ТВС повышает качество выполнения задач КГО;

- структура сформированного двухфазного мелкодисперсного потока такова, что, в отличие от методов с продуванием газа, омываются и внутренние твэлы, так как очевидно, что гидравлические характеристики указанного потока более совершенны: газовый, точнее воздушный, поток, полностью теряет всю свою энергию еще на участке до нижней решетки, и отразившись от хвостовика ТВС будет перемещаться между внешними рядами твэлов и рабочей штангой, таким образом, внутреннее пространство ТВС останется не контролируемым.

При этом требования, предъявляемые к применяемому насосу, не велики: расход около $1 \text{ м}^3/\text{час}$, напор около 6 ат.

Комплекс работает следующим образом (рис. 3).

Насос центробежный 1 через пусковую емкость 2 и систему обратных 3 и запорных 4 клапанов забирает воду из рабочей штанги (РШ) и подает ее в раздающий водяной коллектор 6, откуда вода подается в группу инжекторов 7 на их рабочие сопла. Смешиваемый с водой воздух подсасывается из коллектора 5, куда он попадает из воздушного пространства рабочей штанги (т.е. объема, содержащего радиоактивные газы) по линии 12. В этом случае обеспечивается замкнутый режим многократной прогонки воздуха, используемого для продувки ТВС, и увели-

чение цикл за циклом концентрации радиоактивных изотопов в нем. Для баланса воды в системе, т. е. для сохранения уровня воды в рабочей штанге и снижения потери находящейся в

воде активности, ее забор на инжекторы осуществляется также из внутренней полости РШ.

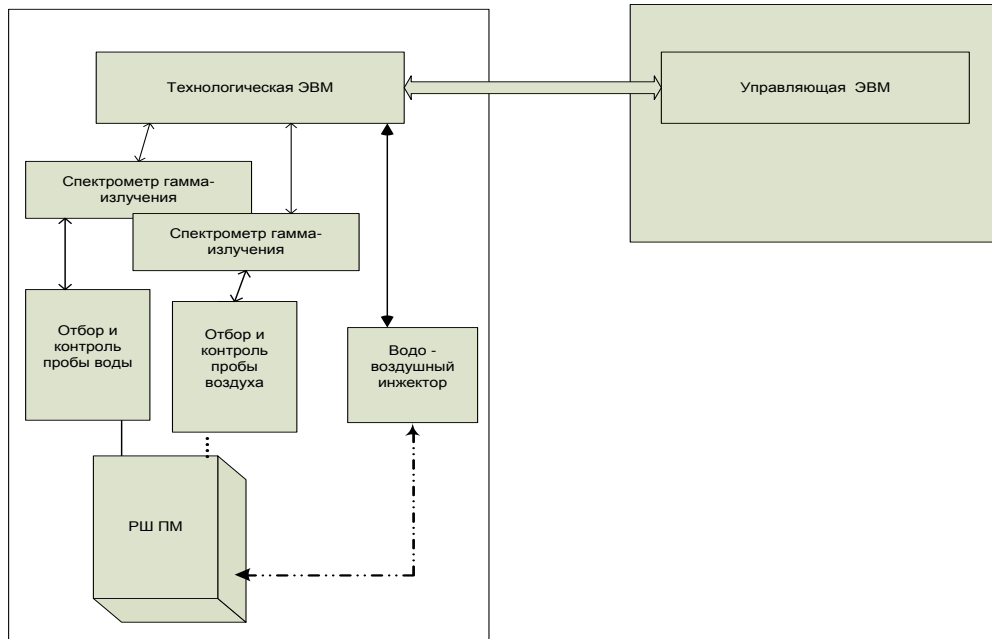


Рисунок 2 – Структурная схема системы контроля герметичности оболочки ТВС в реальном времени

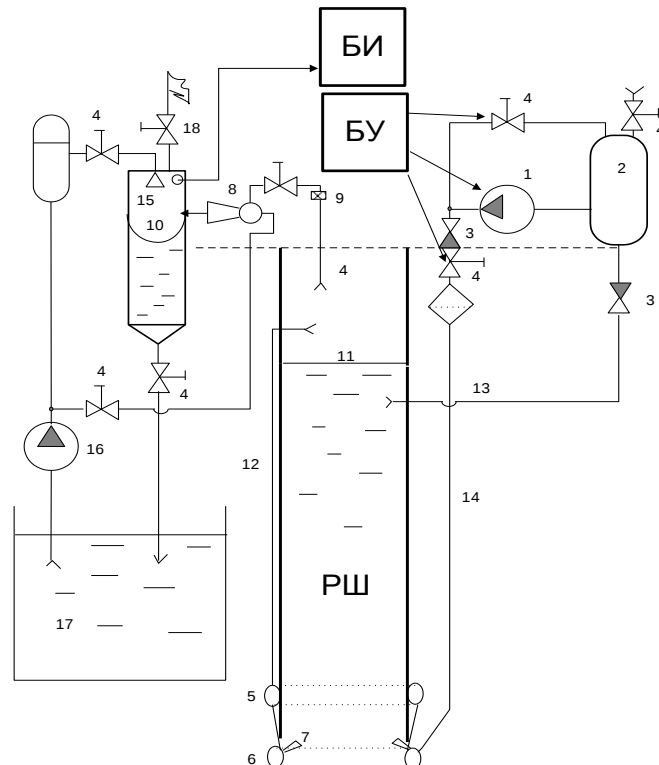


Рисунок 3 – Технологическая схема комплекса оперативного контроля герметичности оболочек ТВС в рабочей штанге перегрузочной машины: 1 – центробежный насос; 2 – пусковая емкость; 3 – обратные клапаны; 4, 18 – запорные клапаны; 5 – коллектор воздушный; 6 – коллектор водяной; 7 – инжекторная группа; 8 – эжектор измерительный; 9 – дроссель; 10 – измерительная емкость; 11 – уровень воды; 12 – линия забора воздуха; 13 – линия забора воды; 14 – линия подачи воды; 15 – шнек-распылитель; 16 – насос для забора чистой воды; 17 – бассейн выдержки

Для измерения активности система через заданный промежуток времени переключается в режим измерений. При этом закрывается линия подачи воды на группу инжекторов и открывается линия на эжектор измерительный 8. Эжектор 8 формирует заданную концентрацию водовоздушного потока и подает его тангенциально в измерительную емкость 10, где под действием центробежных сил происходит разделение воды и воздуха. Дроссель 9, установленный перед эжектором 8, формирует оптимальное для измерений газосодержание.

После проведения измерений возможно радиоактивное загрязнение измерительной емкости 10. Для ее отмывки предназначен дроссельный шнек-распылитель 15, установленный на оси измерительной емкости 10. Это позволяет провести отмывку внутренней поверхности емкости 10 высокоскоростным закрученным потоком воды. Подача воды на отмывку осуществляется насосом 16 с забором чистой воды из бассейна выдержки 17.

Выводы

Впервые разработаны программно-технические комплексы радиационно-технологического контроля (ПТК РТК) состояния защитных барьеров. Они базируются на измерении спектров собственного гамма-излучения технологических сред АЭС в режиме реального времени.

Один из комплексов предназначен для контроля протечек парогенератора по активности ^{16}N для каждой петли теплоносителя. Комплекс состоит из нескольких CdZnTe -детекторов, что позволило повысить надежность всей системы и ее чувствительность. Создана концепция построения комплекса и состав технических средств.

Разработан ПТК РТК контроля герметичности оболочек твэлов перегружаемых радиационных тепловыделяющих сборок. Контроль основан на применении созданного [5] метода пассивной томографии и оперативного выявления дефектного твэла. В данном случае увеличена эффективность пассивной томографии за счет применения немониторинговых измерений.

Отличительная особенность комплекса – продувка ТВС водо-воздушным потоком, который обладает преимуществами по сравнению с применяемой сейчас воздушной продувкой. При этом возможны одновременный контроль активности водной и газовой проб, выявление твэлов с дефектами типа «контакт топлива с теплоносителем» и «газовая неплотность» за счет гамма-спектрометрии с помощью CdZnTe -детекторов.

Список использованных источников

1. Горев В. С. Применение детекторов на основе теллурида кадмия в дозиметрии гамма-излучения / В. С. Горев, В. А. Кожемякин, О. А. Матвеев и др. // Приборы и техника эксперимента. – № 1, 1981. – С. 60 – 64.
2. Олейник С. Г. Метрологическое обеспечение определения выгорания, времени выдержки и обогащения облученного ядерного топлива при проведении измерений в реальном времени / С. Г. Олейник, О. В. Маслов, С. В. Сергеев, М. В. Максимов // Ядерные измерительно-информационные технологии. – 2004. – № 3(11). – С. 72 – 79.
3. Susumu Naito. Development of a New CdTe Area Radiation Monitor using the G(E) Function Method / Susumu Naito, Mikio Izumi, Toru Onodera, eds. // Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY. – Vol. 43. – No. 10, 2006. – P. 1173 – 1181.
4. Owens Alan. Compound semiconductor radiation detectors / Alan Owens, A. Peacock // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 531, 2004. – P. 18 – 37.
5. Банзак О. В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О. В. Банзак, О. В. Маслов, В. А. Мокрицкий: Под ред. В. А. Мокрицкого, О. В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «БМВ». – 220 с.
6. Маслов О. В. Автоматизированная система контроля распределения продуктов деления в ТВС ВВЭР-1000 при проведении перегрузки ядерного топлива / О. В. Маслов, С. Г. Олейник // Вторая рос. междунар. конф. «Учет, контроль и физ. защита ядерн. материалов», Обнинск, 22-26 мая, 2000 г. – С. 3 – 7.
7. Маслов О. В. Блок детектирования γ -излучения на основе CdZnTe для систем радиационного контроля / О. В. Маслов, В. А. Мокрицкий, Ю. Е. Николаенко, М. В. Максимов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – № 3 (57), 2005. – С. 15 – 18.
8. Машкович В. П. Защита от ионизирующих излучений / В. П. Машкович, А. В. Кудрявцева. – Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.

Поступила в редакцию 05.06.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Мокрицкий В. А., Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса.

О. В. Банзак, д.т.н., Г. В. Банзак, к.т.н.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС РАДІАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ОБ'ЄКТІВ АЕС НА ОСНОВІ CdZnTe-ДЕТЕКТОРІВ

У статті вперше розроблені програмно-технічні комплекси радіаційно-технологічного контролю (ПТК РТК) стану захисних бар'єрів. Вони засновані на вимірюванні спектрів власного гамма-випромінювання технологічних середовищ АЕС в режимі реального часу. Один з комплексів призначений для контролю протікань парогенератора за активністю $16N$ для кожної петлі теплоносія. До складу комплексу входять кілька CdZnTe-детекторів, що дозволило збільшити надійність всієї системи і її чутливість. Запропоновано концепцію побудови комплексу та склад технічних засобів.

Ключові слова: радіаційно-технологічний контроль, дозиметрія, блок детектування, іонізуючі випромінювання

О. V. Banzak, DSc, G. V. Banzak, PhD

PROGRAM TECHNICAL COMPLEX OF THE RADIATING TECHNOLOGICAL CONTROL OF OBJECTS APS ON THE BASIS OF CdZnTe-DETECTORS

In article program-technical complexes of the radiating technological control (PTC RTC) conditions of protective barriers for the first time are developed. They are based on measurement of spectra own scale-radiation of technological environments of the atomic power station in a mode of real time. One of complexes is intended for the control of leaking of a steam and gas generator over activity $16N$ for each loop of the heat-carrier. The structure of a complex includes some CdZnTe-detectors that have allowed increasing reliability of all system and its sensitivity. The concept of construction of a complex and structure of means is offered.

Keywords: the radiating technological control, dosimeter, the block of detecting, an ionizing radiation

УДК 531.71

К. О. Подострець

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПОСОБУ ПЕРЕДАЧІ ОДИНИЦІ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ МЕТРА ВІД ЕТАЛОНУ ДО РОБОЧИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Розглянуті особливості процесу метрологічного контролю віддалемірних засобів вимірювальної техніки та представлені відомі варіанти по його спрощенню. За приклад приведено спосіб передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки у лабораторних умовах шляхом вимірювання зигзагоподібних відстаней. Представлено математичну модель способу передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки у лабораторних умовах.

Ключові слова: еталон, віддалемірні засоби вимірювальної техніки, перевірка, калібрування.

Вступ

Існуючі перешкоди по використанню відомої еталонної бази для метрологічного контролю приладів для вимірювання великих лінійних розмірів змушують шукати нові можливості по створенню та використанню більш зручних методів метрологічного контролю [1]. В процес створення нового методу входить: розробка моделі метрологічного контролю із способом передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки та

проведення первинних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, де започатковано розв'язання даної проблеми

На сьогодні метрологічний контроль віддалемірних засобів вимірювальної техніки здійснюється за допомогою спеціальних базисних лінійних геодезичних полігонів [2].

В Україні базисні лінійні геодезичні полігони функціонують в Одесі, Києві, Харкові, Вінниці, Миколаєві в Львівській та Івано-Франківській областях і Криму [3, 4]. У масштабі

України це є недостатньо. Враховуючи сучасні масштаби геодезичних робіт, в Україні доцільно мати не менше за 1 – 2 базисних лінійних геодезичних полігонів на область [5].

Відома дисертаційна робота зі створення методу метрологічного контролю лазерних віддалемірів, який дозволяє підвищити ефективність заходів, пов'язаних з повіркою та калібруванням лазерних віддалемірів на автоколімаційну стенді з використанням лінії затримки – оптичного волокна [6]. У праці Гукасяна А. П., Новікова В. І. та Подостройця К. О. наведено варіант реалізації одного зі способів передачі одиниці фізичної величини у складі методу метрологічного контролю геодезичних засобів вимірювальної техніки [7].

Мета дослідження

Метою дослідження є формування математичної моделі способу передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки у лабораторних умовах шляхом вимірювання зигзагоподібних відстаней.

Основна частина

Спосіб передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки у лабораторних умовах, у залежно-

сті від відтворюваної відстані може включати декілька варіантів втілення.

На рисунку 1 представлена розрахункова схема зигзагоподібної відстані L , що відтворюється в лабораторії і розраховується за формулою

$$L = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot (n \cdot B - y_0 - y_1), \quad (1)$$

де α – заданий кут зигзагоподібної відстані, відтворюваний лазерним променем випромінювача;

n – кількість точок відбиття лазерного променя випромінювача;

B – ширина лабораторної кімнати (відстань між площинами з дзеркалами);

y_0 – ордината точки розміщення випромінювача;

y_1 – ордината точки розміщення відбивача.

Довжина одиничної ділянки розраховується за формулою

$$l_x = \frac{B}{\cos \alpha_j}, \quad (2)$$

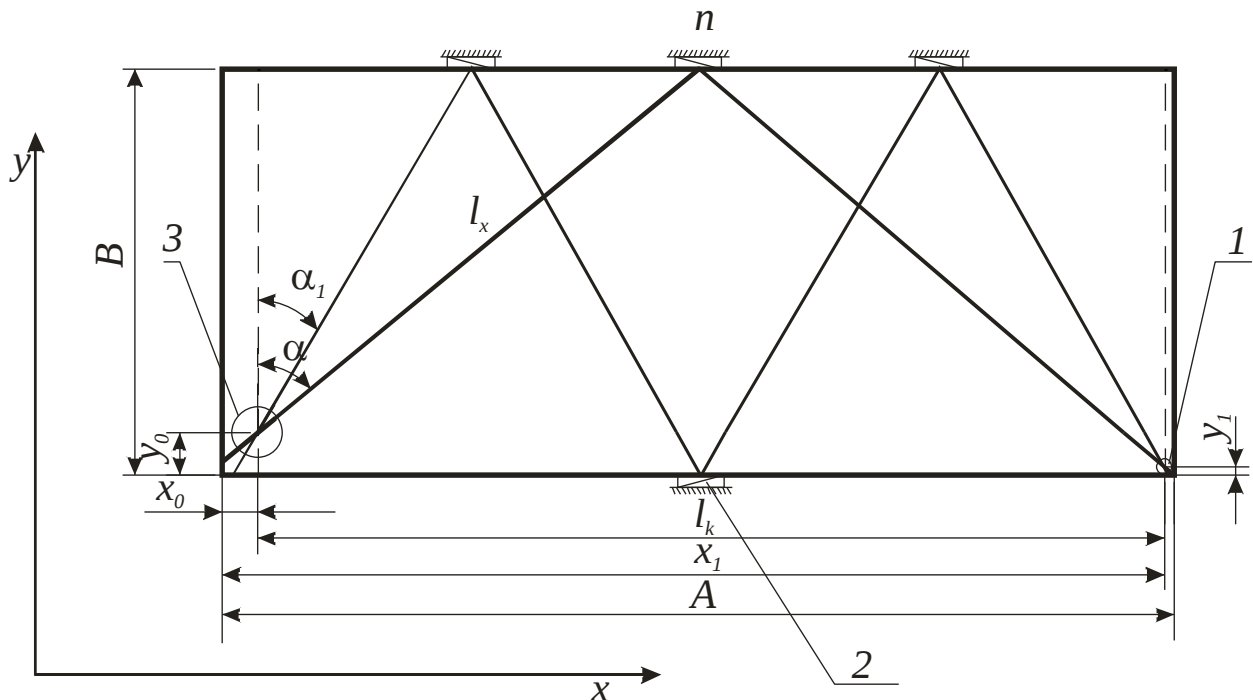


Рисунок 1 – Розрахункова схема зигзагоподібної відстані:

1 – відбивач, 2 – дзеркало, 3 – випромінювач, A – загальна довжина лабораторної кімнати, l_k – відстань між випромінювачем та відбивачем (корисна довжина вимірювальної ділянки), l_x – довжина одиничної ділянки, x_0 – абсциса точки розміщення випромінювача, x_1 – абсциса точки розміщення відбивача

Довжина вимірювальної ділянки l_k може бути представлена як

$$l_k = x_1 - x_0 = n \cdot B \cdot \operatorname{tg} \alpha - (y_0 + y_1) \operatorname{tg} \alpha.$$

Відповідно

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l_k}{n \cdot B - y_0 - y_1}. \quad (3)$$

Виходячи з вищевикладеного, та за умови розміщення відбивача на площині відповідно рис. 1, кут зигзагоподібної відстані α , відтворюваний лазерним променем визначається за формулою

$$\alpha = \arctg \left(\frac{l_k}{n \cdot B - y_0 - y_1} \right), \quad (4)$$

де $n = 2 \cdot k$ (де $k = 1, 2, 3, 4 \dots n$) – кількість точок відбиття лазерного променя.

Графік залежності заданого кута α зигзагоподібної відстані, відтворюваної лазерним променем (при фіксованих значеннях l_k , B , y_0 , y_1) від кількості точок відбиття лазерного променя n згідно співвідношення (4) представлено на рис. 2.

