



Редакційна колегія

Головний редактор

Дмитріков Валерій Павлович, доктор технічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Заступник головного редактора

Дудніков Анатолій Андрійович, кандидат технічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Відповідальний секретар

Біловод Олександра Іванівна, кандидат технічних наук,
доцент, Полтавська державна аграрна академія

Економічні науки

Арачій Валентина Іванівна, кандидат економічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Захарчин Галина МIRONIVNA, доктор економічних наук,
професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Крикавський Євген Васильович, доктор економічних наук,
професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Лозинська Тамара Миколаївна, доктор наук з державного
управління, професор, Полтавська державна аграрна академія

Макаренко Петро Миколайович, доктор економічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Окищенко Світлана Петрівна, доктор економічних наук,
професор, Одеський національний морський університет

Плаксієнко Валерій Якович, доктор економічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Waldemar Izdebski, доктор экономических наук, профессор,
Варшавский технический университет, Польша

Технічні науки

Акімов Олег Вікторович, доктор технічних наук, професор,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут»

Афтаназів Іван Семенович, доктор технічних наук,
професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Горик Олексій Володимирович, доктор технічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Дудніков Ігор Анатолійович, кандидат технічних наук,
доцент, Полтавська державна аграрна академія

Кац Марк Давидович, доктор технічних наук, професор,
Східноукраїнський національний університет ім. В. І. Дала

Мальований Мирослав Степанович, доктор технічних наук,
професор Національний університет «Львівська політехніка»

Смердов Андрій Андрійович, доктор технічних наук,
професор, Полтавська державна аграрна академія

Старчевський Володимир Людикович, доктор технічних
наук, професор Національний університет «Львівська політехніка»

Тіщенко Леонід Миколайович, доктор технічних наук,
професор, Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. Петра Василенка

Засновники

Полтавська державна аграрна академія
ПП «Технологічний Центр»

Верстка: Т. Є. Сергієнко

Рекомендовано Вченою Радою
Полтавської державної аграрної академії
Протокол № 7 від 28.03.2012

Свідоцтво про державну реєстрацію журналу
Серія КВ № 18226-7026Р

Адреса редакції та видавництва
Україна, 61145, м. Харків, вул. Новгородська, 3а, Технологічний Центр
Тел.: +38 (057) 750-89-90. **E-mail:** c7508990@gmail.com

Підписано до друку 30.04.2012. Формат 60x84 1/8
Ціна договірна. Наклад 300 прим.

Часткове або повне тиражування в будь-який спосіб матеріалів, що надруковані
в цьому виданні, дозволяється тільки за наявністю письмової згоди редакції

Підписка

Оформлюється через редакцію
Тел.: +38 (057) 750-89-90. **E-mail:** c7508990@gmail.com

- 3** Розробка елементів системи підтримки прийняття рішень щодо вибору комплексу поліграфічного захисту
Ружицький А. В., Бізюк А. В., Бізюк І. Г.
- 5** Результати моделювання процесу розгону трактора Fendt 939 Vario
Самородов В. Б., Бондаренко А. І.
- 10** Метод перетворення опори складної конструкції для аналітичного визначення її інтегральних характеристик
Брешев В. Є., Брешев О. В.
- 13** Модель системи підтримки прийняття рішень вибору команди проекту
Харитонов Ю. М., Елгіна О. В.
- 15** Особливості формування системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств
Мельник О. Г., Жежуха В. Й.
- 19** Новий метод аналого-цифрового радіомовлення
Казакова Н. Ф.
- 22** Метод формування групового сигналу на основі псевдовипадкової перестановки реалізацій хаотичних сигналів
Корчинський В. В.
- 24** Механічні властивості капілярних структур стосовно к умовам функціонування в теплових трубах
Кравець В. Ю., Кравець Д. В.
- 28** Аналіз і зниження впливу факторів на розпізнавання асинхронного електродвигуна в електромережі
Кузнєцов Д. І., Купін А. І.
- 33** Використання біометричних термопоказників для ідентифікації в системах доступу
Фразе-Фразенко О. О.
- 36** Якість процесу очищення стічних вод як функція складу вхідного потоку
Шатохіна Ю. В., Кліщов Л. М., Шкінь О. М., Мазюк Н. С.

СОДЕРЖАНИЕ



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

- 3** Разработка элементов системы поддержки принятия решений по выбору комплекса полиграфических защит
Ружицкий А. В., Бизюк А. В., Бизюк И. Г.
- 5** Результаты моделирования процесса разгона трактора Fendt 939 Vario
Самородов В. Б., Бондаренко А. И.
- 10** Метод преобразования опоры сложной конструкции для аналитического определения ее интегральных характеристик
Брешев В. Е., Брешев А. В.
- 13** Модель системы поддержки принятия решений выбора команды проекта
Харитонов Ю. Н., Елгина Е. В.
- 15** Особенности формирования системы диагностики инновационной составляющей технологических процессов промышленных предприятий
Мельник О. Г., Жемуха В. И.
- 19** Новый метод аналого-цифрового радиовещания
Казакова Н. Ф.
- 22** Метод формирования группового сигнала на основе псевдослучайной перестановки реализаций хаотических сигналов
Корчинский В. В.
- 24** Механические свойства капиллярных структур применительно к условиям функционирования в тепловых трубах
Кравец В. Ю., Кравец Д. В.
- 28** Анализ и снижение влияния факторов на распознавание асинхронного электродвигателя электросети
Кузнецов Д. И., Купин А. И.
- 33** Использование биометрических термопоказателей для идентификации в системах доступа
Фразе-Фразенко А. А.
- 36** Качество процесса очистки сточных вод как функция состава входного потока
Шатохина Ю. В., Клинов Л. Н., Шкин А. М., Мазюк Н. С.

CONTENTS



TECHNOLOGY AUDIT

- 3** Development of elements of decision-support system on choice of printing protection complex
Ruzhicky A., Bizjuk A., Bizjuk I.
- 5** Results of modeling of process of acceleration of a tractor Fendt 939 Vario
Samorodov V., Bondarenko A.
- 10** The transformation approach of complex design bearing for analytic definition its integral characteristics
Breshev V., Breshev A.
- 13** Model of decision support of selection project team
Kharytonov Y., Ielgina O.
- 15** The features of forming of diagnostics system of innovative constituent of industrial enterprises technological processes
Melnyk O., Zhezhukha V.
- 19** A new method of analog-to-digital broadcasting
Kazakova N.
- 22** Method of formation of a group signal based on pseudorandom permutation of chaotic signals implementations
Korchinsky V.
- 24** Capillary structures mechanical properties in respect to functioning conditions in heat pipes
Kravets V., Kravets D.
- 28** Analysis and reduction of effect of factors on recognition of induction motor in electric network
Kuznetsov D., Kupin A.
- 33** Use of biometric thermal factors for identification in access systems
Fraze-Frazenko A.
- 36** Quality of sewage water purification as composition function of input stream
Shatokhina J., Klintsov L., Shkin' A., Mazyuk N.



Ружицкий А. В.,
Бизюк А. В.,
Бизюк И. Г.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ КОМПЛЕКСА ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ЗАЩИТ

Общей целью исследования является разработка программного комплекса как элемента системы поддержки принятия решений относительно выбора параметров полиграфической защиты печатных изделий. В статье проведен анализ существующих технологий алгоритмов выбора комплекса видов полиграфической защиты; предложена математическая модель оптимального выбора элементов комплекса.

Ключевые слова: защита полиграфической продукции, система поддержки принятия решений, оптимизация.

1. Введение

Подделка и фальшивка — это довольно распространенные явления в нашей жизни. К сожалению, во многих странах встречаются люди, для которых характерно обманывать своих клиентов — будь то покупатели любых товаров, среди которых могут быть продукты, алкоголь и другие изделия промышленного производства.

Это неудивительно, ведь желание предпринимателя получить максимально возможный доход нельзя недооценивать. Кроме того, наука не стоит на месте и с каждым годом полиграфическое оборудование становится все более функциональным. И защищенность полиграфической продукции от подделки становится все более актуальной.

2. Цель и задачи исследования

Общей целью исследования является разработка программного комплекса как элемента системы поддержки принятия решений относительно выбора параметров полиграфической защиты печатных изделий. Объектом исследования является методика процедуры поддержки принятия решения о выборе комплекса полиграфических защит. *Предмет исследования* — программное обеспечение, поддерживающее процедуру поддержки принятия решений.

Метод выполнения работы: анализ литературных источников, изучение и обобщение опыта создания комплекса полиграфической защиты.

Для выполнения поставленной цели были сформулированы задачи, рассмотренные в данной статье:

- анализ сведений из литературных источников, обобщение рекомендаций алгоритма по выбору устанавливаемых защит;
- анализ классификации способов контроля защищенной полиграфической продукции;
- анализ классификации видов устанавливаемых защит с различных точек зрения;
- разработка методики формирования комплекса защит на основе заданных требований по уровню защищенности и относительного увеличения стоимости полиграфической продукции.

3. Анализ литературных источников

Основной алгоритм определения комплекса защит, предлагаемый в литературе [1–10], может быть описан следующим образом. Вначале определяется назначение и порядок использования продукта. Параллельно обсуждаются возможные конструктивные решения и выбор носителя. Затем определяются условия внешнего обращения будущего продукта и период обращения продукта. Исходя из этого, определяется источник потенциальной опасности злоупотреблений.

Эти исходные данные позволяют определить перечень защит, принципиально применимых для данной конструкции и носителя, для заданных условий обращения.

Затем выполняется оптимизация полученного списка. Производится селекция списка возможных защит по принципу максимальной надежности. Затем выполняется селекция защит одного уровня по принципу максимальной эффективности. И, наконец, окончательно определяется перечень защит, исходя из экономической целесообразности. После чего этап оптимизации может быть повторен.

Предлагаемый алгоритм эффективен, если он выполняется сотрудником, достаточно компетентным в вопросах защиты полиграфической продукции. Однако при разработке оригинал-макетов относительно недорогой этикеточной или упаковочной продукции, когда разработкой занимается художник-дизайнер, составление списка всех возможных видов полиграфической защиты может оказаться затруднительным.

В данном исследовании предлагается автоматизировать задачу селекции применимых защит, оставляя для пользователя достаточно небольшой список защит для дальнейшей разработки.

Основой для селекции защит является предложенная А. Коншиным [1] классификация видов полиграфической защиты с точки зрения пользователя и с точки зрения технолога, а также применимость данного вида защиты с точки зрения контроля подлинности.

В своей монографии А. Коншин выделяет 5 уровней контроля подлинности. Это визуальный и сенсорный контроль, приборный контроль разных уровней сложности, машиночитаемые защиты и лабораторный контроль.

По результатам анализа литературных источников была составлена таблица соответствия видов защит и условий контроля подлинности и таблица соответствия видов полиграфической продукции и условий контроля подлинности. Путем матричного перемножения строки из представленной ниже таблицы продукты/условия и матрицы защиты/условия можно получить список принципиально возможных защит для данного вида полиграфического изделия.

К сожалению, в разработанной Коншиным и использованной нами таблице соответствия видов защит и условий контроля подлинности объединены низкотехнологичные и высокотехнологичные способы контроля, что снижает ценность использования этих данных в СППР.

Для использования имеющаяся классификация требует уточнения. В частности, данная классификация не акцентирует различия между защитами одного типа, как совокупности защитных методов и технологий, решающих однотипную защитную задачу со сравнимой степенью эффективности в зависимости от реальных условий обращения реального продукта. Например, антисканерные тангирные и гильошные сетки, относящиеся к защитами на стадии дизайна, основаны на одном и том же принципе и работают против одного и того же вида фальсификации.

По результатам проделанной работы была дополнена основная таблица исходных данных столбцом «Технологический ряд», в котором были прономерованы основные группы однотипных защит. В дальнейшем при обработке результатов учитывалось использование защит из одного технологического ряда снижающим коэффициентом ($k = 0,5$) для второй и последующих защит ряда.

В итоге была сформулирована математическая модель задачи оптимизации выбора защит для защищенной полиграфической продукции:

$$\begin{aligned} \sum_i \sum_j A_{ij} &\rightarrow \max; \\ \sum_i B_{ij} |_{\exists B_{ij} > 0} &\rightarrow \max; \quad \sum_j B_{ij} |_{i = \text{const}} \rightarrow \min; \\ \sum_i \sum_j C_{ij} &\leq C_0, \end{aligned} \quad (1)$$

где A_{ij} , B_{ij} и C_{ij} — характеристики определенного вида защиты по уровню сложности подделки, по наличию в исследуемом продукте и в относительном стоимостном выражении; i — порядковый номер группы однотипных видов защиты; j — порядковый номер данного вида защиты в соответствующей группе защиты.

Общий уровень защиты A_{ij} , выраженный в условных баллах, должен быть максимально возможным. При этом должно быть задействовано максимально возможное количество групп B_{ij} (сумма по i), однако в рамках одной группы количество задействованных защит должно быть минимальным B_{ij} (сумма по j).

Также минимальным должен быть относительный стоимостной индекс выбранных защит C_{ij} . При решении оптимизационной задачи этот индекс, т. е. относительное выражение увеличения стоимости полиграфического

изделия, был ограничен сверху заданным значением — в примере он равен 20.

4. Выводы

Проведен анализ существующих технологий алгоритмов выбора комплекса видов полиграфической защиты, предложена математическая модель оптимального выбора элементов комплекса.

Полученная в результате исследования классификация средств полиграфической защиты на основе механизма противодействия действиям фальсификаторов положена в основу разработки системы поддержки принятия решения в задаче выбора комплекса защитных средств полиграфической продукции.

Однако полученные тестовые результаты показывают, что используемые исходные данные, полученные путем обобщения материалов литературных источников нуждаются в дальнейшей доработке.

Литература

1. Коншин, А. А. Защита полиграфической продукции от фальсификации [Текст] / А. А. Коншин. — М. : ООО «Синус», 1999. — 160 с.
2. Шарифуллин, М. Защита прежде всего [Текст] / М. Шарифуллин. — Журнал Publish. — 2000. — № 7. — Режим доступа: URL: http://www.publish.ru/articles/200007_4040481.
3. Шарифуллин, М. Бренд на замке [Текст] / М. Шарифуллин. — Журнал Publish. — 2007. — № 7. — Режим доступа: URL: http://www.publish.ru/articles/200707_4412442.
4. Kipphan, H. Handbook of Print Media [Text] / H. Kipphan. — Springer, 2001. — 1207 с.
5. Zhao, J. Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection [Text] / J. Zhao, E. Koch // Proc. Int. Cong. Intellectual Property Rights, Knowledge and New Technologies, 1995. — С. 242–251.
6. Fu, M. Data Hiding by Smart Pair Toggling for Halftone Images [Text] / M. S. Fu, O. C. Au IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing. — 2000. — vol. 4. — pp. 2318–2321.
7. Гудилин Д. Печатные технологии и защита документов от подделки [Электронный ресурс] / Д. Гудилин // Компьютер. — 2003. — 11. — Режим доступа: URL: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=9287&iid=393>.
8. Herriott, L. The Designer's Packaging Bible [Text] / L. Herriott. — Rotovision, 2007. — 304 с.
9. Romano, Frank. Print media distribution in a digital age [Text] / Frank Romano // A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT. — 2002. — Record URI: <http://hdl.handle.net/1850/2859>.
10. Brown, Alex. In Print: Text and Type in the Age of Desktop Publishing. [Text] / Alex Brown. — NY: Watson-Guptill Publication, 1989. — 192 с.

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ВИБОРУ КОМПЛЕКСУ ПОЛІГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ

Загальною метою дослідження є розробка програмного комплексу як елемента системи підтримки ухвалення рішень відносно вибору параметрів поліграфічного захисту друкарських виробів. В статті проведений аналіз існуючих технологій алгоритмів вибору комплексу видів поліграфічного захисту; запропонована математична модель оптимального вибору елементів комплексу.

Ключові слова: захист поліграфічної продукції, система підтримки прийняття рішень, оптимізація.

Ружицкий Андрей Валериевич, магистр, кафедра «Медиа-системы и технологии», Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

Бизюк Андрей Валериевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Медиа-системы и технологии», Харьковский национальный университет радиоэлектроники, e-mail: abizuk@mail.ru.

Бізюк Ирина Григорьевна, старший преподаватель, кафедра Вычислительной техники и систем управления, Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта.

Ружицкий Андрей Валерійович, магістр, кафедра «Медіа-системи та технології», Харківський національний університет радіоелектроніки.

Бізюк Андрій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра «Медіасистеми та технології», Харківський національний університет радіоелектроніки.

Бізюк Ирина Григорьевна, старший викладач, кафедра Обчислювальної техніки і систем управління, Українська державна академія залізничного транспорту.

Ruzhicky Andrej, Kharkiv National University of Radioelectronics.

Bizjuk Andrej, Kharkiv National University of Radioelectronics, e-mail: abizuk@mail.ru.

Bizjuk Irina, Kharkov state academy of railway transport.