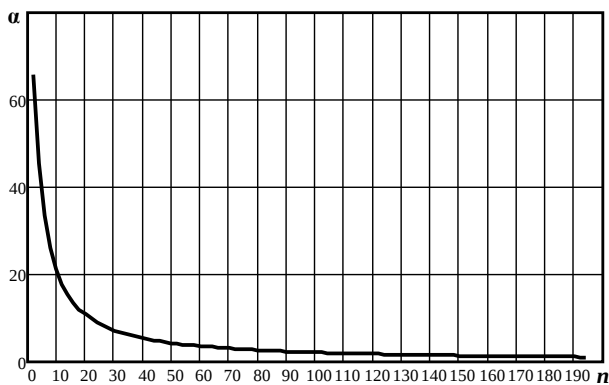


Рисунок 2 – Залежність заданого кута α від кількості точок відбиття лазерного променя n при $l_k = 20$ м, $B = 5,3$ м, $y_0 = 1,45$ м, $y_1 = 0,1$ м

При цьому з формул (1) і (4) довжину зигзагоподібної відстані L можна представити співвідношенням

$$L = \frac{n \cdot B - y_0 - y_1}{\cos \left[\arctg \left(\frac{l_k}{n \cdot B - y_0 - y_1} \right) \right]}. \quad (5)$$

Згідно формули (5), за тих же умов проведення дослідження, залежність довжини зигзагоподібної відстані L від кількості точок відбиття лазерного променя n представлена на рис. 3.

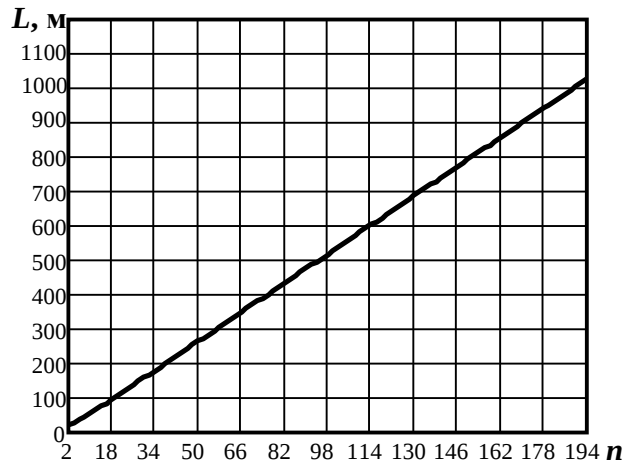


Рисунок 3 – Залежність довжини зигзагоподібної відстані L від кількості точок відбиття лазерного променя n

Як видно з рис. 3, при збільшенні кількості точок відбиття лазерного променя n можна досягти максимальних значень довжини L зигзагоподібної відстані при зменшенні кута α . При цьому мінімальний кут $\alpha_{\min}$ не повинен бути менше значення

$$\alpha_{\min} = \arctg \frac{b_p}{4(B - y_0)}, \quad (6)$$

де b_p – габаритний розмір приладу, корпус якого перешкоджатиме розповсюдженню лазерного випромінювання до другої точки відбиття.

Залежність мінімального кута повороту приладу $\alpha_{\min}$ від відстані між площинами з дзеркалами B при ширині приладу $b_p = 0,3$ м представлена на рис. 4.

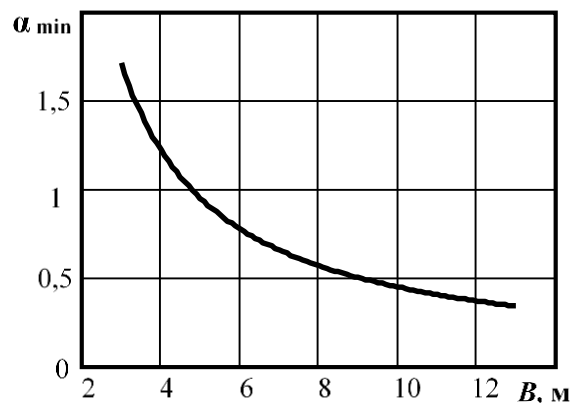


Рисунок 4 – Залежність мінімального кута повороту приладу $\alpha_{\min}$ від відстані між площинами з дзеркалами B

За формулою (6), для наведених умов проведеного дослідження, значення мінімального кута $\alpha_{\min}$ дорівнює $1,116^\circ$. Відповідно графіку на рис. 2 визначене значення кута $\alpha_{\min}$ відповідає $n=194$ точкам відбиття лазерного променя. Для такої кількості n , за формулою (5) та відповідно залежності на рис. 3, максимальна відтворювана зигзагоподібна відстань складає 1026,84 м.

Висновки

Представлена математична модель способу передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки в лабораторних умовах шляхом вимірювання зигзагоподібних відстаней. Математично доведена залежність довжини зигзагоподібної відстані L від кількості точок відбиття лазерного променя n та залежність мінімального кута повороту приладу $\alpha_{\min}$ від відстані між площинами з дзеркалами B .

Отримані результати дозволяють оптимальне використання зигзагоподібних відстаней для передачі одиниці фізичної величини метра від еталону до робочих засобів вимірювальної техніки у лабораторних умовах без використання відомих спеціальних базисних лінійних геодезичних полігонів.

Список використаних джерел

1. Коломієць Л. В. Альтернативний шлях розвитку метрологічного забезпечення геодезичних засобів вимірювальної техніки для визначення великих лінійних розмірів / Л. В. Коломієць, К. О. Подостроець // Збірник наукових праць 3-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інформаційно-вимірювальні технології в метрології, технічне регулювання та менеджмент якості» ОДАТРА (30 – 31 травня 2013). – Одеса: ОДАТРА, 2013. – С. 213 – 216.

2. Коломієць Л. В. Аналіз метрологічного забезпечення геодезичних засобів вимірювальної техніки / Л. В. Коломієць, К. О. Подостроець // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2010. – № 1. – С. 253 – 255.

3. Альтернативний шлях розвитку метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки для визначення великих лінійних розмірів: тез. доп. VII Міжнародної наук.-практ. конф. «Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє» (24 – 25 листопада 2011) / заг. ред. Балабіна В. В. – Київ: ВІКНУ, 2011. – С. 47.

4. Коломієць Л. В. Метрологический контроль тахеометров / Л. В. Коломієць, К. А. Подостроець // Компетентность. – 2014. – № 3/114. – С. 36 – 41.

5. Тревого І. С. Контроль стабільності інтервалів взірцевого геодезичного базису / І. С. Тревого, О. М. Денисов, О. М. Самойленко // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2007. – № 69. – С. 60 – 62.

6. Виноградов М. С. Разработка методов метрологического контроля измерительных систем лазерного дальномера: дис. канд. тех. наук: 05.11.01, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский нац. исслед. ун-т информационных технологий, механики и оптики, 2012. – 80 с.

7. Гукасян А. П. Реалізація способу метрологічного контролю геодезичних засобів вимірювальної техніки / А. П. Гукасян, В. І. Новіков, К. О. Подостроець // Метрологія та прилади. – 2013. – № 4 (42). – С. 32 – 37.

8. «Про метрологію та метрологічну діяльність»: Закон України № 1314-VII від 05.06.2014 року.

Надійшла до редакції: 23.05.2017

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Новіков В. М., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

К. А. Подостроець

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ МЕТРА ОТ ЭТАЛОНОВ К РАБОЧИМ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Рассмотрены особенности процесса метрологического контроля дальномерных средств измерительной техники и представлены известные варианты по его упрощению. В качестве примера рассмотрен способ передачи единицы физической величины метра от эталона к рабочим средствам измерительной техники в лабораторных условиях путем измерения зигзагообразных расстояний. Представлена математическая модель способа передачи единицы физической величины метра от эталона к рабочим средствам измерений в лабораторных условиях.

Ключевые слова: эталон, светодальномерные средства измерительной техники, поверка, калибровка.

Kyryl Podostroiets

MATHEMATICAL MODEL OF THE METHOD OF TRACEABILITY THE METER UNIT FROM THE ETALON TO WORKING INSTRUMENTS IN LABORATORY CONDITIONS

The features of the process of metrological control of EDM instruments of measuring equipment are considered and known variants for its simplification are presented. As an example, we consider a method of traceability the meter unit from the etalon to working instruments in laboratory conditions by measuring zigzag distances. The mathematical model of the method of traceability the meter unit from the standard to working instruments in laboratory conditions is presented.

Keywords: etalon, EDM measuring instruments, calibration.

УДК 666:691.32

И. П. Солоненко, к.т.н.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса

ПРИМЕНЕНИЕ СВЧ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В ОБРАЗЦАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассматриваются существующие методы определения содержания влаги в строительных материалах. Приводятся результаты их анализа и сравнения. Предложен метод определения количества воды находящейся в строительных материалах путем воздействия на них сверхвысокочастотного излучения фиксированной мощности и времени воздействия. Приведена методика его применения в инженерной и технологической практике.

Ключевые слова: влажность, строительные материалы, СВЧ, песок, измерение, образец.

Постановка проблемы

Одним из направлений улучшения характеристик строительных материалов является повышение точности дозировки исходных компонентов. Чаще всего строительные материалы являются гидрофобными. Это требует применения эффективных методов для определения количества воды в материале. Кроме того, повышение качества строительных изделий также может быть достигнуто за счет точного определения содержания воды в их компонентах. Контроль влажности позволяет точно определить необходимое количество исходных материалов (песка, щебня, добавок, наполнителей и воды).

Анализ литературы

Анализ материалов исследований и публикаций [1 – 3] показывает, что в настоящее время используются такие методы определения влажности материалов:

- определения влажности в лабораторных печах;
- оценка влажности при помощи внешних источников тепла;
- тестирования влажности различными химическими и электрическими приборами.

Рассмотрим их:

1. Метод определения влажности с помощью карбида кальция в приборе ВП-2 (рис. 1) [2].



Рисунок 1 – Прибор ВП-2

2. Определение влажности по таблицам (таблица 1) [1].

Определение количества воды в материале, используя методы сравнения масс проб образцов (до и после высушивания).

Эти методы требуют значительных затрат времени для определения количества воды.

Таблиця 1 – Ориентировочные значения влажности фракций размером более 10 мм

Материал	Ориентировочное значение влажности, % по весу, при содержании фракций крупнее 10 мм, доли единицы							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,7	0,8
Изверженные породы	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Осадочные	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	4,7
Смешанные	0,5	0,9	1,4	1,9	2,4	2,8	3,3	3,8

3. Метод определения влажности материала (фракции меньше 10 мм) путем высушивания пробы (100 ... 200 г) с использованием горения денатурата в фарфоровой чашке диаметром $d=10 \dots 12$ см.

4. Определение влажности с использованием газовых горелок (рис. 2).

5. Метод определения влажности материала путем сравнения массы образца до и после высушивания в муфельной печи (рис. 3).



Рисунок 2 – Приборы для определения влажности



Рисунок 3 – Определение влажности:
а) высушивание в муфельной печи проб песка; б) образцы материала

6. Метод определения влажности в зависимости от давления пара в образце исследуемого материала в СВЧ печи, предложенный Максимовым Г. А. (рис. 4) [3].

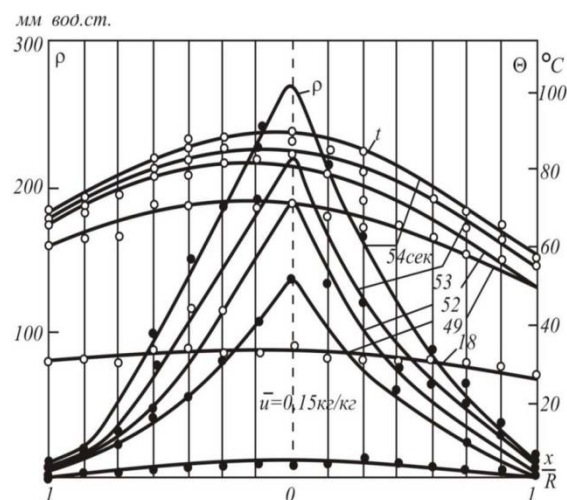


Рисунок 4 – Изменения температуры нагрева песка и давления пара при СВЧ нагреве (по данным Максимова Г.А.)

Опыты показали, что после начального периода нагрева распределение температуры внутри тела стабилизируется и в дальнейшем не меняется.

7. В странах ЕС согласно ASTM d4643-08 «Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by Microwave Oven Heating» [5] определение влажности грунтов производится с помощью сверхвысокочастотного излучения, которое применяется для полного высушивания образцов (рис. 5). Это позволяет ускорить выполнение работ в 40 раз [6, 7, 8].



Рисунок 5 – СВЧ прибор, электронные весы, фарфоровая чашка

Следовательно, развитие методов определения влажности материалов может быть достигнута за счет принятой гипотезы: определение влажности строительного материала может быть

получено в зависимости от величины его нагрева СВЧ излучением, при постоянных значениях времени и мощности излучения.

Цель работы: разработать метод определения влажности строительного материала по степени его нагрева.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- теоретически обосновать степень нагрева строительного материала в зависимости от содержания воды в нем;
- провести лабораторные исследования влияния СВЧ излучения на нагрев строительного материала (песка) в зависимости от количества воды в нем;
- разработать метод определения влажности материала по величине его нагрева;
- разработать рекомендации по применению предложенного метода в инженерной практике.

Решение проблемы

Исходя из цели работы, разработан метод определения количества воды, находящейся в материале по температуре его нагрева СВЧ излучателем.

Суть метода состоит в том, что вода, которая находится в материале, при частоте $f_{рез} = 11700$ МГц попадает в зону резонанса, при котором наблюдается значительное поглощение энергии излучения. При этом сам материал, подвергающийся исследованию, практически не нагревается. Это позволяет получить зависимость температуры нагрева образца от количества воды в нем.

Поглощаемая водой энергия (P) в объеме материала может быть рассчитана по формуле [9]:

$$P = 5,55 \times 10^{-11} \times \varepsilon \times \operatorname{tg} \delta \times E_M^2 \times f \times V,$$

где V – суммарный объем исследуемого материала (с учетом содержания воды), м^3 ;

$f = f_{рез}$, МГц;

E_M – амплитуда напряженности электромагнитного поля;

$\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла потерь;

ε – относительная диэлектрическая проницаемость исследуемого материала.

Если считать, что вода не смешивается и не реагирует с другими компонентами исследуемого материала, и она равномерно распределена по всему объему образца, то ε можно определить по формуле

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{CM} \times V_{CM} + \varepsilon_B \times V_B}{V},$$

где ε_{CM} – относительная диэлектрическая проницаемость сухого материала;

V_{CM} – объем сухого материала, м^3 ;

V_B – объем воды в исследуемом материале, м^3 ;

ε_B – относительная диэлектрическая проницаемость воды.

Анализируя эти формулы, можно сделать вывод, что с ростом влажности материала происходит его нагрев, который фиксируется измерительными приборами (термометром, пирометром и т. п.).

Для подтверждения возможности использования предложенного метода, были проведены опыты.

При проведении опытов применялось следующее приборы и оборудование (рис. 6):

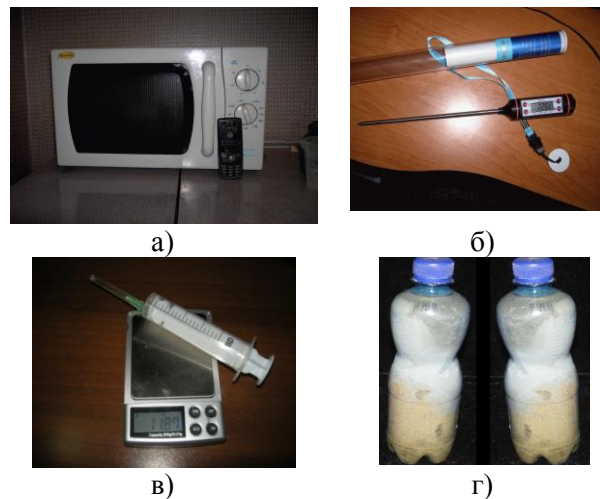


Рисунок 6 – Приборы и оборудование, применяемые для определения влажности материала:
а) СВЧ излучатель; б) цифровой термометр;
в) шприц и электронные весы; г) образцы материала, подготовленные к испытанию

- СВЧ излучатель NN-GF574MZPE (Мощность 1000 Вт, Объем 27 л);

- цифровой ваттметр CM3010 класса точности 0,1, приведенная погрешность измерения тока и напряжения на переменном токе в диапазоне частот от 40 до 1500 Гц $\pm 0,1$ % (применялся для контроля потребляемой СВЧ излучателем мощности);

- весы электронные, с точностью 0,01 г;

- шприц, объемом до 20 мл;

- термометр цифровой электронный с металлическим щупом WT-1, диапазон измерения температуры от -50 °C до $+300$ °C; дискретность $0,1$ °C; абсолютная погрешность ± 1 °C в диапазоне от -20 °C до $+80$ °C (использовался для измерения температуры внутри образца) (рис. 6);

- ёмкости для нагрева исследуемого материала из полиэтилентерефталата (ПЭТ), объемом 0,5 литров. Ёмкость, была оборудована герметично закручивающейся пробкой, которая предотвращала испарение жидкости из пробы материала при ее нагревании (рис. 6).

В качестве объекта исследования был принят мытый сухой кварцевый песок Вознесенского карьера с модулем крупности 2,5, массой 500 г.

Порядок проведения исследований.

1. В сушильный шкаф помещался исследуемый материал и нагревался до температуры $t = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$. После обезвоживания материал помещался в ёмкость для проведения испытания и герметично закрывался.

2. Затем ёмкость при достижении $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ помещалась в СВЧ излучатель и подвергалась нагреву в течение 15 минут.

3. После этого с помощью цифрового термометра определялась температура внутри образца.

4. Затем в ёмкость с песком добавляли воду.

5. Опыты повторялись. Относительное количество добавляемой воды (Мв) к песку (Мп), определялась выражением: $\text{Мп}/\text{Мв}$. В исследованиях $\text{Мп} / \text{Мв}$ составило: 50 (10 гр.), 20 (25 гр.), 10 (50 гр.), 7 (71 гр.), 5 (100 гр.), 4 (125 гр.).

6. Необходимое количество воды определялось с использованием электронных весов.

7. Образцы с водой подвергались воздействию СВЧ излучения в течение 15 минут с интервалом 1, 5, 7, 9, 12, 15 минут. Опыты проводились три раза для каждой точки эксперимента. Результат усреднялся.

Результаты представлены на рис. 7.