УДК 629.4.075

**Самородов В. Б.,
Бондаренко А. І.**

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗГОНУ ТРАКТОРА FENDT 939 VARIO

У роботі визначено вплив законів зміни параметрів регулювання гідрооб'ємної передачі, робочих об'ємів гідромоторів на основні параметри трансмісії та буксування коліс трактора при змінній силі тяги на гаку та розгоні на тяговому діапазоні, проведений порівняльний аналіз буксування коліс трактора Fendt 939 Varіo з трактором, що має еквівалентні параметри, але механічну трансмісію. Також в роботі розглянуто та проаналізовано розгін трактора при виконанні транспортних робіт.

Ключові слова: розгін, колісний трактор, гідрооб'ємно-механічна трансмісія, буксування, динаміка, тяговий режим.

1. Вступ

Підвищення ефективності роботи колісного трактора при виконанні технологічних операцій за рахунок зниження енергетичних втрат при буксуванні, вивчення впливу гідрооб'ємно-механічної трансмісії (ГОМТ) на процес буксування та дослідження динаміки процесу розгону тракторів з ГОМТ є актуальними питаннями і мають важливе практичне значення.

2. Аналіз останніх досягнень і публікацій

В роботах [1–7] визначені переваги та недоліки ГОМТ, області їх застосування, оцінено доцільність використання ГОМТ на автомобільному транспорті та на сільськогосподарських машинах, наведено детальний опис роботи трансмісії Fendt Varіo, а в роботі [8] ідентифіковані основні параметри трансмісії Fendt 900 Varіo, зокрема типорозміри гидромашин гідрооб'ємної передачі (ГОП) та коефіцієнти корисної дії (ККД) трансмісії.

Математична модель двигуна внутрішнього згорання, модель ГОМТ, опис взаємодії коліс з опорною поверхнею, фізичні та математичні моделі процесу розгону колісних тракторів серії Fendt 900 Varіo при русі переднім та заднім ходом, з причепом, що враховують силу тяги на гаку та буксування, наведені у роботі [9–10]. Саме матеріали з роботи [9] і будуть використовуватися для моделювання процесу розгону трактора Fendt 939 Varіo.

3. Мета і постановка завдання

Метою даної роботи є аналіз результатів моделювання процесу розгону трактора Fendt 939 Varіo.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

— визначити вплив законів зміни параметрів регулювання ГОП, робочих об'ємів гідромоторів на основні параметри трансмісії та буксування коліс

трактора при змінній силі тяги на гаку та розгоні на тяговому діапазоні;

— провести порівняльний аналіз буксування коліс трактора Fendt 939 Varіo з трактором, що має еквівалентні параметри, але механічну трансмісію;

— розглянути та проаналізувати розгін трактора при виконанні транспортних робіт.

4. Результати моделювання процесу розгону трактора Fendt 939 Varіo

Для моделювання процесу розгону колісного трактора та перехідних процесів в ГОМТ створена програмна реалізація, що розроблена в системі Matlab за допомогою підсистеми моделювання динамічних процесів Simulink (рис. 1).

Програмна реалізація процесу розгону колісного трактора (рис. 1) дозволяє моделювати рух переднім та заднім ходом, з причепом та без нього при різних кутах підйому дорожньої поверхні, різних трансмісіях (замінюється блок «математична модель ГОМТ»), різних двигунах (замінюється блок «математична модель двигуна»), різною силою тяги на гаку і т. п. Блок «закон змін e_1 та e_2 » дозволяє варіювати швидкістю руху трактора, часом розгону до заданої швидкості.

Результати моделювання розгону трактора Fendt 939 Varіo (двигун потужністю 287 кВт, максимальні оберти колінчастого валу двигуна 2200 об/хв., радіус передніх коліс $r_{11}=0,8$ м, радіус задніх коліс $r_{12}=0,98$ м, маса трактора 10830 кг) на тяговому діапазоні руху при законі зміни коефіцієнта $\varepsilon_r(t)$, що характеризує положення органу керування подачею палива (рис. 2), та при різних законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ (рис. 3), які задаються з допомогою блоку Simulink – Signal Builder, різних робочих об'ємах гідромоторів Q_m (від 160 до 250 см³), змінній силі тяги на гаку F_{kr} , представлені на рис. 4–15 (при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3, а

та зміною сили тяги на гаку $F_{kr} \in [0; 49,5]$ кН по лінійному закону в діапазоні часу $t \in [10; 100]$ секунд на рис. 4–9; при законах зміни $e_1(t), e_2(t)$ з рис. 3, б та зміною сили тяги на гаку $F_{kr} \in [0; 49,5]$ кН по лінійному закону в діапазоні часу $t \in [10; 25]$ секунд на рис. 10–15).

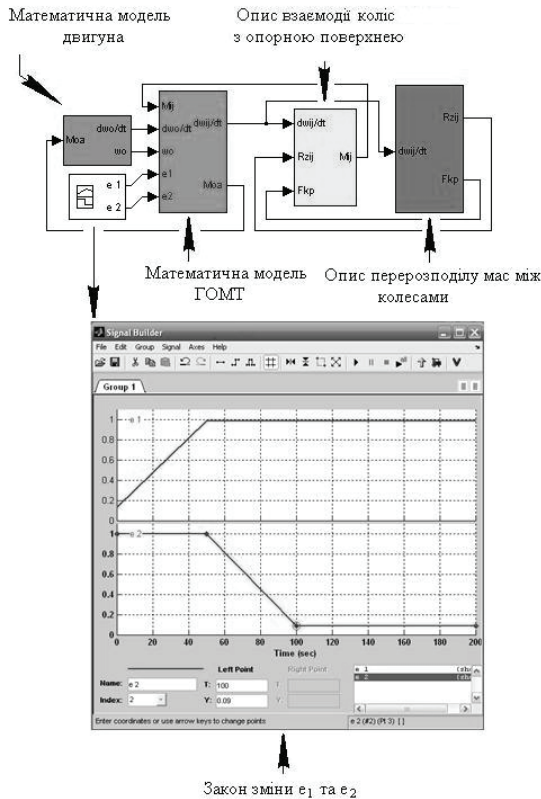


Рис. 1. Програмна реалізація процесу розгону трактора

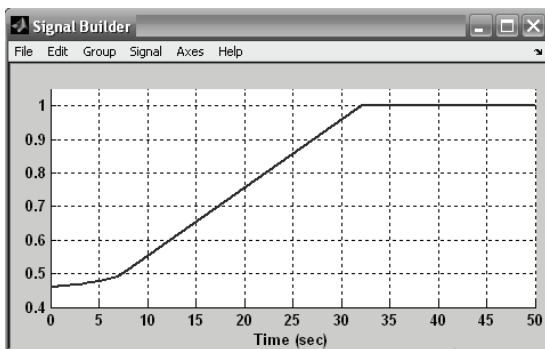
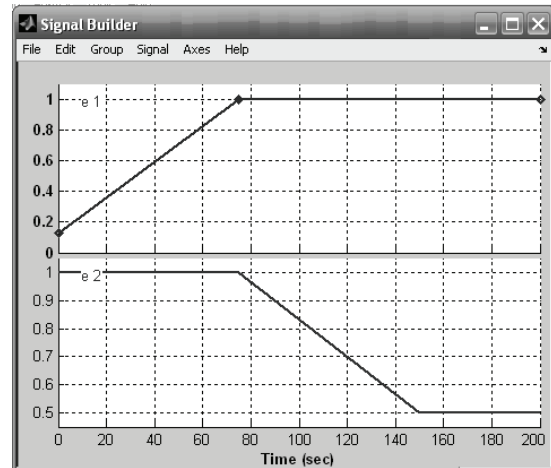


Рис. 2. Закон зміни коефіцієнта $\epsilon_r(t)$ (залежність коефіцієнта, що характеризує положення органу керування подачею палива ϵ_r від часу t)

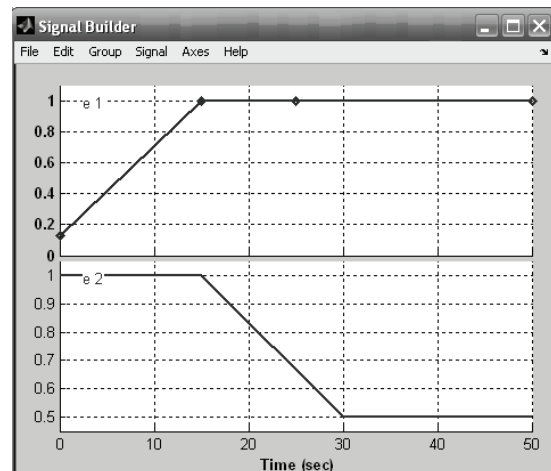
Моделювання розгону трактора Fendt 939 Vario на транспортному та тяговому діапазонах руху при коефіцієнті опору коченню $f = 0,05$ відбувається без урахування буксування в зв'язку з тим, що цей параметр несуттєво впливає на параметри ГОМТ та динаміку розгону трактора при експлуатації без сили тяги на гаку, при прямолінійному русі, та за відсутності нахилу дорожньої поверхні.

Результати моделювання розгону трактора Fendt 939 Vario на транспортному та тяговому діапазонах руху при $f = 0,05$ і різних законах зміни $e_1(t), e_2(t)$ представлені на рис. 16–19.

На рис. 20 наведено буксування передніх коліс трактора Fendt 939 Vario при різних робочих об'ємах гідромоторів та змінній силі тяги на гаку (лінії 1–6), буксування тих же коліс трактора з механічною трансмісією і еквівалентними параметрами (лінія 7).



а



б

Рис. 3. Закони зміни відносних параметрів регулювання ГОП $e_1(t), e_2(t)$ (залежність параметрів регулювання ГОП e_1, e_2 від часу t): а — повільний розгін; б — прискорений розгін

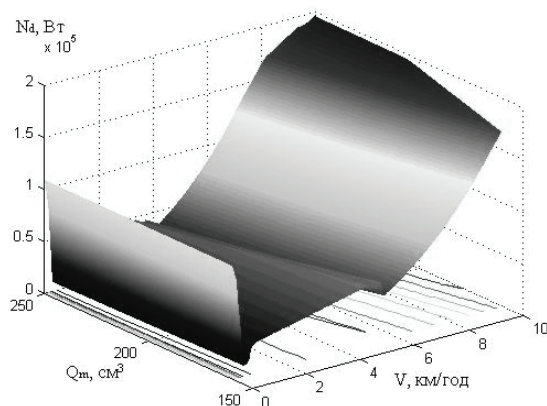


Рис. 4. Поверхня потужності двигуна N_d в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t), e_2(t)$ з рис. 3, а

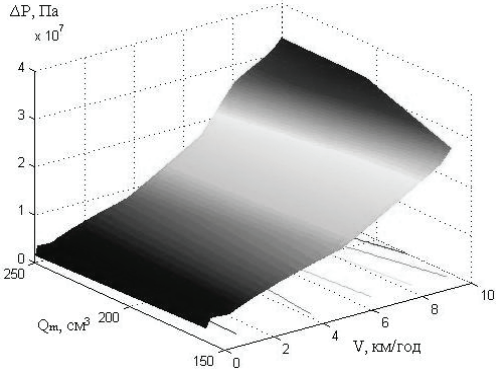


Рис. 5. Поверхня перепаду робочого тиску в ГОП ΔP в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а

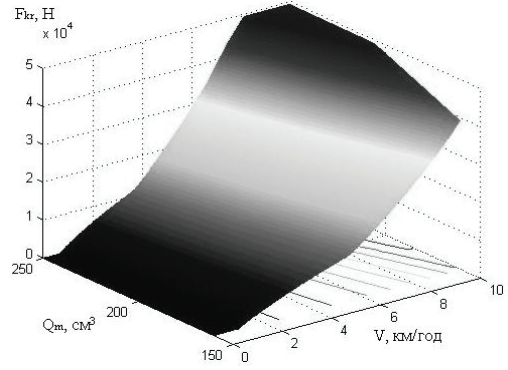


Рис. 9. Поверхня сили тяги на гаку F_{kr} в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а

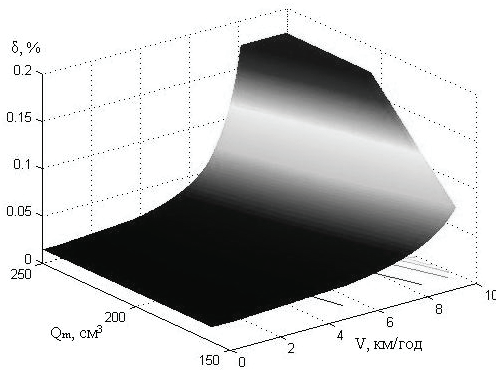


Рис. 6. Поверхня буксування передніх коліс δ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а

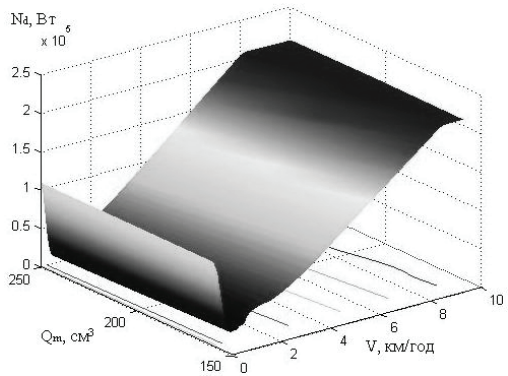


Рис. 10. Поверхня потужності двигуна N_d в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б

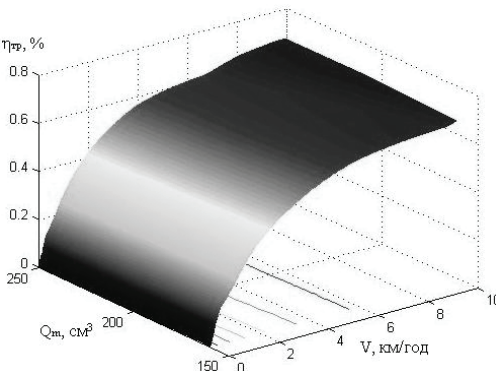


Рис. 7. Поверхня ККД трансмісії $\eta_{тр}$ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а

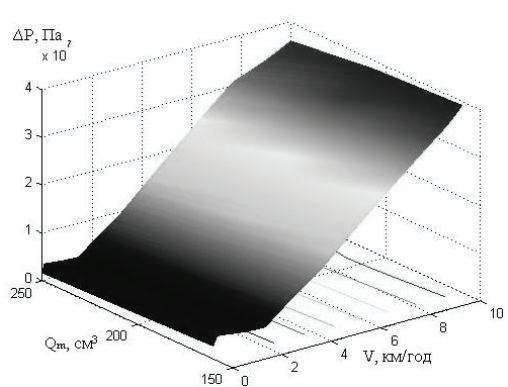


Рис. 11. Поверхня перепаду робочого тиску в ГОП ΔP в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б

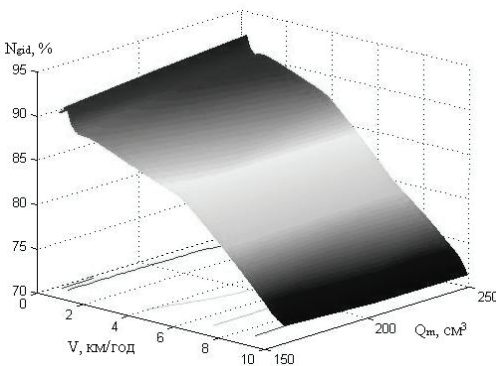


Рис. 8. Поверхня відношення потужності у відсотках, що передається через гідравлічну гілку до вихідної потужності із замкнутого контуру $N_{прд}$ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а

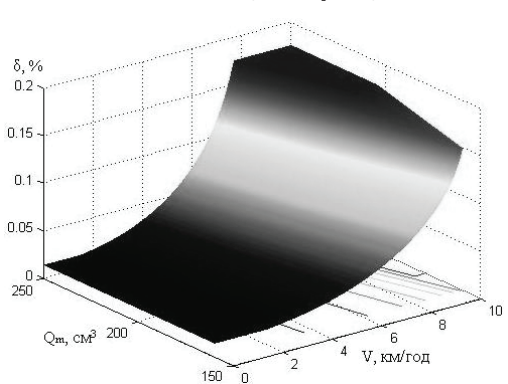


Рис. 12. Поверхня буксування передніх коліс δ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б

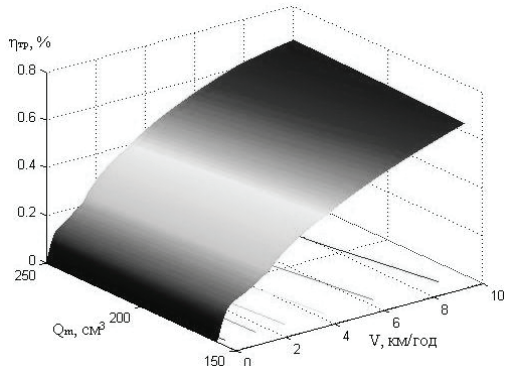


Рис. 13. Поверхня ККД трансмісії $\eta_{тр}$ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б

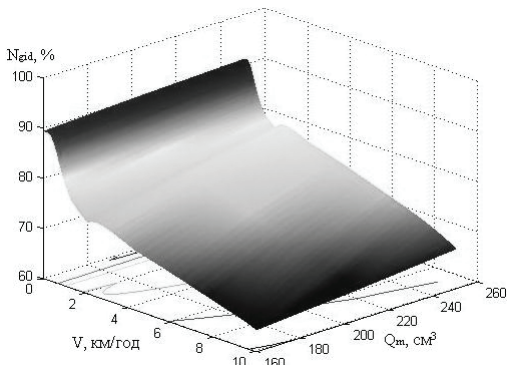


Рис. 14. Поверхня відношення потужності у відсотках, що передається через гідравлічну гілку до вихідної потужності із замкнутого контуру $N_{гид}$ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б