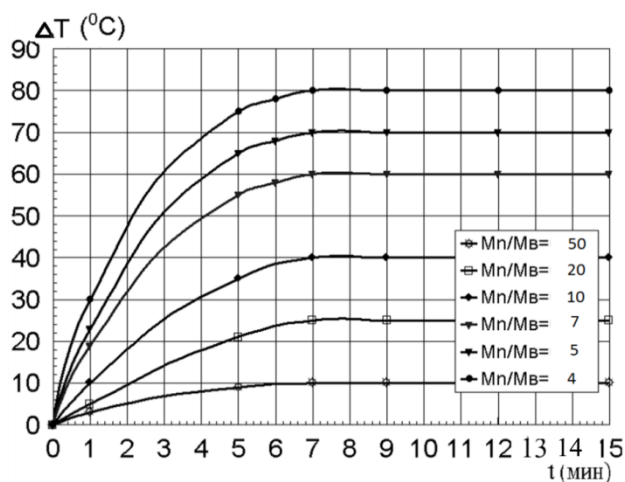


Рисунок 7 – Зависимость изменения температуры нагрева образца от времени воздействия СВЧ излучения (песок фр. 2,5)

Экспериментальные исследования показали, что наличие воды приводит к нагреву материала. С течением времени температура стабилизируется. Дальнейший нагрев не приводит к повышению температуры.

Выводы

Как показали исследования, предложенный метод может быть использован для определения количества воды в строительных материалах.

Нагрев исследуемых образцов, как показали опыты, зависит только от количества воды, времени и мощности воздействия СВЧ излучения. Поэтому это дает возможность, применять предложенный метод и для других строительных материалов, которые не реагируют на СВЧ излучения (щебень, цемент, и т.п.).

Список использованных источников

1. Крамаренко В. В. Применения СВЧ-метода для определения влажности песчаных грунтов / В. В. Крамаренко, А. Н. Никитенков, В. Ю. Молоков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18451> (дата обращения: 03.08.2017).

2. Технические указания по устройству дорожных оснований из обломочных материалов, укрепленных цементом / ВСН 164-69. – [Действующий от 1970-01-04]. – М, 1970. – 38 с.

3. Будников Д. А. Интенсификация сушки зерна активным вентилированием с использованием электромагнитного поля СВЧ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Д. А. Будников; АЧГАА. – Зерноград, 2008. – 21 с.

4. Солоненко И. П. Определение содержания влаги в образцах материалов для дорожного строительства / И. П. Солоненко, А. В. Леонова // Восьма Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Технічне регулювання, метрологія та якість: виклики сучасності» (Одеса, травень) ОДАТРА, м. Одеса: 2017. – С. 128 – 129.

5. ASTM D 4643–08. Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by Microwave Oven Heating.

6. Miller, R. J. et al., «Soil water content microwave oven method». Soil Science Society of America Proceedings, Vol. 38, No. 3, 1974. – p. 535 – 537.

7. Philip W. K. Chung and Tony Y. K. Ho, «Study on the determination of moisture content of soils by microwave oven method». Geo Report no. 221, Geotechnical Engineering Office, Hong Kong, 2008.

8. Ryley, M. D., «The use of a microwave oven for the rapid determination of moisture content of soils». RLR Report LR280. Road Research Laboratory, Crowthorne, England, 1969.

9. Ломоносов Д. А. Повышение долговечности плунжерных пар дизельной топливной аппаратуры за счет контроля влагосодержания в топливной системе (в условиях эксплуатации юга Дальнего Востока): автореф. дис. ... канд.

техн. наук: 05.20.03 / Д. А. Ломоносов; ПГСА. – М., 2006. – 18 с.

Поступила в редакцию 16.05.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Братченко Г. Д., Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса.

І. П. Солоненко, к.т.н.

ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВОЛОГИ У ЗРАЗКАХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті розглядаються існуючі методи визначення вмісту вологи у будівельних матеріалах. Приводяться результати їх аналізу та порівняння. Запропоновано метод визначення кількості води, яка знаходиться у будівельних матеріалах, шляхом впливу на них надвисокочастотного випромінювання фіксованої потужності та часу впливу. Наведено методику його застосування в інженерній і технологічній практиці.

Ключові слова: вологість, будівельні матеріали, НВЧ, пісок, вимірювання, зразок.

I. P. Solonenko, PhD

THE USE OF A MICROWAVE OVEN FOR DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT IN SAMPLES OF BUILDING MATERIALS

In this article the existing methods of moisture content determination in building materials are considered. The results of their analysis and comparison are presented. The method of determination of the amount of water in building materials through exposure to microwave emission with fixed power and exposure time is offered. The implementation of the method in engineering and technological practice is given herein.

Keywords: moisture content, building materials, microwave, sand, measurement, sample.

УДК 621.86

К. Ф. Боряк, д.т.н., А. Г. Цимбалюк, О. О. Лопатін

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ КАЛІБРУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ ЗНКП-60

В статті розглядаються результати виконаної науково-дослідної роботи з розробки нового зважувального неавтоматичного калібрувального пристрою для великовантажних платформних ваг з найбільшою границею зважування 60 т (ЗНКП-60), який для створення зусиль навантаження на вантажоприймальну платформу використовує гідравлічні домкрати і баластний вантаж. Було розроблено декілька варіантів конструкції ЗНКП-60, кожен з яких має свої переваги і обмеження щодо застосування на практиці. Авторами пропонуються заходи по вдосконаленню пристрою ЗНКП-60, які суттєво підвищують точність вимірювання маси і розширюють сферу його застосування.

Ключові слова: зважувальний неавтоматичний калібрувальний пристрій, вантажоприймальна платформа, вагопередавальний пристрій, залізничні ваги, безгирна повірка, калібрування великовантажних ваг, еталонні засоби вимірювання маси.

Актуальність досліджень існуючої проблеми. В даний час в Україні є дефіцит вагоповірочних вагонів, що призводить до тривалої

затримки у часі та зриву термінів міжповірочного інтервалу. Крім того, доставка вагоповірочного вагону до місця повірки і робота з ним вима-

гають великих матеріальних витрат і часу. Зробимо простий розрахунок і дамо оцінку похибкам. Допустима абсолютна похибка застосованої еталонної гири класу M_1 масою 2 т дорівнює ± 100 г, тому можна вважати [2]:

$$3\sigma = \pm 0,1 \text{ кг},$$

де σ – середнє квадратичне відхилення (СКВ) значення похибки.

Для вагонних ваг з найбільшою межею зважування 100 тон необхідна кількість гир вагою по 2 т – 50 одиниць. Отже, дисперсія величини абсолютної похибки усієї маси (100 т) застосованих гир буде:

$$D(100) = 50 \cdot \sigma^2,$$

а загальна абсолютна похибка 50 одиниць гир для 100 т платформних ваг складе:

$$\Delta = 3 \cdot \sqrt{D(100)} = \sqrt{50} \cdot 100 = 707 \text{ г} \approx 0,7 \text{ кг}$$

В комерційних взаєморозрахунках при перевезенні вантажів залізницею допускається абсолютна похибка для стотонних вагонних ваг на рівні 50 кг. Ця обставина наштовхує на думку ввести в повірочну схему інший проміжний робочий еталонний засіб вимірювальної техніки (ЗВТ), який так само може повірятися за методикою прямого навантаження за допомогою еталонних гир класу M_1 . Важливо, щоб співвідношення похибок $\Delta_{\text{ваг}}$ робочого засобу вимірювання (вагової платформи) до $\Delta_{\text{етал}}$ застосованого еталонного засобу (набір гир класу M_1), згідно відповідно до повірочної схеми вимог [1] був в межах:

$$\frac{\Delta_{\text{ваг}}}{\Delta_{\text{етал}}} \geq 3.$$

Впровадження такого пристрою зменшить чергу серед власників комерційних ваг, яким доводиться очікувати декілька тижнів вагоповірочного вагону із гирями для проведення періодичної повірки чи калібрування ваг після їх ремонту. В Україні немає на сьогодні виробника вагоповірочних вагонів, а існуючі вже вичерпали свій технічний ресурс, бо були побудовані ще за часів СРСР.

Прикладна проблема, на вирішення якої спрямовані дослідження. В рамках виконання НДР 0115U002188 «Розробка, виготовлення і експериментальне випробування еталонного мобільного вимірювального комплексу для безгирної повірки і калібрування великовантажних залізничних платформних ваг» було розроблено два варіанти конструкції допоміжного робочого еталонного пристрою під назвою «ЗНКП-60», який може на практиці замінити вагоповірочний вагон. Розроблений зважувальний неавтоматич-

ний калібрувальний пристрій (ЗНКП-60) відповідає вимогам технічного регламенту України [3] і вимогам [1] в частині, яка стосується еталонних засобів вимірювання маси. Особливості застосування ЗНКП-60 на практиці більш детально наведено в роботі [4].

ЗНКП-60 являє собою розбірну металеву конструкцію, в яку вмонтовано гідравлічні домкрати та тензометричні датчики, що монтується між баластовим вантажем (наприклад, завантаженим залізничним вагоном) і ваговою платформою таким чином, що навантажувальні зусилля від гідравлічних домкратів передаються вертикально на залізничні рейки вагової платформи, далі на саму конструкцію платформи, фундамент і підстильну підставу [5]. Варіанти відрізняються конструкціями, застосуванням різних за класом точності і навантаженням тензометричних датчиків марки ZEMIC H8C. В обох варіантах для вимірювання зусиль в режимі розтягнення / стиснення використовується силовий міст з трьох балкових тензометричних датчиків. В першому варіанті конструкції ЗНКП-60 використовується 36 одиниць класу точності: C_3 , C_4 , а у другому – 18 одиниць класу точності A_5M , відповідно з номінальним навантаженням 2000 кг і 5000 кг [6]. Але у порівнянні між собою перший варіант ЗНКП-60 має на 20% кращі показники по точності вимірювання маси ніж другий, незважаючи на застосування датчиків більш нижчого класу точності (Таблиця 1).

Таблиця 1 – порівняння розрахункових похибок вимірювання маси різних варіантів конструкції ЗНКП-60

Клас точності датчиків H8C марки ZEMIC	Границя допустимої похибки вимірювання маси, кг	
	Варіант 1	Варіант 2
C_3	$\pm 25,2$	$\pm 31,5$
C_4	$\pm 18,9$	$\pm 23,6$
A_5M	$\pm 15,1$	$\pm 18,9$

У зв'язку з цими розрахунками і діючими вимогами щодо похибок вимірювання маси [7], застосування калібрувального пристрою ЗНКП-60 на практиці обмежується рамками експлуатації ваг і не може бути використане виробником ваг при випуску своєї продукції до споживача. Таким чином, проблема дефіциту вагоповірочних вагонів з еталонними гирями до кінця залишається не вирішеною.

Аналіз останніх досягнень. Обидва варіанти конструкції ЗНКП-60 можуть використовуватися в якості допоміжного повірочного пристрою

для перевірки платформних залізничних ваг з ціною поділки 50 кг під час експлуатації з межею допустимої похибки менше $\Delta \text{ваг} = \pm 100 \text{ кг}$. Але при випуску ваг із виробництва вимоги до похибок більш жорсткіші [7], тому потрібно вдосконалити пристрій ЗНКП-60 у напрямку підвищення точності вимірювання.

Мета та основні завдання досліджень. Метою досліджень є підвищення точності вимірювання маси калібрувальним пристроєм ЗНКП-60.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення точності вимірювання маси із застосуванням другого варіанту конструкції ЗНКП-60 авторами пропонується замінити тензометричні датчики класу «С» на датчики більш високого класу «В». Перші кроки в цьому напрямку вже зроблені. Науковці академії разом із спеціалістами розробили НВЦ «Тензометричні вимірювання», виготовили дослідний зразок цифрового тензометричного датчика нового покоління з номінальним навантаженням 5000 кг і роздільною здатністю у 30000 поділок. Це новітня вітчизняна розробка, яка проходить дослідні випробування на заводі важкого вагобудування «Точмаш» (м. Одеса).

Загальна похибка пристрою $\Delta \text{знкп}$ згідно вимог [8] розглядається, як сукупність похибок тензометричних датчиків у купі:

$$\Delta \text{знкп} = \frac{D_{\max}}{n_{\max}} \cdot 1,05 \cdot N = \frac{5000 \text{ кг}}{30000} \cdot 1,05 \cdot 18 = \pm 3,15 \text{ кг},$$

де $D_{\max}$ – номінальне навантаження тензодатчика;

$n_{\max}$ – кількість повірочних інтервалів;

N – кількість тензодатчиків у пристрою.

Пристрій ЗНКП-60 із 18 датчиками марки «ДСТ-10» по точності вимірювання маси відповідає вимогам [1]:

$$\frac{\Delta \text{ваг}}{\Delta \text{знкп}} = \frac{100,00 \text{ кг}}{3,15 \text{ кг}} \approx 32 > 3.$$

При повірці пристрою ЗНКП-60 використовуються еталонні гирі класу M_1 в кількості 30 одиниць із межею абсолютної похибки:

$$\Delta \text{гир} = 0,1 \text{ кг} \cdot 30 = \pm 3 \text{ кг}.$$

Очевидно, що похибка $\Delta \text{знкп} = 3,15 \text{ кг}$ самого пристрою із датчиками нового покоління класу «В» і похибка $\Delta \text{гир} = 3 \text{ кг}$ гир класу M_1 майже однакові.

Новітні цифрові датчики отримали назву «ДСТ» і мають автокомпенсацію по температурі

навколишнього середовища. Отримані перші позитивні результати випробовування датчиків при 10000 циклів навантаження (рис. 1).

Разом із тим, є певні проблеми, які пов'язані із пошуком в Україні потрібного матеріалу для виготовлення силового елемента конструкції датчика-балки, який би задовольнив експлуатаційним вимогам не менше 150000 циклам навантаження. Пошуки ускладнюються загальним скороченням асортименту продукції вітчизняних виробників металу через світову фінансову кризу, яка привела до спаду виробництва в країні.

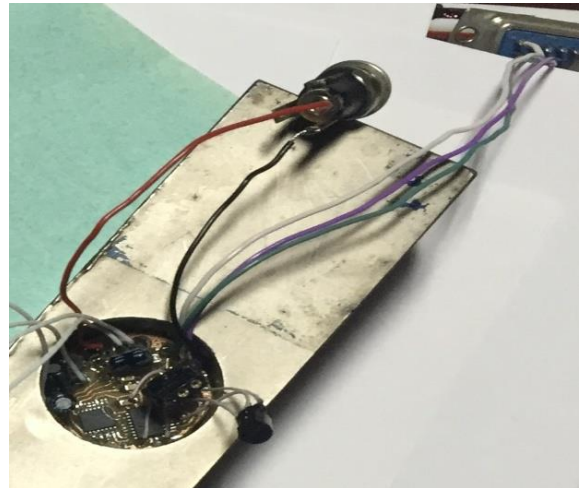


Рисунок 1 – Новий датчик «ДСТ» вітчизняного виробництва з вмонтованим датчиком температури та енергонезалежною пам'яттю

Висновки

Запропонований шлях вдосконалення пристрою ЗНКП-60 розширює можливості його застосування не тільки при періодичній повірці платформних ваг у експлуатації, але й при випуску їх з виробництва, наприклад, у якості робочого еталону для калібрування. Відпадає потреба у залученні виробником платформних ваг до цього процесу вагопівірочного вагону з комплектом еталонних гир IV розряду.

Список використаних джерел

- ГОСТ 8.453 ГСИ. Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки.
- ДСТУ 111-1 (OIML R 111-1, IDT) Гирі класів точності E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_{2-3} , IM_3 . Частина 1. Загальні технічні вимоги та методи випробування.
- Технічний регламент неавтоматичних зважувальних приладів. Постанова КМУ від 11.03.2009 № 190.
- Боряк К. Ф., Ваганов О. І., Коломієць Л. В., Лопатін О. О., Цимбалюк А. Г. Особ-

ливості застосування методики безгирної повірки для великовантажних платформних вагонних ваг // Научно-технический и производственный журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность». – Днепропетровск, 2016. – Выпуск 1(298). – С. 86 – 91. – Режим доступа: <http://www.metaljournal.com.ua/1-298-201/>.

5. Boryak K. F. A new design of non-automatic weighing calibration device for weight-free verification of large-load platform railroad scales // Metallurgical and Mining Industry. Polytechnic journal. – Dnepropetrovsk, № 7 (298), 2016. – page 46 – 49. – Режим доступа: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_7/008Boryak.pdf.

6. Boryak K. F. Analysis of the design versions of auxiliary verifier for weight-free verification of

large-load platform railroad scales // Metallurgical and Mining Industry. Polytechnic journal. – Dnepropetrovsk, № 5(298), 2016. – page 94 – 99. – Режим доступа: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_5/015Boryak.pdf.

7. ДСТУ EN45501 Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

8. ГОСТ 30129 Датчики весоизмерительные тензорезисторные. Общие технические требования.

Надійшла до редакції 19.06.2016 р.

Рецензент: Ваганов О. І., д.т.н., проф., головний метролог ДП «Одеська залізниця».

К. Ф. Боряк, д.т.н., А. Г. Цымбалюк, А. А. Лопатин

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ КАЛИБРОВОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ ВНКУ-60

В статье рассматриваются результаты выполненной научно-исследовательской работы по разработке нового взвешивающего неавтоматического калибровочного устройства для большегрузных платформенных весов с наибольшим пределом взвешивания 60 т (ВНКУ-60), который для создания усилий нагрузки на грузоприемную платформу использует гидравлические домкраты и балластный груз. Было разработано несколько вариантов конструкции ЗНКП-60, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения по применению на практике. Авторами предлагаются меры по усовершенствованию устройства ВНКУ-60.

Ключевые слова: весовое неавтоматическое калибровочное устройство, грузоприемная платформа, весопередающее устройство, железнодорожные весы, безгирная поверка, калибровка большегрузных весов, эталонное средство измерения массы.

K. Boryak, DSc, A. Tsymbalyuk, A. Lopatin

IMPROVEMENT OF ACCURACY OF WEIGHT MEASUREMENT BY CALIBRATION DEVICE VNKU-60

The article deals with the results of the research work on the development of a new weighing non-automatic gauge device for heavy duty platform weights with the largest limit of weighing 60 t (ZNKП-60), which uses hydraulic jacks and ballast cargo to build load efforts on the load-receiving platform. Several variants of the design of ZNKП-60 have been developed, each of which has its advantages and limitations on application in practice. The authors propose measures to improve the device ZNKП-60.

Keywords: non-automatic weighing calibration device, load carrier, weight-transmitting device, weighing bridges, weightless verification, calibration of large-load scales, standard weight measuring instrument.

РОЗДІЛ 3

Інформаційно-вимірювальні системи і технології

С. Л. Волков, к.т.н., Є. В. Вавілов, к.т.н., С. В. Коломісць

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ШТУЧНИХ СИСТЕМ

У статті проведено аналіз структури процесу життєвого циклу штучних систем та досліджено представлення одиничного процесу як системи. Запропоновано синтез життєвого циклу процесу у вигляді V-моделі, яка забезпечує оцінку якості досліджуваного процесу на всіх стадіях його існування. Таке представлення надасть можливість корегування виникаючих проблем починаючи з ранніх стадій, поліпшити управління якістю за рахунок використання більш дієвих системних практик і зменшити витрати і ризики при побудові і експлуатації процесу.

Ключові слова: життєвий цикл, процес життєвого циклу, штучні системи, життєвий цикл процесу, V-модель життєвого циклу процесу.

Вступ і постановка завдання. Процесний підхід до побудови і управління системами є загальноприйнятим при вирішенні завдань системної інженерії та менеджменту якості. Згідно концепції викладеної у стандартах ISO 9000 [1, 2], якість системи складається з взаємопов'язаних процесів які відбуваються в життєвому циклі систем і відповідно їх якість [3, 4] визначає якість отриманих на стадії експлуатації товарів чи послуг. Удосконалення якості самих системних процесів можливо за рахунок їх моделювання яке дасть змогу адекватно оцінювати відповідність досліджуваних процесів заявленим цілям та вимогам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оцінки якості внутрішньої структури системних процесів в сучасній науковій літературі майже не розглядається, і це, не зважаючи на те, що якість самих процесів є провідною темою як «процесних» стандартів [1, 2, 3, 4], так і багатьох робіт, наприклад [5, 6, 7]. Таке становище можливо пояснити наявністю серії стандартів ISO 15504 [8], яка саме і визначає моделі і методи оцінки якості процесів. Однак недоліком серії ISO 15504 і серії стандартів ISO 33000 [9], що приходить їй на заміну, є те, що згідно цих стандартів оцінка якості процесів і відповідне їй корегування відбувається вже після їх побудови при застосуванні в системі. Тобто не приймається до уваги один з основних принципів що був висловлений Едвардсом Демінгом в цитаті «Управляти якістю за результатами – це те саме, що їхати автомобілем уперед, орієнтуючись лише на дзеркало заднього огляду» [10]. Крім того, слід враховувати і затрати на корегування при застосуванні, які, по статистичним даним системної інженерії [11], можуть досягати 85% від вартості оцінюваного об'єкту.

Актуальність і мета дослідження. Наведе-

не вище дає можливість стверджувати, що оцінка якості процесу, починаючи з етапу формування цілей і вимог, дозволить провести необхідні корегування на етапі виникнення проблеми, що значно зменшить затрати і дасть змогу отримати продукт максимальної якості.

Метою дослідження є розробка моделі яка дасть змогу розкрити внутрішню структуру процесу і оцінити його якість на всіх етапах розробки і застосування.

Викладення основного матеріалу. Реалізація і управління життєвим циклом (ЖЦ) штучних систем і їх окремих стадій здійснюється у відповідності до [3, 12] за допомогою процесів життєвого циклу.

Стандарт ISO 15288:2015 [3] за посиланням на стандарт ISO 9000:2005 [13] визначають термін процес, як сукупність взаємопов'язаних або взаємодійних робіт (операцій), що перетворюють входи на виходи. До застосування в стандарті пропонується чотири основні групи процесів ЖЦ: угоди, організаційного забезпечення проекту, технічні та технічного управління. Всього передбачається тридцять процесів, кожен з яких має свої цілі (вихід, вихідні результати) одержувані шляхом виконання дій і вирішення задач для досягнення потрібних результатів. Окрім наведених, можуть бути застосовані і додаткові процеси, які потрібні для реалізації стадій життєвого циклу системи і які будуються у відповідності до наведеної в стандарті еталонної моделі процесу. Слід зазначити, що кожен процес життєвого циклу може бути застосованим в будь який час життєвого циклу, паралельно чи послідовно з іншими процесами коли це потрібно.

Схематичне зображення одиничного процесу життєвого циклу у відповідності до визначень та вимог ISO 15288:2015 та ISO 9001:2015 [3, 2] представлено на рис. 1.

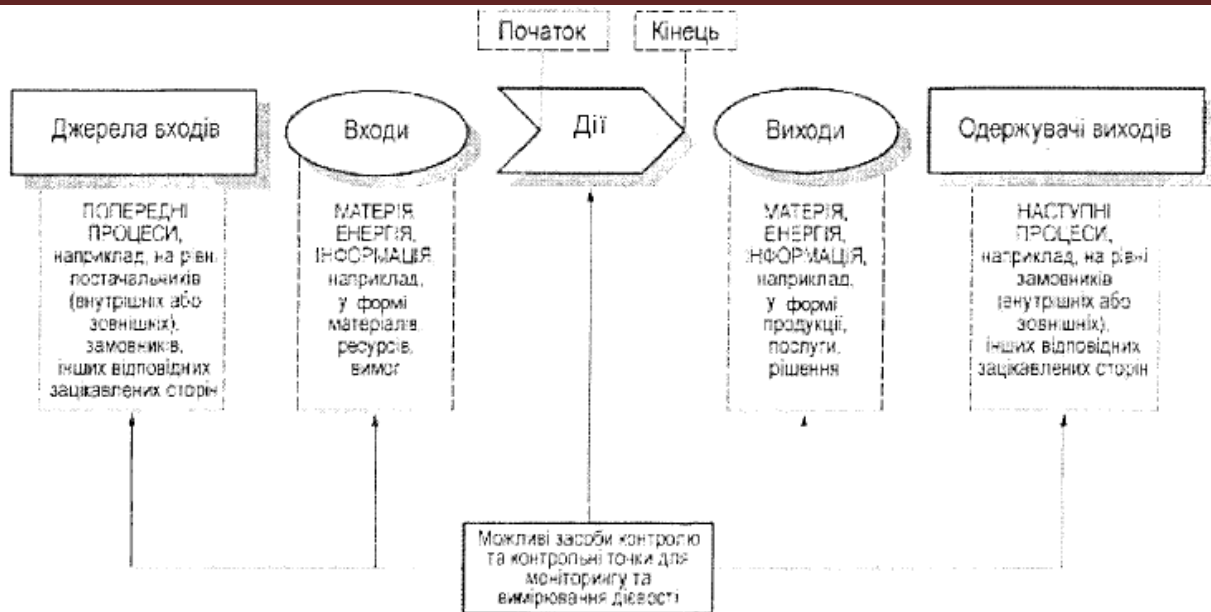


Рисунок 1 – Схематичне зображення одиничного процесу життєвого циклу [2]

З метою синтезу моделі ЖЦ процесу розглянемо одиничний процес (рис.1) як систему (СП), згідно її визначення як комбінації взаємодіючих елементів організованих для досягнення поставлених цілей [3]. У такому представленні дії можна розглядати як підсистеми, а задачі – як елементи системи (рис. 2.).

Як і всяка штучна система, СП має свій власний життєвий цикл з відповідними стадіями і процесами, які забезпечують її просування по ЖЦ. Найбільш застосована в системній інженерії V-модель [14] процесу як системи, буде відповідати рис. 3.

Основний принцип V-моделі СП – це декомпозиція процесів життєвого циклу систем, прийнятих в організації, в сенсі формування вимог, проектування, планування, перевіряння (верифікація, verification) і затвердження (валидація, validation) та реалізація; інтеграція і оцінка системного розвитку на кожній стадії при просуванні зліва направо в хронологічному порядку. Взаємодія між процесами забезпечується наявністю горизонтальних зв'язків між процесами низхідної і висхідної частинами моделі, що дає змогу оцінки коректності вимог і їх реалізацій для кожного процесу ЖЦ СП.

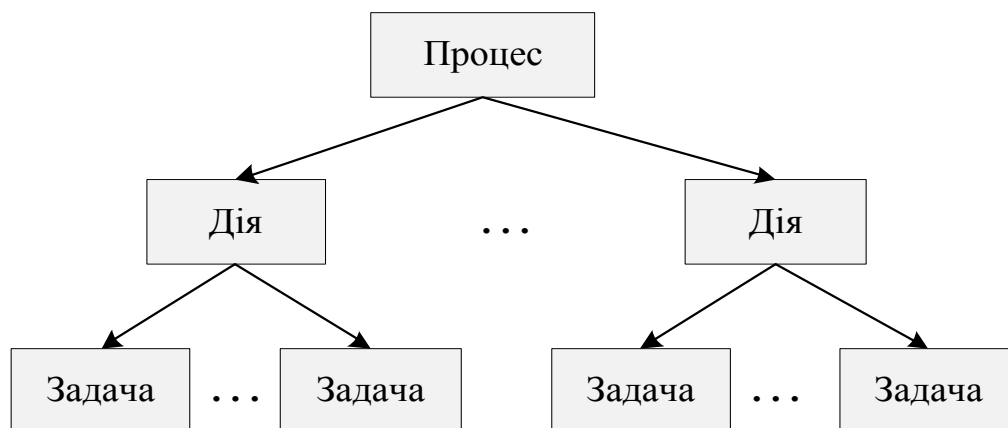


Рисунок 2 – Представлення процесу як системи

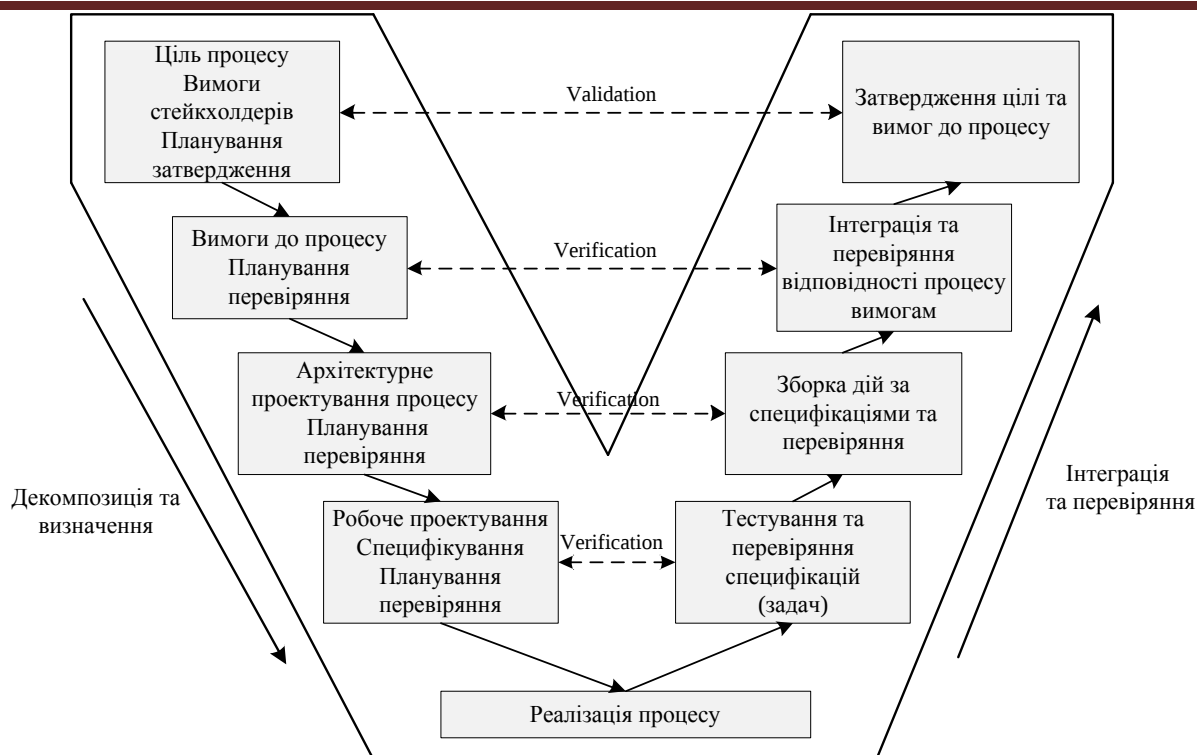


Рисунок 3 – V-модель життєвого циклу процесу

Треба зазначити, що вихідний результат процесу буде отриманий на стадії його експлуатації (здійснення) процесу. Результатом (продукцією або послугою) здійснення буде ціль процесу.

Згідно моделі результати виконання кожної стадії ЖЦ проходять процедуру верифікації, завдання якої в наданні об'єктивних доказів, що системний об'єкт (в СП: процес, дія, задача) виконує задані вимоги і має задані характеристики, тобто, виявляються помилки, дефекти, недоліки у вимогах, прийнятій архітектурі, реалізованих об'єктах та процесі в цілому. Так, спочатку (рис. 3) виконується тестування і перевіряння вирішених задач в автономному режимі, далі проводиться зборка дій із відповідних задач і їх перевірка на взаємодію в складі об'єкта дія. Наступний етап – це інтеграція дій у процес, перевірка їх взаємодії в складі процесу та відповідності процесу вимогам. Поетапне проходження верифікації гарантує, що процес побудовано правильно. Останній етап полягає в валідації – підтвердженні того, що вимоги призначені для цільового використання процесу виконані і процес здатний реалізувати своє призначення і поточні та перспективні цілі, тобто побудовано правильний процес. На цьому етапі перевіряється відповідність процесу вимогам стейкхолдерів, відповідність процесу його цілям та взаємодія (рис. 1) з іншими процесами в складі групи процесів. Таке затвердження проводиться за допо-

могою тестування та / або в реальних умовах експлуатації. У разі невідповідності результатів перевіряння або затвердження будь якого етапу побудови процесу вимогам чи завданню здійснюються відповідне коригування вимог, проектних рішень, реалізації, системних практик, які застосовуються на стадіях просування процесу по життєвому циклу. Таким чином, всебічний контроль буде здійснюватися на протязі всього життєвого циклу процесу.

Висновки

Запропонована в дослідженні системна модель процесів життєвого циклу штучних систем дозволяє оцінювати якість таких процесів із застосуванням стандартних методів системної інженерії. Це надасть можливість корегування виникаючих проблем на протязі життєвого циклу процесу, поліпшити управління їх якістю за рахунок використання більш дієвих системних практик і зменшити витрати і ризики при побудові і експлуатації процесу.

Перспективним напрямком подальших досліджень є розробка моделі оцінки якості процесів у відповідності до V-моделі з урахуванням стандартів серії ISO 25000.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT).

2. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT).
3. ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and software engineering – System life cycle processes.
4. ДСТУ ISO/IEC 12207:2014 Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення (ISO/IEC 12207:2008, IDT).
5. Experimentation in software engineering: an introduction. 2000 C Wohlin, P Runeson, M Host, MC Ohlsson... – 2000 – Kluwer Academic Publishers.
6. Измерение качества процесса [Текст] / Г. М. Шишков, С. С. Зинина // Управление качеством. – 2008. – № 1. – С. 19 – 23.
7. Величко О. М. Метрологія, технічне регулювання та забезпечення якості : підручник : у 5 т. / О. М. Величко, Л. В. Коломієць, Т. Б. Гордієнко ; за заг. ред. О. М. Величка. – Одеса : БМВ, 2014. – Т. 4 : Забезпечення якості та системи управління. – 2014. – 464 с.
8. ДСТУ ISO/IEC TR 15504 Інформаційні технології. Оцінювання процесів життєвого циклу програмних засобів. Частина 1 – 9.
9. ISO/IEC 33000 Information technology - Process assessment (https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_33001).
10. Словник економічної афористики / уклад.: А. Г. Загородній, Г. Л. Вознюк. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 444 с.
11. Левенчук А. Системноинженерное мышление [учебник]. электронный ресурс – 2015 (http://techinvestlab.ru/systems_engineering_thinking/)
12. ДСТУ ISO/IEC TR 24748-1:2015 Розроблення систем і програмного забезпечення. Управління життєвим циклом. Частина 1-2.
13. ДСТУ ISO 9000:2007 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
14. Forsberg, K. and Mooz, H. 1990. «Proceedings of the First Annual NCOSE Conference» Forsberg, K. Mooz, H. and Cotterman, H. 2000 «Visualizing Project Management», John Wiley & Sons, Inc.

Надійшла до редакції 13.06.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Братченко Г. Д.,
Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

С. Л. Волков, к.т.н., Е. В. Вавилов, к.т.н., С. В. Коломієць

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИСКУССТВЕННЫХ СИСТЕМ

В статье проведен анализ структуры процесса жизненного цикла искусственных систем и исследовано представление единичного процесса как системы. Предложен синтез жизненного цикла процесса в виде V-модели обеспечивающей оценку качества исследуемого процесса на всех стадиях его существования. Такое представление даст возможность корректировки возникающих проблем, начиная с ранних стадий, улучшит управление качеством за счет использования более эффективных системных практик и уменьшит расходы и риски при построении и эксплуатации процесса.

Ключевые слова: жизненный цикл, процесс жизненного цикла, искусственные системы, жизненный цикл процесса, V-модель жизненного цикла процесса.

S. Volkov, PhD, E. Vavilov, PhD, S. Kolomiets

SYSTEM MODEL OF PROCESS OF THE LIFE CYCLE OF ARTIFICIAL SYSTEMS

The article analyzes the structure of the process of the life cycle of artificial systems and explores the representation of a single process as a system. The synthesis of the life cycle of the process in the form of a V-model providing an assessment of the quality of the process under study at all stages of its existence is proposed. Such a presentation will make it possible to correct emerging problems from early stages, improve quality management through the use of more effective system practices and reduce costs and risks in the construction and operation of the process.

Keywords: life cycle, life cycle process, artificial systems, life cycle of the process, V-model of the life cycle of the process.

О. І. Лещенко¹, к.т.н., Г. С. Бондаренко²¹Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса²Медичний центр «Медиком-Латкрок-Одесса», м. Одеса

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ РОЗРОБКИ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

Стаття присвячена аналізу проблем створення системно-інформаційного підходу до збору, конвертації та збереження матеріалів медичного забезпечення, результатів різноманітних аналізів і обліку історії хвороби пацієнтів в лікувально-медичних закладах України. Проведений аналіз технічного і програмного забезпечення систем, їх інформативності, доступності з різного типу технічних засобів, збереження та захисту отриманої інформації.

Ключові слова: інформаційні системи, амбулаторні дані, медична інформатика.

Постановка проблеми. Медична галузь завжди була найбільш передовою і пріоритетною для багатьох країн і її актуальність зростає з кожним роком. У неї, як і в кожен галузь стрімко входять передові комп'ютерні технології, і в наш час вже складно уявити будь-який офіс або організацію без, навіть самого елементарного, персонального комп'ютера. Сьогодні вже і в реєстратурах наших медичних установ ми бачимо їх застосування. Однак, слід зазначити, що з застосуванням є деякі проблеми. Якщо ж засоби медичної інформатики використовуються, то завжди не доцільно та не ефективно. У більшості випадків так здійснюється запис у чергу до потрібного лікаря чи на деякі з досліджень та, на превеликий наш жаль, це все.

Будь-який медичний захід щодо пацієнта починається в першу чергу з обстеження та проведення ряду діагностичних процедур. Також важливо мати повну історію того, що відбувалося з пацієнтом, які він має протипоказання, та які маніпуляції вже мали місце бути. Не можна проводити будь-яке хірургічне або інше медикаментозне втручання, не маючи чіткого поняття про те, з якою проблемою ми боремося. Вищою цінністю є людське життя, тому якість, а тим більше точність, всіх цих досліджень завжди повинні бути на максимально високому рівні.