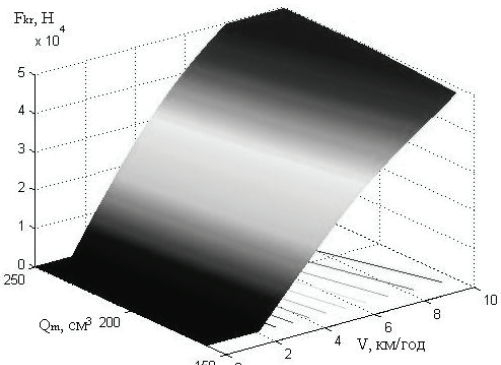


Рис. 15. Поверхня сили тяги на гаку $F_{кр}$ в координатах робочих об'ємів гідромоторів Q_m та швидкості трактора V при законах зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б

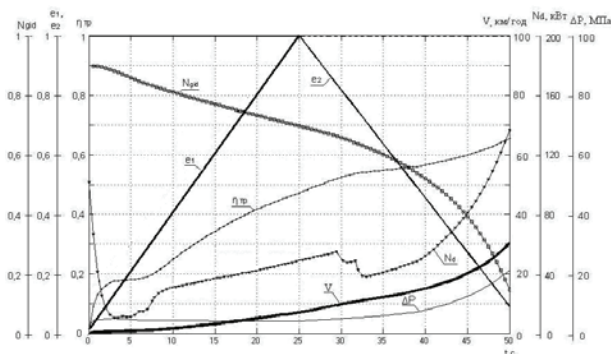


Рис. 16. Результати аналізу трансмісії трактора Fendt 939 Vario на тяговому діапазоні руху, час розгону 50 с. (залежність основних параметрів трансмісії e_1 , e_2 , $N_{гид}$, $\eta_{тр}$, Δp , швидкості трактора V та потужності двигуна N_d від часу t)

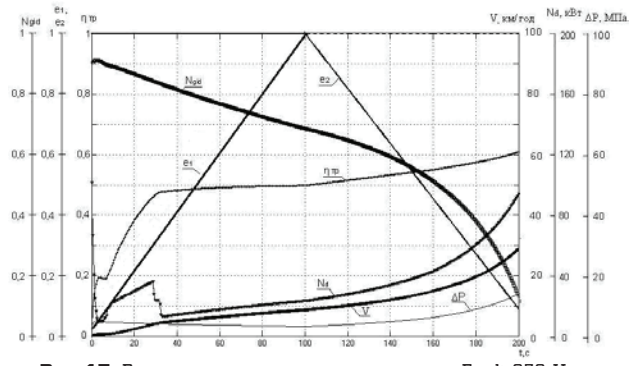


Рис. 17. Результати аналізу трансмісії трактора Fendt 939 Vario на тяговому діапазоні руху, час розгону 200 с. (залежність основних параметрів трансмісії e_1 , e_2 , $N_{гид}$, $\eta_{тр}$, Δp , швидкості трактора V та потужності двигуна N_d від часу t)

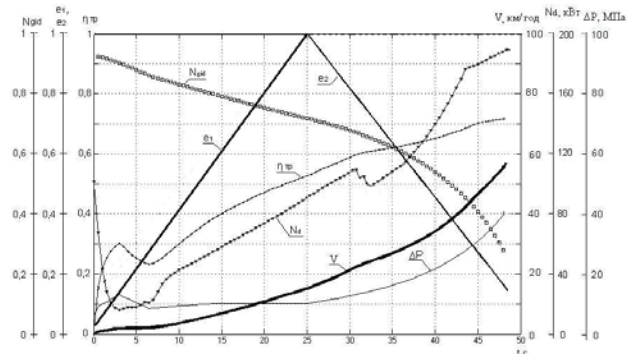


Рис. 18. Результати аналізу трансмісії трактора Fendt 939 Vario на транспортному діапазоні руху, час розгону 50 с. (залежність основних параметрів трансмісії e_1 , e_2 , $N_{гид}$, $\eta_{тр}$, Δp , швидкості трактора V та потужності двигуна N_d від часу t)

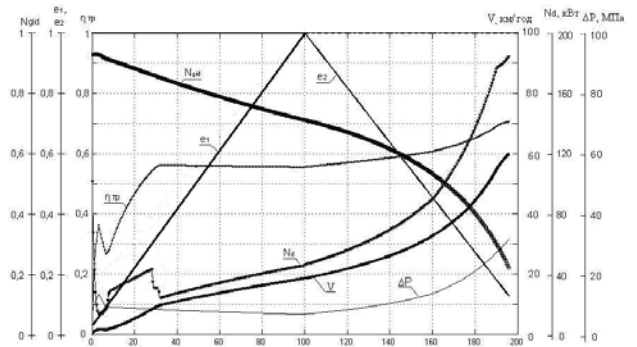


Рис. 19. Результати аналізу трансмісії трактора Fendt 939 Vario на транспортному діапазоні руху, час розгону 200 с. (залежність основних параметрів трансмісії e_1 , e_2 , $N_{гид}$, $\eta_{тр}$, Δp , швидкості трактора V та потужності двигуна N_d від часу t)

В результаті моделювання розгону трактора Fendt 939 Vario на тяговому діапазоні руху було встановлено:

- при використанні регульованих гідромоторів максимальним об'ємом 250 см³ замість 160 см³ спостерігається, в залежності від закону зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$, зниження Δp_{max} на 0,05–7,68 %, N_{dmax} на 0,24–0,38 %; підвищення $\eta_{трmax}$ на 0,80–1,40 %, потужності у відсотках, що передається через гідравлічну гілку до вихідної потужності із замкнутого контуру $N_{гидmax}$ на 1,50–1,80 %, сили тяги на гаку $F_{крmax}$ на 2,74–25,70 %, буксування коліс δ від 0 % до більш ніж 100 %;
- при застосуванні закону зміни відносних параметрів регулювання ГОП $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а замість 3,б спостерігається, в залежності від макси-

мальних об'ємів гідромоторів, зниження Δp_{\max} на 8,37–31,97 %, $N_{d\max}$ на 4,61–18,41 %, сили тяги на гаку $F_{kr\max}$ на 0–18,26 %; підвищення $\eta_{TP\max}$ на 2,91–4,01 %, потужності у відсотках, що передається через гідравлічну гілку до вихідної потужності із замкнутого контуру $N_{gid\max}$ на 0,29–0,39 %, буксування коліс δ від 0 % до більш ніж 50 %;

— використання ГОМТ замість механічної трансмісії при певних законах зміни відносних параметрів регулювання ГОП $e_1(t)$, $e_2(t)$ призводить до зниження буксування коліс. Чим менше інтенсивність зміни параметрів регулювання $e_1(t)$, $e_2(t)$, тим менше буксування.

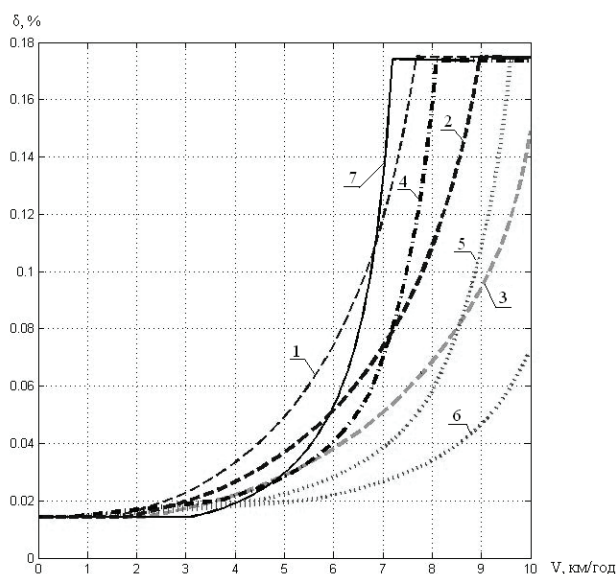


Рис. 20. Залежність буксування передніх коліс δ від швидкості руху трактора V : 1 — робочий об'єм гідромоторів 250 см³, закон зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б; 2 — робочий об'єм гідромоторів 205 см³, закон зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б; 3 — робочий об'єм гідромоторів 160 см³, закон зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,б; 4 — робочий об'єм гідромоторів 250 см³, закон зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а; 5 — робочий об'єм гідромоторів 205 см³, закон зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а; 6 — робочий об'єм гідромоторів 160 см³, закон зміни $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 3,а; 7 — трактор з механічною трансмісією

В результаті моделювання розгону трактора Fendt 939 Varjo на тяговому діапазоні руху при $f = 0,05$ та застосуванні закону зміни відносних параметрів регулювання ГОП $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 17 замість рис. 16 спостерігається зниження Δp_{\max} на 31,80 %, $N_{d\max}$ на 31,30 %, $\eta_{TP\max}$ на 6,00 %, потужності у відсотках, що передається через гідравлічну гілку до вихідної потужності із замкнутого контуру $N_{gid\min}$ на 4,20 %.