На наш погляд використання в медичних установах інформаційних систем сьогодні є необхідним. Але впровадження цих систем повинно бути спрямовано на медичну допомогу людині, а не використовувати комерційні інтереси тих, хто їх впроваджує та використовує. Тільки в такому випадку можна досягнути організації єдиної медичної мережі в нашої країні.

Мета статті. У багатьох медичних установах існує проблема – це відсутність будь-якої централізованої системи контролю та обліку

пацієнтів, їх захворювань і призначень [1, 2]. Тому метою статті є аналіз необхідності та можливості створення відчизняної розподіленої системи контролю та обліку медичних даних пацієнтів для медичних закладів з подальшою розробкою її технічного і програмного забезпечення. В такій системі видна необхідність вирішення питань інформативності та доступності з різного типу технічних засобів, збереження та захисту отриманої інформації, конфідіційності особистих даних кожного пацієнта, розробка екстреного та особистого способів доступу до повної або часткової інформації.

Аналіз останніх досягнень і публікацій.

На даний момент ситуація накопичення інформації має декілька варіантів застосування.

У першому – це використання всім відомої «медичної картки», яка знаходиться або у самого пацієнта, або в архіві, або зовсім відсутня чи втрачена. Документи паперового вигляду можуть бути просто не інформативними. Часто показання аналізів мають великі розбіжності від реального стану справ. Щоб це передбачити, необхідно спочатку отримати потрібні аналізи, далі витратити час для їх порівняння. При цьому, зовсім не часто пацієнт йде здавати аналізи будучи (а часом просто вважаючи себе) абсолютно здоровим. Необхідність в переробці і перегляді цього питання стає все більш актуальною.

Другий варіант – використання комерційної медичної інформаційної системи. Основними недоліками цих систем є високий рівень залежності від компаній розробників та повна закритість продуктів на рівні програмного забезпечення. Також досить важливо що використання таких систем є прерогативою приватних медичних закладів, так як на рівні законодавства ми не маємо нормативних документів що до медичної інформатики. Важливо розуміти що на рівні

держави при використанні таких систем необхідна єдність і повна узгодженість. Повністю бракує централізованого державного управління, оскільки програмні продукти різних розробників, стандарти з якими вони керуються не узгоджені між собою. Мають різницю форми документів та довідок, тому інформація в різних системах може відображатися невірно.

Рішення, що приймаються лікарями, безпосередньо залежать від швидкості, повноти та достовірності отриманої інформації. Що можна застосовувати для конкретного пацієнта, а що протипоказано – про це думає будь-який лікар швидкої допомоги. Тут стає актуальною необхідність наявності баз даних для надання екстреної медичної допомоги. Адже від будь-якої найдрібнішої особливості, що впливає на прийняття рішення в кінцевому рахунку, завжди залежить здоров'я та життя пацієнта. Впровадження системи «Сімейного лікаря», де і передбачає накопичення інформації про пацієнта, для полегшення прийняття лікувального рішення.

Якщо поглянути на західну медицину, ситуація куди краща, однак не ідеальна. Документи паперового вигляду найчастіше можуть мати копії в архівах або електронному вигляді, але можуть мати відмінності за формою складання, що і може викликати проблеми їх систематизації. До того ж, є маса проблем в плані безпеки зберігання і зручності їх отримання, або просто доступу до них. Також в західній медицині існує ряд бар'єрів юридичного плану, що ускладнює ситуацію що до доступу та швидкості надання допомоги.

В основу роботи покладено ряд стандартів. Перший – це ISO/IEC 9075 (1-4,9-11,13,14): 2008. Це група стандартів, яка описує мови запитів для баз даних і правила роботи з системами обробки інформації. Другий – це ISO standard 12052: 2006 "Health informatics - Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management" [3, 4]. Цей стандарт з галузі медичної інформатики описує правила обміну діагностичними зображеннями між діагностичним обладнанням.

Виклад основного матеріалу. Обидва стандарти були покладені в основу для створення централізованої системи по контролю обліку пацієнтів та організації робочого процесу для медичних установ. Прикладами використання можна вважати повсюдне використання DICOM-серверів в західній медицині, а також його інтеграції в існуючих комерційних проектах, таких як Selenium, Доктор Елекс, та інших. Але, на жаль, всі ці проекти базуються на закритому програмному забезпеченні мають комерційний характер і

як результат – не мають широкого застосування.

З базами даних на сьогоднішній день в більшості випадків все досить ясно, без них не обходиться практично жодне рішення комп'ютеризації. Так само існує безліч, як відкритого, так і платного програмного забезпечення, яке можна застосовувати в роботі систем. Тут на вибір може вплинути тільки необхідність отримання найбільш дешевого кінцевого продукту та можливість його суміщення з обладнанням, що використовується.

Зараз все частіше використовується стандарт DICOM [3]. Тут ми бачимо деякі проблеми. Цей стандарт описує створення, зберігання, передачу в області візуалізації медичних зображень і документів обстежених пацієнтів. Він дає певну свободу виробникам медичного обладнання в питанні формування та передачі діагностичних зображень, чим останні активно користуються, змушуючи купувати саме їх сервера для обробки даних. Існують і аналоги, що поширюються як відкрите програмне забезпечення, і дозволяють обробляти дані, не переплачуючи за торгову марку. Тут не можна не відзначити наявні проблеми, наприклад, з сумісністю.

Нами проведено аналіз і ведеться розробка системи, що поєднує вирішення питань безпеки, надійності і зручності отримання даних для медичного персоналу (Рис.1). Також проведено пошук рішень з можливістю резервування, миттєвої передачі і довгострокового зберігання. Чимало уваги приділяється розробці основи, на якій буде базуватися дана розподілена система.

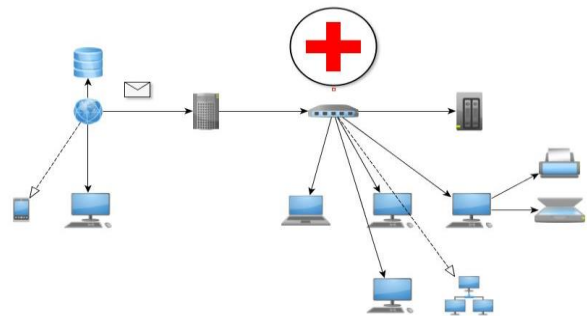


Рисунок 1 – Внутрішній устрій локальної мережі у медичному закладі

Багато уваги вимагає збереження конфіденційності особистих даних пацієнтів. Однак тут є проблема, з одного боку це наповнення бази як можна повною інформацією, а з другого боку – можливість мобільного та швидкого доступу до неї лікарями, наприклад, швидкої допомоги. Тобто є необхідність розділення інформації в базі на загальну та екстрену. Сьогодні існує чимало способів кодування доступу до повної ін-

формації. В такі способи, наприклад, працюють системи доступу в банківської мережі. Можна мати особисту картку з номером, кодом та паролем. Можна просто отримувати доступ за закріпленим номером мобільного зв'язку. Але такий захист не дуже підходить для екстреного доступу. Таку інформацію без особистого підтвердження можна отримати, коли є браслет з штрих кодом доступу. Для отримання повної інформації можна використовувати інші способи.

Висновки. Розробляється комплекс вимог до матеріально-технічної бази, де основними вимогами вважаємо: безпеку зберігання даних, можливість і необхідність резервування даних, високу швидкість доступу, зручність і широку інформативність для медичного персоналу, «все-їдність» по відношенню до DICOM зображень різних виробників, надійність, сумісність з різними типами устаткування, дешевизну і можливість повсякденного використання.

Для забезпечення доступності та прискорення впровадження системи в рамках країни пропонується використовувати практично будь-яке серверне обладнання, до якого будуть пред'явлені певні вимоги. Також у чорновому вигляді існує документальна база, яка була згенерована та акумульована для полегшення процесу установки, підключення та використання цієї системи, бо зрозуміло, що чим простіша експлуатація, тим ширше буде використовуватися ця система. На даний момент система вже існує в тестовому варіанті. Застосування систем розгля-

нутого типу дозволить медичному персоналу мати історію хвороби на кожного зареєстрованого пацієнта, що забезпечить правильність прийняття рішень і, відповідно, високу якість медичного обслуговування.

Список використаних джерел

1. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). NEMA Publications PS 3.4-1993. Service Class Specifications. The National Electrical Manufacturers' Association. – Rosslyn – VA – 1994.
2. Mosser H, Partan G, Hruby W. Clinical routine operation of a filmless radiology department: three years' experience. Proc SPIE v. 2435; PACS Design and Evaluation. – 1995. – 321-7.
3. Elin Kindberg. Sectra Digital Pathology Solution. https://www.sectra.com/medical/pathology/resources/articles/dicom_standard/
4. W. Dean Bidgood, Jr., MD, MS, Steven C. Horii, MD, Fred W. Prior, PhD, and Donald E. Van Syckle. Understanding and Using DICOM, the Data Interchange Standard for Biomedical Imaging <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6/>

Надійшла до редакції 30.05.2017

Рецензент: д.т.н., доц. Казакова Н. Ф., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

О. И. Лещенко, к.т.н., Г. С. Бондаренко

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РАЗРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПАЦИЕНТОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Статья посвящена анализу проблем создания системно-информационного подхода сбора, конвертации и сохранения материалов медицинского обеспечения, результатов разных анализов и учета истории болезни пациентов лечебно-медицинских учреждений Украины. Проведен анализ технического и программного обеспечения систем, их информативности, доступности с разного типа технических средств, сохранения и защиты полученной информации.

Ключевые слова: информационные системы, амбулаторные данные, медицинская информатика.

O. I. Leshchenko, PhD, G. S. Bondarenko

ANALYSIS OF DEVELOPMENT PROBLEMS OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PATIENTS AND ACCOUNTING FOR MEDICAL INSTITUTIONS

The article is dedicated to the analysis of the problems of creating a system-information approach for the collecting, converting and preserving medical supplies, the results of various analyzes and recording the medical history of patients in medical and medical institutions in Ukraine. The analysis of technical and software systems, their informativeness, accessibility with different types of technical means, preservation and protection of the received information is carried out.

Keywords: information systems, outpatient data, medical informatics.

Г. Д. Братченко, д.т.н., Д. В. Григор'єв, Г. Г. Смаглюк

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ОЦІНКА ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ РІЗНИЦІ ФАЗ ВІДПОВІДНИХ ГАРМОНІК У ДВОХ СИГНАЛАХ

Методом імітаційного моделювання оцінюється вплив дестабілізуючих факторів на точність вимірювання різниці фаз гармонік у спектрах двох сигналів, які є адитивною сумішшю кількох гармонічних сигналів та гаусівських шумів, з використанням методу дискретного перетворення Фур'є (ДПФ). Як дестабілізуючі фактори розглядаються власні шуми в приймальному каналі та вплив зближення гармонік за частотою. Оцінювання впливу цих факторів виконується для випадків застосування прямокутного вікна та вікон Хеммінга або Ханна.

Ключові слова: імітаційне моделювання, вимірювання різниці фаз, дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), дестабілізуючі фактори.

Вступ. Необхідність вимірювання різниці фаз гармонік має місце при вирішенні багатьох задач в радіотехніці та електротехніці. Наприклад, останнім часом значна увага приділяється дослідженню можливості застосування фазового (інтерферометричного) методу вимірювання при оцінюванні просторового розподілу відбивачів в радіолокаційних станціях (РЛС) з інверсним синтезуванням апертури (ІСА) [1 – 4]. За наявності двох рознесених за висотою антен інформація про різницю фаз відповідних елементів радіозображень, отриманих шляхом ІСА в двох приймальних каналах може бути використана для вимірювання висоти блискучої точки. Відомі результати моделювання [2, 3] та натурного експерименту [5] свідчать про принципову можливість проведення вимірювань висоти блискучих точок, які були попередньо розділені за рахунок відмінностей доплерівських частот при ІСА. Однак залишається не достатньо дослідженим вплив різного роду дестабілізуючих факторів на точність вимірювання різниці фаз. Серед таких факторів найбільш вагомими є вплив шумів і завад та вплив методичної похибки процедури спектрального аналізу при ІСА в залежності від відносного розташування гармонік в спектрі. При ІСА найбільш поширеним методом спектрального аналізу є дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), яке має обчислювальні переваги особливо при застосуванні швидких алгоритмів його реалізації.

Серед методів спектрального аналізу, які принципово можуть бути застосовані для вимірювання фаз гармонік, можна відзначити також метод Проні [6, 7]. В той же час він вимагає відношення сигнал / шум більше 60 дБ, що значно гірше його потенційної точності [7], хоча у разі збільшення кількості ітерацій до чотирьох (і відповідно зростання обчислювальних витрат) при

оцінюванні параметрів однієї гармоніки відносна похибка вимірювань параметрів зменшується на 30-40 дБ.

М. Крумфольцом та М. Седлацеком досліджені методи синусоїдальної підгонки (sine-wave-fit techniques), засновані на методі найменших квадратів. При вимірюванні різниці фаз порівнюються цифрові сигнали з однаковою частотою дискретизації: гармонічний (синусоїдальний) у суміші з шумовим та ідеальний опорний синусоїдальний сигнал. Сигнали характеризуються трьома параметрами (амплітуда, частота і початкова фаза, при цьому частоти і нульові компоненти постійного струму цих сигналів вважаються рівними), чотирма (додається ненульова постійна складова) або сімома (для двох синусоїд з однаковими частотами, з двома різними амплітудами, початковими фазами та постійними складовими). Ці методи дозволяють, крім вимірювання фази, також вимірювати амплітуду сигналу, частоту і, в разі 4-параметричних методів, також компоненту постійного струму [8, 9, 10]. Однак можливість застосування цих методів у випадку вимірювання різниць фаз сигналів, які складаються з адитивної суміші кількох гармонік та шумів, не розглядалася.

Також в [9, 10] досліджуються методи вимірювання різниці фаз двох гармонічних сигналів, засновані на ДПФ. Різниця фаз між гармоніками двох сигналів при в цьому випадку вимірюється як різниця фаз значень фазового спектру гармонік ДПФ цих сигналів. Для зменшення впливу ефекту просочування спектру некогерентної вибірки до сигналу застосовуються віконні функції. При використанні цього методу точне значення частоти сигналу знаходиться між значеннями двох найбільших спектральних компонент амплітудно-частотного спектру. Відоме значення

спектру використовуваного вікна дозволяє знайти значення зміщення частоти, наприклад десятикове значення частоти, яке було додано до частоти перших двох найбільших значень амплітудно-частотного спектру для отримання частоти сигналу. Після знаходження значення частоти можливо отримати середньоквадратичне значення амплітуди та фазу сигналу. В [9, 10] застосовується вікно Ханна. При цьому ДПФ із додатковим застосуванням вікна є більш чутливим до шумів, ніж метод ДПФ з прямокутним вікном.

Відомі результати щодо застосування ДПФ для вимірювання різниці фаз гармонік не дають повної уяви щодо впливу гармонік при їх зближенні за частотою на точність вимірювання різниці фаз.

Метою роботи є оцінювання впливу дестабілізуючих факторів (власні шуми в приймальному каналі та вплив зближення гармонік за частотою) на точність вимірювання різниці фаз гармонік методом ДПФ.

Виклад основного матеріалу

Для отримання оцінок впливу дестабілізуючих факторів на точність вимірювання різниці фаз гармонік застосовується метод імітаційного моделювання.

При моделюванні процесу вимірювання різниці фаз імітувались два сигнали. Кожний з них є адитивною сумішшю кількох гармонічних сигналів та гаусівського шуму. Математичні моделі таких сигналів мають вигляд:

$$\dot{S}_1(t) = \sum_{k=1}^K A_k e^{j(\omega_k t + \varphi_{1k})} + \dot{N}_{n1}(t); \quad (1)$$

$$\dot{S}_2(t) = \sum_{k=1}^K A_k e^{j(\omega_k t + \varphi_{2k})} + \dot{N}_{n2}(t), \quad (2)$$

де K – кількість комплексних гармонік в сигналі;

A_k , ω_k – амплітуди і кругові частоти гармонік, які вважаються однаковими в обох сигналах;

φ_{1k} , φ_{2k} – початкові фази гармонік першого та другого сигналів;

$\dot{N}_n(t)$ – гаусівський шум, дійсна та уявна частини якого розподілені за нормальним законом $N(0, \sigma)$.

Частоти гармонічних сигналів задавались у відносних одиницях, як частка частоти дискретизації Fd . За час спостереження отримувались по 64 відліки сигналів.

Дискретне перетворення Фур'є виконувалось із застосуванням трьох типів віконних фун-

кцій: прямокутної; Хеммінга та Ханна. Дискретність відліків частоти в спектрах сигналів підвищувалась до 256 за рахунок доповнення вхідних послідовностей нулями.

Для отримання залежності середньоквадратичного відхилення (СКВ) результатів вимірювань різниці фаз двох синусоїд від відношення сигнал-шум (С/Ш) застосовувались прямокутне вікно та вікно Хеммінга. Відношення сигнал-шум визначалось як відношення амплітуди гармонічного сигналу до значення СКВ відліків шуму σ . З урахуванням того, що σ є СКВ дійсної або уявної частини гаусівського шуму в сигналах (1) і (2), дисперсія шумів складатиме $2\sigma^2$. При частоті синусоїди $0,2Fd$ за час спостереження спостерігається 12,6 її періодів. Оцінки СКВ результатів вимірювань представлені на рис. 1. Як видно з графіків, порівняно з обробкою сигналів з прямокутним вікном (рис. 1, а) при застосуванні вікна Хеммінга вплив власних шумів вимірювального каналу веде до зростання похибок вимірювання в середньому приблизно на 50 %. (рис. 1, б), що дещо менше, ніж в [9] для випадку дискретизації 10,5 періодів синусоїди.

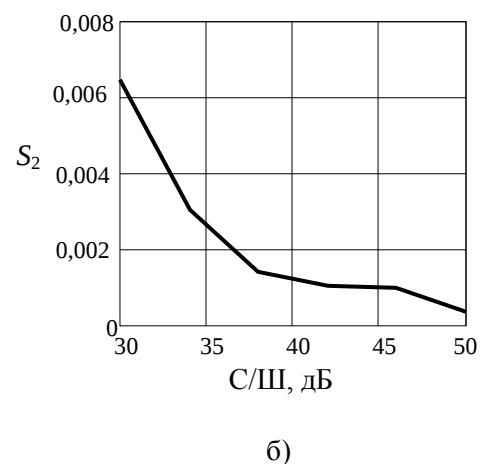
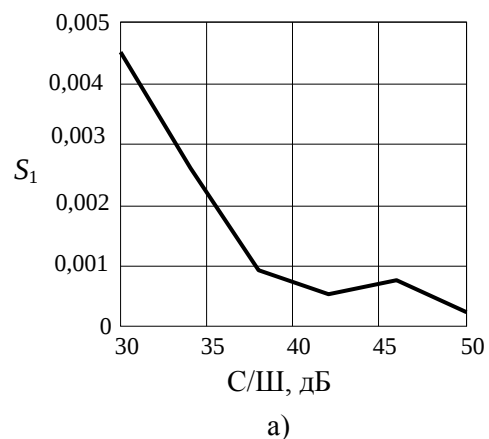


Рисунок 1 – Залежність СКВ різниці фаз двох гармонік від відношення сигнал-шум: а) прямокутне вікно; б) вікно Хеммінга

Для оцінки можливого впливу ефекту просочування при ДПФ на результат вимірювання різниці фаз було проведено моделювання процесу вимірювання різниці фаз для суми двох гармонік, тобто $K=2$ в (1) і в (2). Амплітуди гармонік задавались однаковими. Частота першої гармоніки складала $0,2Fd$, а другої змінювалась з кроком $0,0025$ від $0,24Fd$ до $0,2125$, коли гармоніки вже не розділялись в спектрі. Початкові фази задавались для першої гармоніки відповідно 0 та $\pi/7$ та для другої 0 та $2\pi/7$ відповідно. Імітаційне моделювання десяти послідовних вимірювань виконувалось при відношенні сигнал-шум 48 дБ з використанням прямокутного вікна, при застосуванні вікна Хеммінга, з використанням вікна Ханна. Математичні сподівання отриманих результатів вимірювань наведено на рис. 2.

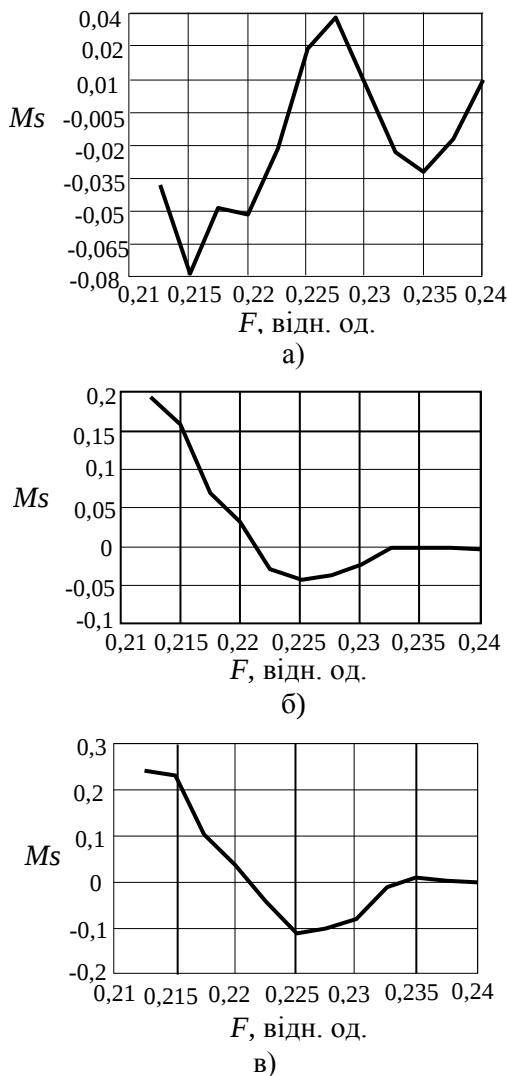


Рисунок 2 – Математичне сподівання Ms відхилення різниці фаз гармонік на частоті $0,2$ від зсуву по частоті відносно неї другої гармоніки в двох спектрах ($Ms=0$ при заданому зсуві фаз гармонік $\pi/7$): а) прямокутне вікно; б) вікно Хеммінга; в) вікно Ханна

При зближенні частот гармонік спостерігається відхилення вимірної різниці фаз від очікуваного її значення $\pi/7$ (на графіку йому відповідає рівень 0). Виходячи з отриманих результатів моделювання, при різниці частот меншій за $0,02 Fd$ мають місце суттєві систематичні похибки вимірювань різниці фаз. Це може привести до незадовільного рішення вимірювальної задачі.

Для більш детальної оцінки очікуваних похибок вимірювань різниці фаз були обчислені СКВ вимірювань різниці фаз двох гармонік у порівнянні з її відомим значенням та при її обчисленні для трьох розглянутих вище випадків. Результати імітаційного моделювання на рис. 3, 4, 5 для трьох видів вікон ілюструють СКВ результатів вимірювань, які подані на рис. 2, а-в. На рисунках 3, 4, 5 (а) представлені графіки, які показують СКВ результатів вимірювань по відношенню до відомого значення різниці фаз $\pi/7$. Графіки на рис. 3, 4, 5 (б) ілюструють відхилення результатів вимірювань відносно їх математичних сподівань (рис. 2, а-в).

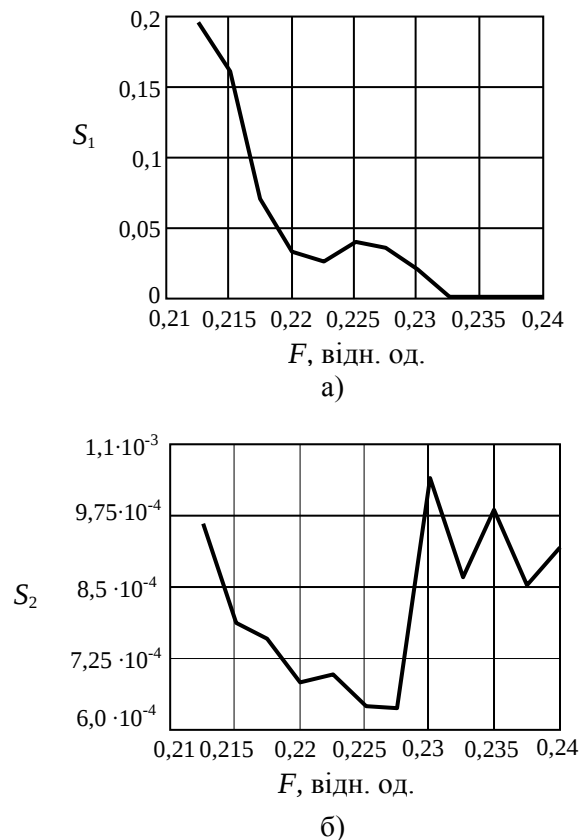


Рисунок 3 – Середньоквадратичне відхилення різниці фаз гармонік на частоті $0,2$ від зсуву по частоті відносно неї другої гармоніки в двох спектрах з використанням вікна Хеммінга: а) відносно відомої різниці фаз $\pi/7$; б) відносно незміщеної статистичної оцінки математичного сподівання різниці фаз по 10 вимірюванням

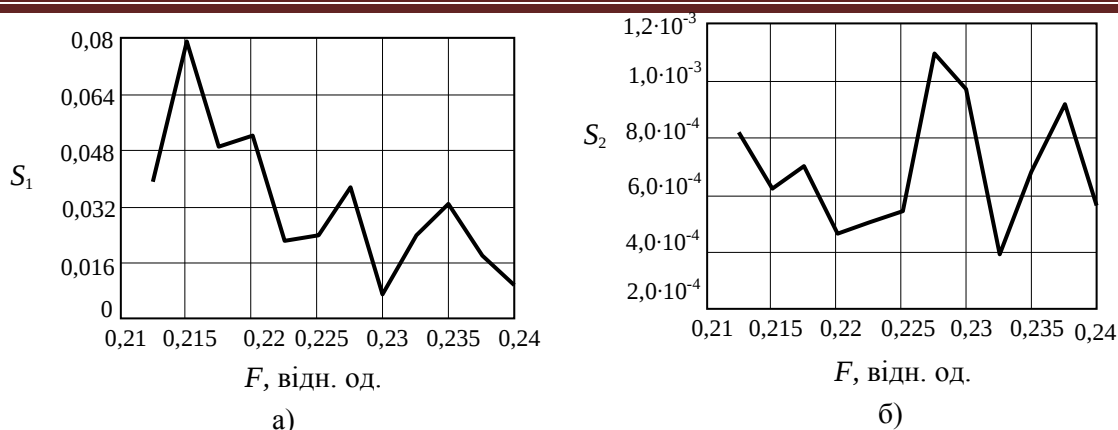


Рисунок 4 – Середньоквадратичне відхилення різниці фаз гармонік на частоті 0,2 від зсуву по частоті відносно неї другої гармоніки в двох спектрах з використанням прямокутного вікна:

а) відносно відомої різниці фаз $\pi/7$; б) відносно незміщеної статистичної оцінки математичного сподівання різниці фаз по 10 вимірюванням

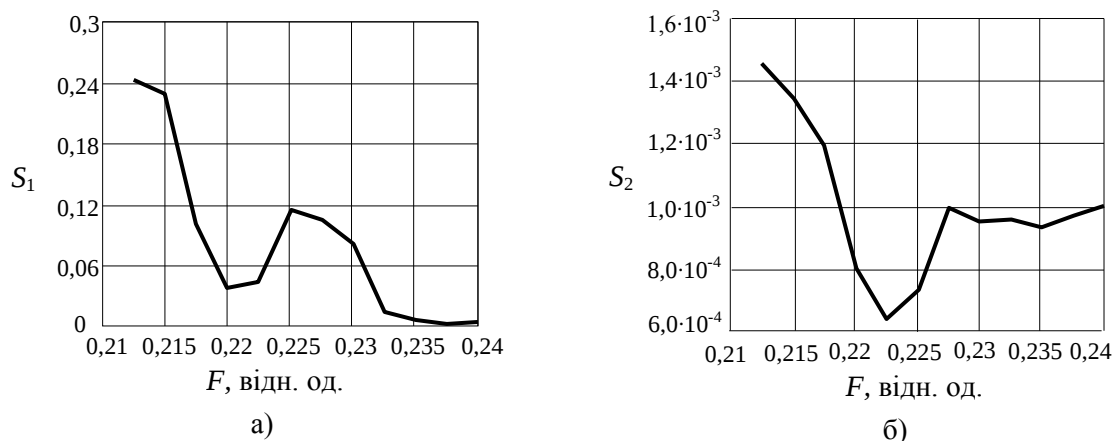


Рисунок 5 – Середньоквадратичне відхилення різниці фаз гармонік на частоті 0,2 від зсуву по частоті відносно неї другої гармоніки в двох спектрах з використанням вікна Ханна:

а) відносно відомої різниці фаз $\pi/7$; б) відносно незміщеної статистичної оцінки математичного сподівання різниці фаз по 10 вимірюванням

Висновки

Отримані за результатами імітаційного моделювання залежності дозволяють оцінити вплив дестабілізуючих факторів (власних шумів приймача або шумових завад, близькість частот гармонічних сигналів) на точність вимірювання різниці фаз гармонік методом ДПФ.

Зближення частот менше, ніж на 0,04 від частоти дискретизації, веде до суттєвого зростання систематичної похибки вимірювання різниці фаз гармонік за методом ДПФ.

Суттєва чутливість фазового методу вимірювань до вказаних факторів вимагає подальшого пошуку більш стійких до дестабілізуючих факторів методів вимірювань або ж попередньої обробки сигналу з метою зниження впливу таких факторів.

Список використаних джерел

1. Soumekh M. 'Automatic Aircraft Landing Using Interferometric Inverse Synthetic Aperture Radar Imaging', IEEE Trans. Image Process., September 1996, 5, (9), pp. 1335 – 1345.
2. Xiaojian Xu, Ram M. Narayanan, 'Three-Dimensional Interferometric ISAR Imaging for Target Scattering Diagnosis and Modeling', IEEE Trans. on Image Process., July 2001, 10, (7), pp. 1094 – 1011.
3. C. L. Liu, X. Z. Gao, W. D. Jiang, X. Li. 'Interferometric ISAR Three-dimensional Imaging using one Antenna', Progress In Electromagnetics Research M., 2011, 21, pp. 33 – 45.
4. Смаглюк Г. Г. Моделювання відновлення тривимірних радіозображень в радіолокаційних системах з інверсним синтезуванням апертури / Г. Г. Смаглюк, Д. В. Григор'єв, А. І. Плотник,

Г. В. Грабовський // Матеріали Восьмої Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів (Одеса, 18-19 травня 2017 р.), 2017. – С. 139 – 141.

5. D. Felguera-Martín, J.-T. González-Partida, P. Almorox-González, M. Burgos-García, B.-P. Dorta-Naranjo, 'Interferometric inverse synthetic aperture radar experiment using an interferometric linear frequency modulated continuous wave millimetre-wave radar', IET Radar, Sonar & Navigation, Volume 5, Issue 1, January 2011, p. 39 – 47.

6. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / Москва: Мир, 1990 г. – 265 с.

7. Мясникова М. Г. Измерение параметров электрических сигналов на основе метода Прони: диссертация кандидата технических наук: 05.11.01 / М. Г. Мясникова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т]. – Пенза, 2007. – 184 с.

8. Micheletti, R.: 'Phase Angle Measurement Between Two Sinusoidal Signals', IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 40, no. 1, February 1991. – pp. 6 – 9.

9. Sedlacek M., Krumpholtz M. 'Digital Measurement of Phase Difference – a Comparative Study of DSP Algorithms', Metrology and Measurement Systems, 12(4), 2005. – p. 427 – 449.

10. Krumpholtz M., Sedlacek M. 'Measurement of Phase Difference Using DSP Algorithms by NonCoherent Sampling', 14th IMEKO Symposium on New Technologies in Measurement and Instrumentation, Gdynia, Poland, Sept. 2005. – pp. 229 – 235.

Надійшла до редакції 12.06.2017 р.

Рецензент: д.т.н., доцент Банзак О. В., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

Г. Д. Братченко, д.т.н., Д. В. Григорьев, Г. Г. Смаглюк

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ГАРМОНИК В ДВУХ СИГНАЛАХ

Методом имитационного моделирования оценивается влияние дестабилизирующих факторов на точность измерения разности фаз гармоник в спектрах двух сигналов, которые являются аддитивной смесью нескольких гармонических сигналов и гауссовских шумов, с использованием метода дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Как дестабилизирующие факторы рассматриваются собственные шумы в приемном канале и влияние сближения гармоник по частоте. Оценки влияния этих факторов выполняются для случаев применения прямоугольного окна и окон Хемминга или Ханны.

Ключевые слова: имитационное моделирование, измерение разности фаз, дискретное преобразование Фурье (ДПФ), дестабилизирующие факторы.

H. D. Bratchenko, DSc, D. V. Grygoryev, H. H. Smahliuk

INFLUENCE ASSESSMENT OF DESTABILIZING FACTORS ON THE PHASE DIFFERENCE MEASUREMENT ACCURACY OF RELEVANT HARMONICS IN TWO SIGNALS

By the simulation method the influence of destabilizing factors on the phase difference measurement accuracy of harmonics in the spectrum of two signals which are an additive mix of several harmonic signals and Gaussian noise is estimated using the discrete Fourier transform (DFT) technique. As destabilizing factors are considered the internal noises in the receiving channel and the influence of harmonics frequency convergence. Assessments of these factors influence are performed for cases of using a rectangular window and Hamming's or Hannah's windows

Keywords: simulation, phase difference measurement, discrete Fourier transform (DFT), destabilizing factors.

О. І. Лещенко¹, к.т.н., В. І. Пенязенко²¹Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса²ДП «Одесастандартметрологія», м. Одеса

АНАЛІЗ УМОВ СТВОРЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

Створення інформаційних систем для збору, конвертації та збереження матеріалів медичного забезпечення, результатів різноманітних аналізів і обліку історії хвороби пацієнтів лікувально-медичних установ України, вимагають як стандартизації при створенні окремих документів та форм, так і алгоритмів роботи їх програмного та технічного забезпечення. Розглядаються перспективи створення державних стандартів України на базі аналізу іноземних аналогів.

Ключові слова: інформаційні системи обліку медичних закладів, стандарти медичного інформаційного забезпечення, медична інформатика.

Постановка проблеми. Інформатизація різних сфер життя сучасної людини набуває все більшого значення. Послуги деяких інформаційних систем для багатьох жителів нашої країни стали не тільки доступними, а й необхідними. Прикладами тому є банківська сфера послуг, фінансова сфера (зокрема системи розрахунків, платежів) та інше.

Динамічно впроваджується інформатизація і в сфері надання медичних послуг. Створення та впровадження медичних інформаційних систем дозволяє, з одного боку, забезпечити розвиток і підвищення рівня медичних послуг в Україні, ставлячи його у відповідність сучасним міжнародним вимогам. З іншого боку – це досить перспективний напрямок у сфері надання послуг, який дозволить оптимізувати багато процесів в сфері діловодства медичних установ, архівації інформації, обміну інформацією, та і, безпосередньо, проведення самого лікування.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. З огляду літератури відомі далеко не одноразові факти застосування інформаційних систем в галузі медицини, метою яких є формування бази даних медичних обстежень людини та відомостей про її лікування. Пропозиції розгортання подібних систем мають місце і в нашій країні [1]. Однак, вивчення вищесказаного дозволяє виявити ряд проблем, до яких насамперед можна віднести:

- цінова політика (про це буде сказано нижче);
- питання щодо стандартизації систем даної медичної інформаційної послуги для забезпечення можливості об'єднання окремих систем в загальну систему країни.

Проведений аналіз показав, що у даний час найбільш поширеними є такі стандарти: EDIFACT, DICOM, xDT, HL7/CDA [2].

На сайтах інтернету вже є чимало пропозицій про створення таких систем. Однак кожен із застосованих в них стандартів має як свої переваги, так і недоліки. Порівняння функціональних можливостей вказаних стандартів відображені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця функціональності медичних інформаційних систем за різними стандартами

Назва функції	EDIFACT	DICOM	xDT	HL7/CDA
Інформаційна система госпіталю	+	+	+	+
Інформація радіології	-	+	-	+
Система зберігання та обміну зображеннями	-	+	-	+
Головний індекс пацієнтів	-	-	+	+
Графічний діагноз	-	+	-	+
Архівування	-	+	+	+
Коментарі до діагнозу	-	-	+	+
Зображення в документації	-	+	-	+
Проміжні звіти	-	-	-	+
Відео	-	-	-	+
Реєстрація	-	-	+	+
Електронна історія хвороби	+	+	+	+
Створення рахунків	+	-	+	+
Рецепти	-	-	-	+
Перетворення даних	-	-	+	+
Відомості про надзвичайні ситуації	-	-	-	+
Практики лікарів	+	-	+	+

З її аналізу добре видно, що майже всі приведені інформаційні системи відрізняються набором функціональних властивостей [3]. Наприклад, медичні інформаційні системи за стандар-

том EDIFACT є практично загальними, тобто її властивості можуть бути використані у якості загальної базової платформи. А ось система за стандартом HL7/CDA є найбільш розгалуженою, тому й окремі її властивості більш придатні для використання у локальних системах провідних медичних закладів, у тому числі комерційних.

У рекомендаціях I Міжнародної конференції «Телемедицина: міфи та реальність», що проводилась 8-9.11.2007 р. відзначено: «Обов'язковим є використання електронних засобів обробки, пересилання та архівування результатів візуалізуючих методів обстеження...» [3, с. 115]. Однак і сьогодні широкого і повсюдного застосування серед вітчизняних медичних установ пропонувані системи і стандарти не знайшли. Тут виявляється перша проблема – цінова політика вартості самої системи та надалі послуг з її використанням.