В результаті моделювання розгону трактора Fendt 939 Varjo на транспортному діапазоні руху при $f = 0,05$ та застосуванні закону зміни відносних параметрів регулювання ГОП $e_1(t)$, $e_2(t)$ з рис. 19 замість рис. 18 спостерігається зниження Δp_{\max} на 23,10 %, $N_{d\max}$ на 3,20 %, $\eta_{TP\max}$ на 1,02 %, потужності у відсотках, що передається через гідравлічну гілку до вихідної потужності із замкнутого контуру $N_{gid\min}$ на 27,10 %.

5. Висновки

1. Підвищення інтенсивності зміни параметрів регулювання $e_1(t)$, $e_2(t)$ призводить до збільшення бук-

сування коліс, перепаду робочого тиску в ГОП, потужності двигуна за рахунок збільшення дії сили опору прискоренню трактора.

2. Зменшення робочих об'ємів гідромоторів призводить до підвищення перепаду робочого тиску в ГОП, підвищення інтенсивності збільшення швидкості трактора та зменшення сили тяги на гаку.

В зв'язку з тим, що розгін до максимальної швидкості трактора 10 км/год при різних робочих об'ємах гідромоторів досягається за різний проміжок часу, закон зміни сили тяги на гаку $F_{kr}(t)$ при цьому задавався однаковим, трактор з ГОМТ, що має гідромотори робочим об'ємом 160 см³ досягає своєї максимальної швидкості за значно менший проміжок часу ніж сила тяги на гаку свого максимального значення (зумовлено законом зміни сили тяги на гаку $F_{kr}(t)$ та законами зміни параметрів регулювання $e_1(t)$, $e_2(t)$), а трактор з ГОМТ, що має гідромотори робочим об'ємом 250 см³ — за значно більший проміжок часу, саме цим і пояснюється різне значення сили тяги на гаку при одних і тих же швидкостях трактора.

3. Розрахунково-теоретичним шляхом підтверджена гіпотеза, що однією з переваг ГОМТ є забезпечення меншого буксування, ніж при ступінчастих трансмісіях на аналогічних режимах роботи. Чим менше інтенсивність зміни параметрів регулювання $e_1(t)$, $e_2(t)$, тим яскравіше проявляється різниця в значенні буксування.

Література

1. Самородов, В. Б. Критический обзор работ в области тракторных гидрообъемно-механических трансмиссий [Текст] : сб. научн. трудов / В. Б. Самородов, А. В. Рогов, М. Б. Бурлыга, Б. В. Самородов // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск: «Автомобиле- и тракторостроение». — 2003. — № 4. — С. 3–19.
2. Щельцын, Н. А. Современные бесступенчатые трансмиссии с.-х. тракторов [Текст] / Н. А. Щельцын, Л. А. Фрумкин, И. В. Иванов // «Тракторы и сельхозмашины». — 2011. — № 11. — С. 18–26.
3. Рогов, А. В. Развитие методов расчета систем «двигатель — трансмиссия» автомобилей и тракторов [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори» / А. В. Рогов. — Харків, 2006. — 24 с.
4. Айтцетмюллер, Х. Функциональные свойства и экономичность тракторной и специальной техники с трансмиссиями VDC [Текст] / Х. Айтцетмюллер // Механика машин, механизмов и материалов. — 2009. — № 1(6). — С. 20–24.
5. Самородов, В. Б. Тенденції та перспективи застосування в автомобіле- і тракторобудуванні безступінчастих гідрооб'ємно-механічних трансмісій [Текст] / В. Б. Самородов, А. І. Бондаренко // Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов. — 2012. — № 30. — С. 13–22.
6. Самородов, В. Б. Безступінчасті гідрооб'ємно-механічні трансмісії як невід'ємний елемент сучасних тракторів [Текст] : зб. наук. пр. / В. Б. Самородов, В. В. Єпіфанов, А. І. Бондаренко // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. — 2012. — № 135. — С. 244–247.
7. Самородов, В. Б. Аналіз безступінчастих двопотокових гідрооб'ємно-механічних тракторних трансмісій: вибір і обґрунтування перспективних схем [Текст] : зб. наук. пр. / В. Б. Самородов, О. В. Григоров, А. І. Бондаренко // Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут. Тематичний выпуск: Транспортне машинобудування. — 2012. — № 20. — С. 24–46.

8. Самородов, В. Б. Анализ бесступенчатой трансмиссии тракторов серии Fendt 900 Vario: что скрывается за рекламой? [Текст] / В. Б. Самородов, А. И. Бондаренко // «Тракторы и сельхозмашины». — 2012. — № 6. — С. 48–52.
9. Самородов, В. Б. Динамика процессу розгону колісних тракторів серії Fendt 900 Vario [Текст] / В. Б. Самородов, А. І. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — Т. 1, № 3(61). — С. 4–11.
10. Чудаков, Д. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля [Текст] / Д. А. Чудаков. — М.: «Колос», 1972. — 384 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗГОНА ТРАКТОРА FENDT 939 VARIO

В работе определено влияние законов изменения параметров регулирования гидрообъемной передачи, рабочих объемов гидромоторов на основные параметры трансмиссии и буксование колес трактора при переменной силе тяги на крюке и разгоне на тяговом диапазоне, проведен сравнительный анализ буксования колес трактора Fendt 939 Vario с трактором, который имеет эквивалентные параметры, но механическую трансмиссию. Также в работе рассмотрен и проанализирован разгон трактора при выполнении транспортных работ.

Ключевые слова: разгон, колесный трактор, гидрообъемно-механическая трансмиссия, буксование, динамика, тяговый режим.

Самородов Вадим Борисович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра «Автомобиле- и тракторобудування», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», e-mail: vadimsamorodov@mail.ru.
Бондаренко Анатолій Ігорович, кандидат технических наук, кафедра «Автомобиле- і тракторобудування», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», e-mail: anatoliybon@rambler.ru.

Самородов Вадим Борисович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра «Автомобиле- и тракторостроения», Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт».

Бондаренко Анатолій Ігорович, кандидат технических наук, кафедра «Автомобиле- и тракторостроения», Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт».

Samorodov Vadim, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», e-mail: vadimsamorodov@mail.ru.

Bondarenko Anatoliy, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», e-mail: anatoliybon@rambler.ru.

УДК 621.01: 62-882

**Брешев В. Е.,
Брешев А. В.**

МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОПОРЫ СЛОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Предложен метод преобразования аэростатической опоры сложной конструкции к эквивалентной комбинации типовых опор. Обладая равной несущей способностью и жесткостью с исходной опорой, комбинация типовых опор позволяет аналитически выразить интегральные характеристики опоры для ее параметрического синтеза.

Ключевые слова: аэростатическая опора, газовая смазка, бесконтактный привод.

1. Постановка проблемы

Разработка конструкций бесконтактных аэростатических опор, а также бесконтактных приводов с использованием таких опор является перспективным направлением развития машиностроения. Применение опор на газовой смазке решает задачи максимального увеличения частот вращения, снижения потерь, повышения износостойкости и долговечности, экономичности, снижения себестоимости приводов, обеспечения стабильности их эксплуатационных параметров [1–3]. Совершенствование конструкции опор предполагает использование несущих поверхностей различной формы, аэростатически связанную комбинацию опорных поверхностей различной геометрии (конических, плоских, полусферических и др.), использование несимметричной или неравномерной системы подачи смазки в зазор [4, 5].

Для решения краевой задачи — определения статических характеристик опоры при заданных начальных и граничных условиях, составляется основное уравнение

газовой смазки [6–8]. Для сферической опоры стационарное уравнение Рейнольдса имеет вид:

$$\frac{d}{d\phi} \left(H^3 \frac{dP}{d\phi} \right) + \sin\theta \frac{d}{d\theta} \left(\sin\theta H^3 \frac{dP}{d\theta} \right) = \Lambda \sin^2\theta \frac{d(HP)}{d\phi}, \quad (1)$$

где ϕ, θ — углы сферической системы координат; P — относительное давление газовой смазки; H — безразмерный зазор, который в стационарной постановке является функцией относительных эксцентриситетов $\epsilon_X, \epsilon_Y, \epsilon_Z$ и углов ϕ, θ :

$$H = 1 - \epsilon_X \cos\phi \sin\theta - \epsilon_Y \sin\phi \sin\theta - \epsilon_Z \cos\theta. \quad (2)$$

В такой постановке краевая задача не имеет приближенного аналитического решения, но достаточно точно решается численным интегрированием (1). С другой стороны, для синтеза и анализа новых конструкций

бесконтактных опор и приводов, необходимо решение в аналитическом виде, отражающем функциональные связи между параметрами аэростатической опоры [7].