На наш погляд, ще однією з проблем є відсутність єдиних форм документів, що містять в собі результати аналізів, історію проведення лікувальних заходів, та інше, які використовуються різними системами. Сьогодні навіть звичайна медична довідка в різних медичних закладах має різну форму. За допомогою єдиного системного підходу можна передбачити надання довідок в електронному вигляді в місця за вимогою, або перевірку її наявності та дійсності.

Будь-яке звернення за медичною допомогою буде фіксуватись в системі, що допоможе відповідним органам з пошуком людини. Доступ для такого пошуку необхідно окремо обмежити, у самому простому вигляді – за окремим звертанням до призначення відповідальних робітників системи.

Мета статті. Аналіз перспективи створення в Україні єдиної медичної інформаційної системи з універсальною платформою і розгалуженою архітектурою є досить актуальним і перспективним напрямком в даній сфері.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день, поряд з актуальністю створення та впровадження медичних інформаційних систем, мають місце ряд проблем, які позначені як станом конкретного медичного закладу, так і ситуацією в Україні [4]. Тут слід позначити, що вартість послуг в медичних установах, які впровадили або впроваджують медичні інформаційні системи, досить висока.

З погляду на економічну ситуацію в країні, середній рівень заробітної плати, купівельний попит населення і ряд інших фінансово-економічних чинників, можна з впевненістю говорити, що придбання послуг в подібних медичних установах далеко не кожному по кишені.

А значить, одним з показників ефективності впровадження медичної інформаційної системи необхідно розглядати доступність подібних медичних послуг у відповідних установах. Іншими словами, необхідно домогтися здешевлення вартості створення, впровадження та експлуатації медичних інформаційних систем без істотної втрати якості, в т. ч. функціональних можливостей самої системи. Крім того більш поглиблений аналіз існуючих закордонних аналогів дозволяє обґрунтувати вимоги до систем з їх розгортанням в межах нашої країни.

Не можна не враховувати і проблем, що пов'язані з питаннями фінансування медичних установ. Якщо для приватних клінік подібне питання вирішується безпосередньо можливостями власника клініки (шляхом довгострокового інвестування, кредитування, реалізації інших стратегічних планів), то для бюджетних закладів впровадження будь-якої з існуючих медичних інформаційних систем, як правило іноземного походження, є практично неможливим.

Але й в багатьох бюджетних медичних закладах вже існують локальні медичні інформаційні системи, функціональність яких обмежена технічним оснащенням закладів та використанням доступного програмного продукту. Іншими словами, у реєстратурах та окремих кабінетах вже давно використовують персональні комп'ютери, які поєднані у єдину локальну мережу. Йдеться про накопичування даних. Інформативність таких систем є доволі низькою та їх використання є незручним у плані пошуку інформації, її архівації, тощо. Щодо аналізу, то такі системи просто не налаштовані до системної роботи.

Універсальність платформи необхідна для того, щоб медичні установи, які вже використовують медичні інформаційні системи, особливо у випадках, коли використовується система є більш функціонально досконалою, могли б безперешкодно приєднатися до єдиної медичної інформаційної системи України, в рамках можливого (позначеного) доступу [5]. Такий підхід може бути особливо ефективний в частині обміну інформацією між установами, але при цьому не повинно бути обмежень в складності і розгалуженості власної системи конкретного лікувально-медичного закладу. До того ж універсальність платформи з мінімальним набором функціональних можливостей на стадії впровадження повинна забезпечити відносно низьку її вартість і, як наслідок, загальнодоступність, дозволити поетапне вдосконалення медичної інформаційної системи. Та й коштувати така система буде набагато дешевше, а значить, буде і більш доступною для

широкого кола медичних установ.

Висновки

Системний підхід до медичного документообороту дозволяє спростувати обмін інформацією при переході пацієнта з одного медичного закладу в інший. При цьому система може мати навіть дані про обладнання, на якому робилися операції та аналізи, дані самої лабораторії, зберігати проміжні (попередні) аналізи.

Безумовно, в усіх випадках використання системної бази даних існує ще одна важлива проблема – забезпечення лікарської таємниці та нерозголошення особистих даних кожного пацієнта.

Одним з напрямків вирішення питання про приєднання до єдиної медичної інформаційної системи України для бюджетних організацій може бути централізоване фінансування. Але, перш ніж процес буде «запущено», повинна бути підготовлена законодавча платформа у вигляді діючого (-их) та новостворених ДСТУ, гармонізованих з міжнародними стандартами; розроблено механізми приєднання з урахуванням технічних можливостей, профілю установи, переліку послуг, що надаються, клієнтської бази і т. п.; формалізовані ініціативи створення і впровадження медичної інформаційної системи України в рамках чинного законодавства.

Список використаних джерел

1. Застосування МІС «Доктор Елекс» для автоматизації та управління діяльністю медичної установи: Методичні рекомендації 2008 / МОЗ України, Український інститут стратегічних досліджень МОЗ України. – К., 2008.
2. Осипов П. HL7 – электронный медицинский документооборот [Электронный ресурс]: <https://geektimes.ru/post/139904/>
3. S.Gozdz, W.Cedro, R.Mezyk, P.Masiarz, S.Piorek. Integrated hospital information system – implementation in holycross oncological centre // Укр. журн. телемедицини та мед. телематики. – 2008. – Т. 6, No 1. – С. 109-111, 115.
4. Гусев А. Тенденции развития рынка медицинских информационных систем // PC Week/RE No39 (597) 23 – 29.10.2007.
5. Осташко В. Г., Слабкий Г. О., Голубчиков М. В., Коваленко О. С. Організаційно-управлінські аспекти створення телемедичної мережі [Електронний ресурс]: <http://esemi.org.ua/uk/activities/publications/24-2009-06-23-09-09-39>.

Надійшла до редакції 30.05.2017

Рецензент: д.т.н., доц. Казакова Н. Ф., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

О. И. Лещенко, к.т.н., В. И. Пенязенко

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПАЦИЕНТОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Создание информационных систем для сбора, конвертации и хранения материалов медицинского обеспечения, результатов различных анализов и учета истории болезни пациентов лечебно-медицинских учреждений Украины, требуют стандартизации при создании отдельных документов и форм, так и алгоритмов работы их программного и технического обеспечения. В статье рассматриваются перспективы создания государственных стандартов Украины на базе анализа иностранных аналогов.

Ключевые слова: информационные системы учета медицинских учреждений, стандарты медицинского информационного обеспечения, медицинская информатика.

O. I. Leshchenko, PhD, V. I. Peniazenko

CONDITIONS ANALYSIS FOR THE CREATION OF DISTRIBUTED SYSTEMS OF PATIENTS RECORDING AND MONITORING FOR MEDICAL INSTITUTIONS

To create information systems that can collect, convert and preserv health care materials as well as record results of various tests and patient's medical records in Ukrainian medical institutions, standardization of individual documents and forms and provision of algorithms for their software and hardware has to be done. The article considers the prospects of creating state standards of Ukraine on the basis of analyses of foreign analogues.

Keywords: accounting information system of medical institutions, standards of health information management, medical informatics.

В. І. Мілованов, д.т.н., О. Л. Клебан*Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса*

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

В теперішній важкий економічний час для України як ніколи є актуальною тематика знаходження перспективних напрямків підвищення якості та ефективності компресорних станцій. Оскільки саме компресорна техніка займає значну долю енергетичного обладнання країни, то і напрямки підвищення її ефективності відкривають перспективи більш раціонального використання енергії.

Ключові слова: енергетика, якість, газова турбіна, компресор, компресорна станція.

Вступ

Постановка проблеми в загальному вигляді. У зв'язку з Євроінтеграцією України, складним економічно-енергетичним становищем нашої країни необхідно звернути увагу на енергетичну галузь, її низьку ефективність та невідповідність сучасним нормам. Промисловість України, сьогодні починає висувати серйозні вимоги до паливно-енергетичного комплексу країни, забезпеченню надійного і економічного енергопостачання, а також транзиту енергоресурсів за рахунок створення та модернізації нових енергоблоків.

Одночасно з новими вимогами, особливістю енергетики України є надзвичайно високий моральний і фізичний знос газоперекачуючого компресорного обладнання, яке потребує протягом найближчого десятиріччя практично повної заміни або глибокої модернізації. Другою особливістю енергетики України є те, що основним видом палива на найближчу перспективу є природний газ, частка якого в паливному балансі складає біля 50 – 60 %. Однак родовища природного газу в країні обмежені, і значну частину цього палива треба закуповувати за кордоном, витрачаючи значні кошти з державного бюджету. Як відомо, найбільш ефективним обладнанням є парогазові та газотурбінні регенеративні установки, що мають високий ККД. Великим плюсом є те, що ці установки можуть бути виготовлені на енерго-машинобудівних підприємствах України. Саме тому модернізація і підвищення ефективності енергетичних установок газотранспортної системи (ГТС) є актуальною задачею для енергетики нашої країни.

На базі проведеного огляду і аналізу публікацій, що характеризують стан вітчизняних ГТС, сформуовано мету і задачі нашого дослідження.

Метою дослідження є визначення найбільш ефективних і перспективних шляхів підвищення ефективності компресорних станцій ГТС.

Для цього слід вирішити такі задачі:

1. Аналіз балансу енергії у відкритому циклі газотранспортної установки (ГТУ).

2. Визначення основних шляхів зменшення теплової енергії, що викидається на ГТС.

3. Порівняльний аналіз конкретних методів підвищення ефективності ГТС.

4. Визначення основних методів і організаційно-технічних заходів, що дозволять підняти технічний і енергетичний рівень вітчизняної ГТС до сучасного світового науково-технічного рівня.

Виклад основного матеріалу досліджень.

Вітчизняна ГТС є другою за масштабами в Європі після російської. Її потужність на вході становить 287,7 млрд. куб. метрів на рік, на виході – 178,5 млрд. куб. метрів на рік. Загальна протяжність газопроводів становить 38,55 тис. кілометрів, з яких 23 тис. кілометрів – магістральні газопроводи. До складу системи входять 73 компресорні станції (КС) (110 компресорних цехів) загальною потужністю 5,4 ГВт, 1455 газорозподільних станцій, 287 тис. кілометрів газової розподільної мережі, 14,8 тис. мережних газових станцій. ГТС спроможна щороку транспортувати у напрямку 18 країн Європи до 143 млрд. куб. метрів природного газу [1]. Україна має одну з найпотужніших в Європі мереж підземних сховищ газу (ПСГ), яка є важливою технологічною частиною газотранспортної системи, що забезпечує надійність як внутрішнього газопостачання, так і транзитних поставок російського газу до європейських країн. ПСГ об'єднані в такі чотири комплекси, як Західноукраїнський (Прикарпатський), Київський, Донецький і Південноукраїнський. Усі ПСГ (їх 12) обладнані за аналогічними технічними проектами. Загальна ємність ПСГ становить 32 млрд. куб. метрів. Максимальний добовий відбір газу з ПСГ у разі повного заповнення може становити 240 млн. куб. метрів, що забезпечить безперебійне постачання газу на внутрішній ринок, а також транзит російського газу до європейських країн.

Газотурбінний двигун (ГТД), який являє собою невід'ємну частину ГПА – це різновид теплового двигуна, який працює за простим принципом. Багатоступінчастий компресор стискає атмосферне повітря і подає його під високим тиском в камеру згоряння для створення паливно-повітряної суміші. При згоранні паливо виділяє велику кількість енергії. Одержана енергія за рахунок обертання потоками розпеченого газу лопатей турбіни перетворюється в механічну роботу.

Деяка частина отриманої роботи витрачається на стиснення повітря в компресорі ГТД, а інша частина роботи передається на електричний генератор. Робота, споживана цим агрегатом, є корисною роботою. Відпрацьовані в ГТД гази виділяються через вихідний патрубок в атмосферу.

значною металомісткістю і низькою економічністю (ККД не більше 24 – 26%), що вимагали значного періоду часу і собівартості монтажу.

Надалі, в експлуатацію почали надходити конвертовані авіаційні та судові газотурбінні двигуни, які були розроблені оборонними підприємствами. Їх використання відіграло дуже позитивну роль тому, що дало можливість збільшити ККД двигунів, забезпечило постачання ГПА в блочно-контейнерному виконанні і скоротило термін спорудження КС до 10 – 18 місяців [2].

Основними перевагами використання ГТД порівняно з ДВЗ, є швидкий запуск турбіни з холодного стану (15 – 30 хв.), відносно малі габарити та маса, порівняно високий ККД (до 36 %), простота та надійність конструкції, зосередження великої потужності в одному агрегаті, відсутність значних вібрацій незалежно від виду зовнішніх джерел енергії.

До основних недоліків цих двигунів слід віднести низьке напруження на відмову (всього 1 – 3 тис. год.), невеликий термін служби (50 – 60 тис. год.) і малий ресурс до капітального ремонту (10 – 20 тис. год.). Оскільки капітальний ремонт таких двигунів може проводитися тільки в заводських умовах, суттєво зростають витрати на періодичний ремонт двигуна [2].

Перелічені недоліки пов'язані, насамперед, з особливостями конструкцій газотурбінних двигунів військового призначення, при проектуванні яких основну увагу приділяють потужності і маневреності, а надійність за тривалої експлуатації, ресурс і економічність мають другорядне значення.

Промислові ГТД для ГТС слід проектувати з урахуванням специфіки їх експлуатації на газопроводах. При цьому їх високі характеристики можуть бути досягнуті за рахунок використання

найсучасніших газотурбінних технологій, застосовуваних в авіаційних і судових ГТД [3].

Серйозною проблемою сьогодні є низька економічність та ККД застарілих ГТД, які складають лише 23 – 25 %. Основні показники більшості ГТД, що експлуатуються в Україні, нижчі за показники зарубіжних двигунів аналогічної потужності, які мають повний ресурс до 150 тис. годин і ККД на рівні 34 – 38 %. Пояснити це можна тим, що біля 70 % вітчизняних ГПА з газотурбінним приводом практично виробили свій ресурс. Подальша експлуатація фізично зношених та морально застарілих ГТД може призвести до нездатності ГТС України забезпечувати надійну подачу природного газу [4].

Вихід із ситуації полягає в якнайшвидшій розробці нового покоління двигунів, призначених для експлуатації на ГТС України. Найбільш важливими якостями таких ГТД є безпека і надійність за умов тривалої експлуатації, висока економічність (ККД), відносна простота конструкції й експлуатації, низька вартість експлуатаційного циклу.

Аналіз балансу енергії у відкритому циклі ГТД простої схеми показує, що значна частина її у вигляді кінетичної і теплової енергії безповоротно втрачається з газами, що викидаються (рис. 1).

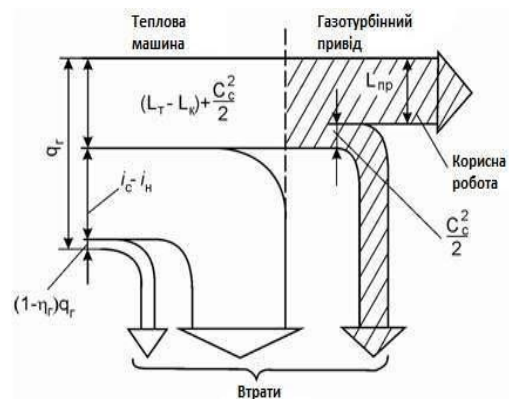


Рисунок 1 – Аналіз втрат на ГТД

Сумарна величина цих втрат визначається різницею повних ентальпій продуктів згоряння за силовою турбіною і атмосферного повітря. При цьому у випускному патрубку двигуна відбувається лише деяке зменшення частки кінетичної енергії на користь теплової.

Ступінь досконалості ГТД, робочий процес якого об'єднує функції як теплової машини, так і газотурбінного привода, оцінюють за допомогою ККД циклу [5]. У технічній літературі його також називають повним або енергетичним ККД (η_e) [6]. Він являє собою відношення роботи на валу привода ($L_{пр}$) до кількості теплоти

(q_T), підведеної до 1 кг робочого тіла.

Наразі відомо кілька шляхів зменшення теплової енергії, що викидається, реалізованих в реальних конструкціях або ж запропонованих в проектах. Концептуально вони розрізняються методами вилучення цієї енергії з продуктів згорання і подальшого її використання. Залежно від схеми використання теплової енергії, що відбирається, розрізняють її регенерацію та утилізацію.

При регенерації в якості теплоносія використовується робоче тіло циклу (у випадку ГТД – повітря). Для утилізації вихідних газів застосовують окреме робоче тіло.

Головну роль при цьому відіграє вибір теплоносія, який транспортує теплоту, що відбирається. Саме його властивості визначають можливість подальшого перетворення теплової енергії в інші види, зручні для практичного застосування [7].

Підвищення ефективності ГТС шляхом регенерації.

В українській ГТС на КС досить широко (25 % парку ГТП) застосовується регенерація теплоти вихідних газів.

Регенерація теплоти – підігрів повітря після компресора вихлопними газами – можлива за умови, що температура газу за турбіною вище за температуру газу за компресором $T_m > T_k$. Для цього в схему установки необхідно ввести додатковий пристрій – теплообмінний апарат (ТА). Схема ГТД з регенерацією теплоти представлені на рис. 2.

Повітря після компресора направляється в ТА, де воно отримує теплоту від газів, що вийшли з турбіни. Після підігріву повітря надходить в камеру згорання, що забезпечує певну економію палива, що витрачається для досягнення необхідної температури газу перед турбіною. Таким чином питомі витрати палива зменшуються, а ККД ГТП збільшується.

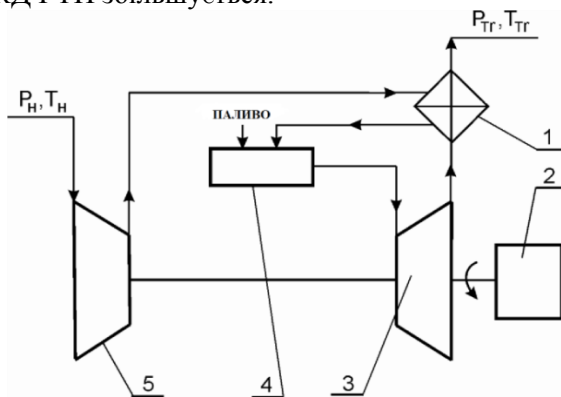


Рисунок 2 – Схема ГТУ з регенерацією теплоти:
1 – теплообмінник; 2 – споживач; 3 – турбіна;
4 – камера згорання; 5 – компресор

У T - S координатах ідеальний цикл з регенерацією теплоти виглядає наступним чином (рис. 3). У процесі 4 – 5 продукти згорання охолоджуються в ТА і ця теплота передається повітрю в процесі 2 – 6.

При повній регенерації (ідеальному ТА) повітря можна нагріти до температури T_6 , що дорівнює температурі T_4 , а продукти згорання охолодити до температури T_5 , що дорівнює температурі повітря T_2 .

Робота циклу залишається незмінною, а кількість підведеної теплоти зменшується; тепер теплота (q_1^p) підводиться в камері згорання тільки в процесі 6 – 3.

У реальних умовах теплота регенерації передається не повністю, оскільки теплообмінники неідеальні. Нагрівання повітря здійснюється до точки 6', а продукти згорання охолоджуються до точки 5'.

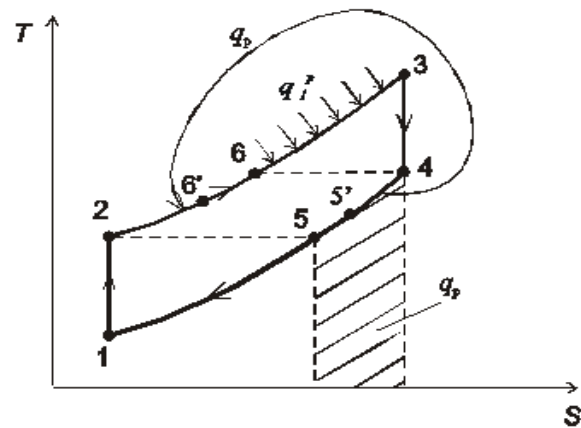


Рисунок 3 – T - S діаграма ідеального циклу ГТД з регенерацією теплоти

Підвищення ефективності ГТС за рахунок утилізації тепла. Наразі існує багато способів збільшення ККД шляхом утилізації теплоти вихідних газів. Серед них виділяють: комбіновані установки з паросиловим циклом, установки з низькотемпературним циклом Ренкіна, установки на основі тригенераційних технологій, газоповітряні турбінні установки.

Комбіновані установки з паросиловим циклом. Термодинамічна сутність комбінованого циклу полягає в тому, що теплота одного робочого тіла, невикористана в основному циклі, підводиться в додатковому циклі до іншого робочого тіла. Якщо на виході з додаткового циклу відпрацьоване в ньому робоче тіло основного циклу ще зберігає свій тепловий потенціал щодо навколишнього середовища, то процес повторюється, але на основі нового робочого тіла. Так можна продовжувати і далі, поки цей потенціал не буде використано повністю. Більш того, при

високій початковій температурі циклу, і багатоступінчастої утилізації теплоти робочого тіла основного циклу, відкривається можливість утилізації теплоти робочого тіла додаткових циклів.

Характерною особливістю ряду комбінованих установок є використання води в якості робочого тіла в додатковому утилізаційному циклі, а, оскільки, вода може мати різні фазові стани, то в якості робочого тіла використовуються вода і водяна пара.

Установки з низькотемпературним циклом Ренкіна. Низькотемпературний цикл Ренкіна заснований на використанні низько-киплячих робочих тіл (НРТ) (пентан, бутан, фреони) і відповідної парової турбіни. ККД циклу становить 7...15 %.

Модернізація КС в цьому напрямку можлива завдяки наявності достатнього обсягу викидних теплоносіїв:

а) середнього потенціалу – вихідних газів ГТУ простого циклу при температурі 400...650 °С і ГТУ з регенерацією теплоти при температурі 270...320 °С, парогазових і газопарових установок при температурі вихідних газів після котла-утилізатора 120...200 °С;

б) низького потенціалу – охолоджуваних за допомогою різних технологічних пристроїв газів і рідин при температурі 12...35 °С (компримований газ, повітря, мастило та ін.).

Для вироблення електроенергії можуть бути використані різні схеми тепло утилізаційних енергоустановок на НРТ:

а) прості – тільки з утилізацією середньої потенційної теплоти газів, що відробили, від базового ГТД;

б) комплексні – з одночасною утилізацією теплоти середнього (гази, що виходять) і низького потенціалів. При цьому теплота низького потенціалу використовується для підігріву НРТ після конденсатора, а середнього потенціалу – для підігріву їх до стану сухої насиченої пари у випарнику НРТ.

в) з водяним або повітряним охолодженням конденсатора НРТ;

г) з додатковим підігрівом або охолодженням вихідних газів приводних двигунів перед їх подачею в теплообмінники тепло утилізаційних енергоустановок.

Як недоліки низькотемпературного циклу Ренкіна можна виділити наступні проблеми: пожежонебезпечність, вибухонебезпечність, робота установки під високим тиском, обмеження за умовами безпеки озонового шару, складність обслуговування, надмірно розвинена інфраструктура установки, висока ціна робочого тіла.

Установки на основі тригенераційних те-

хнологій. Під тригенерацією мається на увазі виробництво холоду на додаток до електричної (механічної) та теплової енергії (когенерації).

Необхідність застосування тригенераційних технологій утилізації теплоти вихідних газів до роботи ГТД обумовлена низкою причин. Однією з них є можливість зменшити несприятливий вплив високої температури зовнішнього повітря на ККД і потужність ГТД. Особливо це актуально в умовах жаркого клімату. Однак не менш важливим є застосування тригенерації для проміжного охолодження стисненого повітря у ГТД за допомогою холодильних машин, що використовують теплоту відхідних газів [8].

Завдяки високій температурі (120 ... 140 °С і вище) стиснене повітря є не тільки об'єктом охолодження, але і джерелом теплоти, яку доцільно використовувати в тепловикористовуючій холодильній машині (ТХМ) для виробництва холоду (5...10 °С). У ТХМ використовуються НРТ, що дозволяє утилізувати теплоту порівняно низького температурного рівня, наприклад, відхідних газів після утилізаційного пароводяного котла.

Відомі результати досліджень з охолодження повітря ГТД за допомогою повітряних турбокомпресорних холодильних машин [7]. Але ККД повітряних холодильних машин досить низький, а самі установки складні і громіздкі.

Таким чином, при комплексної утилізації з використанням виробленого в ТХМ холоду прирощення ККД становить: $\Delta\eta = 1,5...3,5$ % (при $t_{в1} = 140$ °С) і $\Delta\eta = 2,5...5,0$ % (при $t_{в1} = 180$ °С). Така температура повітря буде при оптимальному (відповідає максимальному збільшенню ККД в результаті проміжного охолодження повітря) співвідношенні ступенів підвищення тиску.

Висновки

Виконаний огляд та аналіз стану та перспектив розвитку ГТУ дає можливість зробити наступні висновки:

1. Найбільш простим напрямком підвищення ККД ГТУ для ГТС України є застосування ГТУ з підвищеною температурою горіння палива, що дає змогу підвищити цей показник ефективності ГТУ на 4 – 7 %.

2. Найпростішим і низьковитратним способом підвищення коефіцієнта використання енергії палива (КВП) є застосування регенераційно-утилізаційних технологій на викидному тракті ГТУ на основі використання залишкового теплового потенціалу викидних газів.

3. Доцільно більш широке застосування низько температурного циклу Ренкіна та тригенерації викидного тепла за умов наявності відповідних організаційно-технічних вимог.

4. Узагальнюючи вище викладене, визначе-

но найбільш доцільні наступні методи технічного вдосконалення газотурбінного устаткування вітчизняних ГТС:

4.1. Своєчасна заміна зношених та застарілих ГТУ на новітні більш потужніші і економічні агрегати.

4.2. Масове введення в експлуатацію на газоперекачувальних компресорних станціях сучасних приводів ГТУ з підвищеною температурою горіння.

4.3. Реконструкція існуючих та побудова нових ГТУ.

4.4. Широка модернізація КС, що працюють, та вдосконалення схем, що проектуються, з використанням циклу Ренкіна.

Комплексне, раціональне запровадження перелічених організаційно-технічних заходів дозволить підняти технічний і енергетичний рівень вітчизняної ГТС до сучасного світового науково-технічного рівня, забезпечити її безпосередній розвиток, відповідаючи вимогам стратегічного прогресу цієї важливої галузі народного господарства України.

Список використаних джерел

1. Христич В. А. Газотурбинные установки: история и перспективы / В. А. Христич, Г. Б. Варламов. – К.: НТУУ «КПИ», 2006. – 384 с.

2. Халатов А. А. Состояние и проблемы развития механического привода для ГТС Украины / А. А. Халатов, А. А. Долинский, Д. А. Костенко, В. П. Парафейник // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, № 1. – С. 44 – 53.

3. Блейхер И. Г. Компрессорные станции / И. Г. Блейхер, В. П. Лисхев. – М. – Киев: Машгиз, 1959. – 323 с.

4. Люта Н. В. Компаративний аналіз ефективності використання газотурбінного та електричного приводів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів / Н. В. Люта, О. Я. Дубей, І. М. Ісаєва // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2013. – № 2(35) – С. 30 – 41.

5. Костюк А. Г. Газотурбинные установки: Учеб. пособие для вузов. / А. Г. Костюк, А. Н. Шерстюк – М.: «Высшая школа», 1979. – 254 с.

6. Нечаев Ю. Н. Теория авиационных двигателей. Ч. 2 / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. – М.: «Машиностроение» – 1978. – 329 с.

7. Халатов А. А. Перспективы снижения выбросов теплоты за газотурбинными приводами украинской газотранспортной системы / А. А. Халатов, А. С. Коваленко // Промышленная теплотехника. – 2015. – № 2. – С. 48 – 58.

8. Халатов А. А. Анализ воздушного цикла утилизации теплоты горячих газов за газотурбинными приводами ГТС Украины / А. А. Халатов, С. Д. Северин, А. С. Коваленко, В. В. Бурлака // Промышленная теплотехника. – Т. 36, №. 4. – С. 18 – 26.

Надійшла до редакції 16.05.2017

Рецензент: д.т.н., проф., Дорошенко О. В., Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса.

В. И. Милованов, д.т.н., А. Л. Клебан

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ УКРАИНЫ

В настоящее тяжелое для Украины экономическое время, как никогда, актуальна тематика нахождения перспективных направлений повышения качества и эффективности компрессорных станций. Поскольку именно компрессорная техника занимает значительную долю энергетического оборудования страны, то и направления повышения ее эффективности открывают перспективы более рационального использования энергии.

Ключевые слова: энергетика, качество, газовая турбина, компрессор, компрессорная станция.

V. Milovanov, DSc, O. Kleban

MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE QUALITY AND EFFICIENCY OF UKRAINE GAS TRANSPORTATION SYSTEM

In the current difficult economic time for Ukraine one of the relevant subjects are perspective directions of improving the quality and efficiency of compressor stations. Since compressor stations takes a significant share of the country's power equipment, the directions for increasing its efficiency offers the prospect of a more rational using of the energy.

Keywords: power, quality, gas turbine, compressor, compressor station.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Банзак Г. В.	65	Коломієць С. В.	84
Банзак О. В.	65	Кравченко М. В.	41
Бондаренко Г. С.	88	Кравчук В. С.	50
Боряк К. Ф.	10, 79	Левинський О. С.	46
Ботвіна Н. О.	41	Лещенко О. І.	88, 96
Братченко Г. Д.	91	Лимаренко О. М.	50, 54
Вавілов Є. В.	84	Лобус Р. С.	54
Волков С. Л.	84	Лопатін О. О.	79
Величко О. М.	35, 59	Макарова О. В.	15
Габер А. А.	24	Михалко А. О.	19
Голофєєва М. О.	46	Мілованов В. І.	99
Гордієнко Т. Б.	35	Оробей В. Ф.	54
Горін В. В.	6	Пенязенко В. І.	96
Гоц Н. Є.	28	Подостроєць К. О.	6, 71
Грабовський Г. В.	24	Сичов М. І.	10
Григор'єв Д. В.	91	Смаглюк Г. Г.	91
Григор'єва Л. І.	15	Солоненко І. П.	75
Дашченко О. Ф.	50, 54	Томілін Ю. А.	15
Згадова Н. С.	41	Урсол С. М.	46
Іванов В. О.	24	Цимбалюк А. Г.	79
Ісаєв В. В.	59	Чистяков Є. С.	6
Клебан О. Л.	99	Шворінь В. О.	46
Коломієць Л. В.	6, 10, 35, 50, 54	Ярмолюк О. В.	28

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

БАНЗАК <i>Геннадій В'ячеславович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, доцент кафедри нановимірювань та вимірювальної техніки, кандидат технічних наук, доцент</i>
БАНЗАК <i>Оксана Вікторівна</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, доцент кафедри комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних технологій, доктор технічних наук, доцент</i>
БОНДАРЕНКО <i>Григорій Сергійович</i>	<i>Медичний центр «Медиком-Латкрок-Одесса», м. Одеса, магістр</i>
БОРЯК <i>Костянтин Федорович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, завідувач кафедри метрології та метрологічного забезпечення, доктор технічних наук, доцент</i>
БОТВІНА <i>Наталія Олександрівна</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, завідувач кафедри соціально-гуманітарної підготовки, доктор економічних наук, професор</i>
БРАТЧЕНКО <i>Геннадій Дмитрович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків, доктор технічних наук, професор</i>
ВЕЛИЧКО <i>Олег Миколайович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, завідувач кафедри нановимірювань та вимірювальної техніки, доктор технічних наук, професор</i>
БАВІЛОВ <i>Євген Віталійович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, старший науковий співробітник, кандидат технічних наук</i>
ВОЛКОВ <i>Сергій Леонідович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, докторант, кандидат технічних наук, доцент</i>
ГАБЕР <i>Антоніна Анатоліївна</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, старший викладач кафедри стандартизації, оцінки відповідності та якості, кандидат технічних наук</i>
ГОЛОФЄЄВА <i>Марина Олександрівна</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, доцент кафедри металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, кандидат технічних наук</i>
ГОРДІЄНКО <i>Тетяна Богданівна</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, завідувач кафедри стандартизації, оцінки відповідності та якості, доктор технічних наук, доцент</i>
ГОРІН <i>Вадим Вікторович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, професор кафедри метрології та метрологічного забезпечення, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник</i>
ГОЦ <i>Наталія Євгенівна</i>	<i>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, професор кафедри Метрології, стандартизації та сертифікації, доктор технічних наук, доцент</i>
ГРАБОВСЬКИЙ <i>Геннадій Вікторович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, студент</i>

ГРИГОР'ЄВ <i>Денис Вікторович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, аспірант</i>
ГРИГОР'ЄВА <i>Людмила Іванівна</i>	<i>Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, завідувач кафедри якості, стандартизації та техногенно-екологічної безпеки, доктор біологічних наук, професор</i>
ДАЩЕНКО <i>Олександр Федорович</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, директор Інституту машинобудування ОНПУ, доктор технічних наук, професор</i>
ЗГАДОВА <i>Наталія Сергіївна</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, доцент кафедри соціально-гуманітарної підготовки кандидат економічних наук, доцент</i>
ІВАНОВ <i>Владислав Олексійович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, студент</i>
ІСАЄВ <i>Валентин Володимирович</i>	<i>ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу метрологічного забезпечення вимірювань електричних величин</i>
КЛЕБАН <i>Олександр Леонідович</i>	<i>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, студент</i>
КОЛОМІЄЦЬ <i>Леонід Володимирович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, ректор, доктор технічних наук, професор</i>
КОЛОМІЄЦЬ <i>Світлана. Василівна</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, науковий співробітник</i>
КРАВЧЕНКО <i>Микола Васильович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, старший викладач кафедри соціально-гуманітарної підготовки, кандидат економічних наук</i>
КРАВЧУК <i>Василь Степанович</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, заступник директора Інституту машинобудування ОНПУ, кандидат технічних наук, доцент</i>
ЛЕВИНСЬКИЙ <i>Олександр Сергійович</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, аспірант кафедри металорізальних верстатів, метрології та сертифікації</i>
ЛЕЩЕНКО <i>Олег Іванович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, доцент кафедри комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних технологій, кандидат технічних наук, доцент</i>
ЛИМАРЕНКО <i>Олександр Михайлович</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, доцент кафедри «Динаміка, міцність машин і опір матеріалів», Інститут машинобудування ОНПУ, кандидат технічних наук, доцент</i>
ЛОБУС <i>Руслан Степанович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, головний науковий співробітник, кандидат технічних наук</i>
ЛОПАТІН <i>Олександр Олександрович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, молодший науковий співробітник</i>

МАКАРОВА <i>Олена Валеріївна</i>	<i>Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, старший викладач кафедри якості, стандартизації та техногенно-екологічної безпеки</i>
МИХАЛКО <i>Анастасія Олегівна</i>	<i>Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, аспірант кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та вимірювальної техніки</i>
МІЛОВАНОВ <i>Валерій Іванович</i>	<i>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, завідувач кафедри компресорів та пневмоагрегатів доктор технічних наук, професор</i>
ОРОБЕЙ <i>Віктор Федорович</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, завідувач кафедри «Динаміка, міцність машин та опір матеріалів», Інститут машинобудування ОНПУ, м. Одеса, доктор технічних наук, професор</i>
ПЕНЯЗЕНКО <i>Володимир Іванович</i>	<i>ДП «Одесастандартметрологія», м. Одеса, магістр, інженер</i>
ПОДОСТРОЄЦЬ <i>Кирил Олександрович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, старший науковий співробітник</i>
СИЧОВ <i>Михайло Іванович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, доцент кафедри стандартизації та оцінки відповідності якості, кандидат хімічних наук, доцент</i>
СМАГЛЮК <i>Геннадій Геннадійович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, аспірант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій</i>
СОЛОНЕНКО <i>Ірина Петрівна</i>	<i>Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, асистент кафедри проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг, кандидат технічних наук</i>
ТОМЛІН <i>Юрій Андрійович</i>	<i>Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, професор кафедри якості, стандартизації та техногенно-екологічної безпеки, доктор біологічних наук, професор</i>
УРСОЛ <i>Світлана Миколаївна</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, Інститут промислових технологій, дизайну та менеджменту, м. Одеса, студент</i>
ЦИМБАЛЮК <i>Анатолій Горович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, старший науковий співробітник</i>
ЧИСТЯКОВ <i>Євген Сергійович</i>	<i>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, фахівець</i>
ШВОРІНЬ <i>Владислав Олегович</i>	<i>Одеський національний політехнічний університет, Інститут промислових технологій, дизайну та менеджменту, м. Одеса, студент</i>
ЯРМОЛЮК <i>Олена Володимирівна</i>	<i>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, аспірант кафедри Метрології, стандартизації та сертифікації</i>

Наукове видання

***ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ***

Випуск 1(10) 2017

Редактор

Братченко Г. Д.

Комп'ютерна верстка

Постоварова В. Д.

Адреса редакції: 65020, м. Одеса, вул. Ковальська 15, ОДАТРЯ,
Тел.: (048)728-07-11 – довідки;
E-mail: bratchenkohd@gmail.com

*Надруковано з готового оригінал макету
в видавництві – друкарні «ВМВ»*

*Підписано до друку 26.06.2017
Формат 60*88/8. Папір офсетний.
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 13,2
Тираж 300 прим.
65053, м. Одеса, пр-т Добровольського 84-а.
www.vmv.odessa.ua*