В настоящей работе предложен и описан метод получения приближенного аналитического решения для аэростатических опор сложной конструкции посредством приведения их к комбинации типовых опор с известными аналитическими решениями относительно статических характеристик.

2. Содержание исследований

Типовыми аэростатическими опорами с известными аналитическими решениями стационарных уравнений Рейнольдса являются радиальная цилиндрическая опора с одной или двумя линиями наддува и кольцевой (или круговой) подпятник с одной линией наддува [8–10]. Реакции конусной опоры можно представить как комбинацию реакций радиальной опоры и подпятника, полусферической — реакциями эквивалентной ей конической, а затем реакции последней через реакции радиальной и подпятника и т. д. Для параметров типовых опор установим соответствие с параметрами исходной опоры:

1. Сохранение термодинамических и технологических параметров газовой смазки — t , p_s , p_a , k , μ , a_s , ρ [9–11].

2. Равенство расходов газовой смазки, приведенных к нормальным условиям, через часть опоры Q [$\text{м}^3/\text{ч}$] и каждой поставленной ей в соответствие типовой опоры Q_n :

$$Q = Q_1 = \dots = Q_n = \frac{\pi C p_s B n_d N D_d}{12 \mu p_a} \cdot 3600, \quad (3)$$

$$\text{где } B = 12 \mu a_1 \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}.$$

Это условие позволяет определить геометрические и конструктивные параметры n_{dn} , N_d , D_d , C для производных опор. Расход Q определяет давление смазки и несущую способность как интегральное свойство, переносимое на производные типовые опоры, создающие составляющие несущей способности.

3. Геометрические параметры R_H , R_B , R_1 (для подпятника) r , L , l , l_1 , l_2 (для радиальной опоры) определяют расположение линий наддува, размеры опоры, линейную скорость точек поверхности U и, главное, площадь несущих поверхностей S_i , интегрирование по которым дает несущую способность. Рассмотрим криволинейный сегмент несущей поверхности ΔS , на сечение которого плоскостью YOZ действует давление смазки с равнодействующей ΔW , а также преобразование опоры, имеющей подобные сегменты (рис. 1).

4. Учет разницы в длине исходной опорной поверхности и производных от нее поверхностей легко сделать приведением ее к промежуточной конической (R_H , R_B), затем «разворачивая» конус в цилиндр относительно окружности среднего радиуса R_1 с точками C , D (рис. 1, б). При этом усредняется площадь опорной поверхности и линейная скорость U точек на поверхности, длина линий дренажа газовой смазки, расход и скорость истечения газовой смазки.

Равнодействующая сил ΔW давления $p = f(x, y, z)$, действующая на линию сечения длиной ΔL сегмента ΔS ,

всегда может быть разложена на составляющие, каждая из которых поставлена в соответствие опорной поверхностью — проекция с равнодействующими, приложенными в точках A и B так, что $\Delta W^Y = \Delta W^{*Y}$; $\Delta W^Z = \Delta W^{*Z}$ при $p(x, y, z) \equiv p^*(x, y) \equiv p_B^*(x, y, z)$ [12].

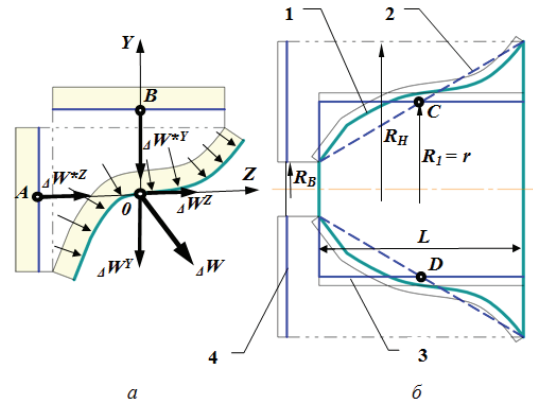


Рис. 1. Преобразование сегмента (а) и опорной поверхности (б):

- 1 — исходная опорная поверхность сложной кривизны;
- 2 — вспомогательная (промежуточная) конусная поверхность;
- 3 — производная радиальная опорная поверхность;
- 4 — производная опорная поверхность кольцевого подпятника

Тогда для производных (преобразованных) опорных поверхностей состоящих из n_A (подпятник) n_B (радиальная опора) сегментов, имеющих площади ΔS_A и ΔS_B соответственно, относительные жесткости \bar{K}_Z^e и \bar{K}_{XY}^e :

$$W_A^Z = \sum_1^{n_A} \iint_{\Delta S_A} p(x, y) ds = \bar{K}_Z^e \varepsilon_z \pi (R_H^2 - R_B^2) p_s;$$

$$W_B^{XY} = \sum_1^{n_B} \iint_{\Delta S_B} p(x, y, z) ds = \bar{K}_{XY}^e \varepsilon_{XY} 4 \lambda r^2 p_s. \quad (4)$$

5. Опорные поверхности являются телами вращения, поэтому для их сравнения достаточно рассмотреть сечение плоскостью, проходящей через ось вращения (OZ). Если линия сечения является непрерывной неубывающей или невозрастающей функцией $y = f(z)$, то опорная поверхность имеет максимальный R_{\max} и минимальный R_{\min} радиусы в крайних точках — z_{\min} и z_{\max} (на рис. 1 соответственно R_H и R_B), и преобразуется через одну вспомогательную конусную поверхность с радиусами R_H , R_B , $R_1 = \frac{R_H + R_B}{2}$ и длиной $L = z_{\max} - z_{\min}$. Геометрические преобразования дополнительно ограничим выполнением условия:

$$\frac{(R_H + R_B)(z_{\max} - z_{\min}) - 2 \int_{z_{\min}}^{z_{\max}} y(z) dz}{2 \int_{z_{\min}}^{z_{\max}} y(z) dz} \leq K. \quad (5)$$

Коэффициент K определяет точность преобразования, устанавливается в пределах 0,01...0,1 — в зависимости от требуемой точности исследований. Если условие не выполняется, то необходимо скорректировать геометрические параметры конуса. В случае, когда R_{\max} или R_{\min} не совпадают с торцевыми границами опоры, ее поверхность необходимо условно разделить на несколько частей с новыми границами, соответствующими R_{\max}

или R_{\min} , и алгоритм преобразования повторить для каждой из частей.

В работах [7, 13] данный метод применен для исследования и расчета характеристик конических аэро-статических опор, а его точность (до 10 %) проверена численными методами. Пример представления бесконтактной опоры сложной конструкции как комбинации нескольких типовых опор для получения общего аналитического решения показан на рис. 2.

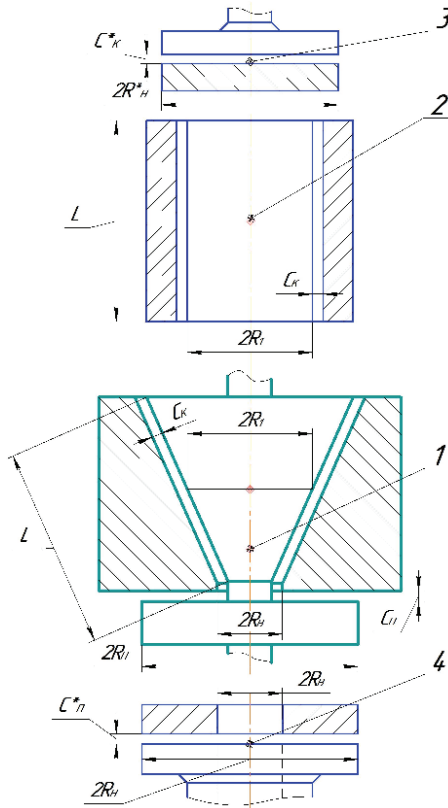


Рис. 2. Схема разделения исследуемой опоры на типовые:

- 1 — исходная бесконтактная опора сложной конструкции;
- 2 — типовой радиальный подшипник, поставленный в соответствие конусной части опоры;
- 3 — круговой подпятник, производный от конусной части опоры;
- 4 — кольцевой подпятник, поставленный в соответствие упорной части исходной бесконтактной опоры

3. Выводы

Совершенствование аэро-статических опор связано с использованием в них несущих поверхностей переменной кривизны, неравномерной подачи смазки в зазор и т. д. Усложнение конструкции и распределения параметров в смазочном слое затрудняет получение приближенного аналитического решения уравнения Рейнольдса, необходимого для параметрического синтеза бесконтактных опор. Предложенный метод позволяет получить аналитическое решение приведением исходной опоры к эквивалентной комбинации типовых опор с известными решениями относительно интегральных характеристик.

Литература

1. Pavel Nosko. The concept of creating non-contact drive for working bodies in machines of various purpose [Текст] / Pavel Nosko, Vladimir Breshev, Pavel Fil // Polish Academy of sciences in Lublin TEKA Commission of motorization in agriculture. Vol. VIIIA. — Lublin, 2008. — P. 126–133.

2. Космынин, А. В. Шпиндели на газовых опорах — перспективный путь развития высокоскоростной обработки металлов [Текст] / А. В. Космынин, М. Р. Петров // Современные проблемы науки и образования. — 2006. — № 6. — С. 47–48.
3. Технология прямого привода. IDAM, INA — Drives & Mechatronics [Электронный ресурс] Schaeffler Group Industrial. — Режим доступа: http://www.directdrives.de/en/download/IDAM_Image_080515_russisch.pdf. — Заголовок с экрана.
4. Pavel Nosko. Structural synthesis and design variants for non-contact machine drives [Текст] / Pavel Nosko, Vladimir Breshev, Pavel Fil, Grigory Boyko // Polish Academy of sciences in Lublin TEKA Commission of motorization in agriculture. Vol. XB. — Lublin, 2010. — P. 77–86.
5. Крайнев, А. Ф. Идеология конструирования [Текст] / Крайнев А. Ф. — М.: Машиностроение. — 1, 2003. — 384 с.
6. Krzysztof Czolczynski Rotordynamics of gas-lubricated journal bearing system [Текст] / Krzysztof Czolczynski — Mechanical engineering series, Springer Verlag New York, Inc., 1999.
7. Pavel Nosko. Analysis of design and calculation of parameters of non-contact drive single-support system [Текст] / Pavel Nosko, Aleksey Breshev, Pavel Fil, Vladimir Breshev // Polish Academy of sciences in Lublin TEKA Commission of motorization and power industry in agriculture. Vol. XIB. — Lublin, 2011. — P. 102–110.
8. Пинегин, С. В. Статические и динамические характеристики газостатических опор [Текст] / Пинегин С. В., Табачников Ю. Б., Сипенков И. Е. — М.: Наука, 1982. — 265 с.
9. N. S. Grassam Gas Lubricated Bearings [Текст] / N. S. Grassam, J. W. Powell. — Butterworths, London, 1964.
10. J. W. Powel Design of Aerostatic Bearings [Текст] / J. W. Powel. — The Machinery Publishing Co. Lt., London, UK, 1970.
11. Константинеску, В. И. Газовая смазка [Текст] / Константинеску В. И.; пер. с рум. Г. П. Махо; под ред. М. В. Коровчинского. — М.: Машиностроение, 1968. — 709 с.
12. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя [Текст] / Г. Шлихтинг; пер. с нем. Г. А. Вольперта; под ред. Л. Г. Лойцянского. — М.: Наука, 1974. — 390 с.
13. Брешев, А. В. Разработка установки и методики экспериментальных исследований бесконтактного привода на конических аэро-статических опорах [Текст] : зб. наук. пр. / А. В. Брешев // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. — 2012. — № 1(13). — С. 309–314.

МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ ОПОРИ СКЛАДНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ІНТЕГРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Запропоновано метод перетворення аеростатичної опоры складної конструкції до еквівалентної комбінації типових опор. Маючи однакову несучу здатність та жорсткість з початковою опорою, комбінація типових опор дозволяє аналітично виразити інтегральні характеристики опоры для її параметричного синтезу.

Ключові слова: аеростатична опора, газова смазка, безконтактний привід.

Брешев Владимир Евгеньевич, кандидат технических наук, докторант кафедры «Машиноведение», Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, e-mail: oevnu@mail.ru.

Брешев Алексей Владимирович, аспирант кафедры «Машиноведение», Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, e-mail: abreshev@gmail.com.

Брешев Володимир Євгенович, кандидат технічних наук, докторант кафедри «Машинознавство», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Дала.

Брешев Олексій Володимирович, аспірант кафедри «Машинознавство», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Дала.

Breshev Vladimir, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, e-mail: oevnu@mail.ru.

Breshev Aleksey, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, e-mail: abreshev@gmail.com.

Харитонов Ю. Н.,
Елгина Е. В.

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВЫБОРА КОМАНДЫ ПРОЕКТА

На основе выполненных теоретических исследований и практик выбора команд проекта реконструкции систем теплоснабжения разработана модель системы поддержки принятия решений выбора команд проекта. Предложенная модель позволяет формализовать процедуру выбора, автоматизировать процесс принятия решений при выборе команды проекта реконструкции систем теплоснабжения, а также значительно снизить риск принятия некорректных решений.

Ключевые слова: управление проектами, команда проекта, реконструкция систем теплоснабжения, система поддержки принятия решений.

1. Постановка проблемы

В настоящее время проблема модернизации и реконструкции муниципальных систем теплоснабжения (СТ) относится к одной из ключевых в комплексе проблем обеспечения энергетической безопасности Украины [1–3].

В соответствии с действующим законодательством, реформирование муниципальных систем теплоснабжения реализуется на основе целевых проектов и программ [4, 5]. При этом, как показывает практика от команды проекта (КП) существенным образом зависит эффективность реализации миссии и целей проектов и программ реконструкции СТ, что делает решение задачи ее обоснованного выбора актуальным, имеющим важное прикладное значение.

2. Обзор публикаций и выявление нерешенных проблем

Теория и практика интерактивного анализа, обработки информации, синтеза решений нашли свое отражение в многочисленных работах, посвященных вопросу создания систем поддержки принятия решений (СППР) различного целевого назначения [5, 6, 7 и др.].

Выполненный анализ показал, что в области управления проектами и программами к числу известных и часто применяемых СППР относятся программные продукты Primavera, Corporate Vision, @Task, Java EE, Tempo, Oracle и др. [7]. При этом известные СППР, обеспечивающие управление человеческими ресурсами (ведение штатного расписания, хранение полной информации о сотрудниках и т. д.), не позволяют осуществлять комплексную, обоснованную поддержку принятия решения при выборе КП, в частности — при выборе КП реконструкции муниципальной системы теплоснабжения.

Целью исследования является разработка модели СППР выбора КП реконструкции муниципальной СТ.

3. Решение проблемы

В соответствии с поставленной целью, на основе выполненных теоретических исследований и практик выбора команд проекта реконструкции СТ была разработана концептуальная модель СППР выбора КП (рис. 1).

В общем случае модель СППР включает в себя следующие основные блоки: инициации выбора; сбора данных и разработки шаблона; сопоставления шаблонов; предварительной оценки КП; оценки КП по дополнительным показателям и характеристикам, а также принятия решения о выборе КП.

Особенностью разработанной модели СППР является то, что она осуществляет выбор КП с учетом команд «историей» [8], так и без таковой — новым КП на рынке данных работ.

В основу разработанной модели положены множества ограничений $I_i^{j, \text{ТИН}}$, сформированных с учетом требований заказчика MRD , институциональных органов SRD , классификационных признаков проекта $SVRD$, возможных предложений со стороны КП МИН, а также множества критериев ST :

$$I_i^{j, \text{ТИН}} = ((\{DR_{\text{ии}}\}, i \in MRD) \cup (\{DRS_{\text{ии}}\}, i \in SRD) \cup (\{DRVS_{\text{ии}}\}, i \in SVRD) \cup (\{S_{\text{Тии}}\}, i \in S'') \cup (\{M_{\text{ии}}\}, i \in \text{МИН})).$$

В общем случае множество MRD может включать в себя стоимость, состав, предметную область работы, опыт работы, инновационность КП, отзывы о КП и др., множество SRD — юридический статус КП, соответствующие разрешения и лицензии, квалификацию членов КП.

На основе сформированного множества ограничений $I_i^{j, \text{ТИН}}$ разработанной моделью предусматривается создание шаблона, обеспечивающего поиск КП, удовлетворяющих условиям выбора. Следует отметить, что на основе наработки определенных циклов выбора КП проектов и программ различного целевого назначения в модели формируется эталонный шаблон. Данный шаблон является универсальным и учитывает, применительно к классификационным [9] и иным параметрам проекта, все ранее сформированные шаблоны по отношению к различным условиям выбора КП.

В блоке разработки и сопоставления шаблонов выбора КП, происходит формирование и утверждение текущего шаблона выбора КП. При этом в точке принятия решения ЛПР может не вывить КП, соответствующие эталонному или текущему шаблону. Это обстоятельство в модели компенсируется процессом анализа причин

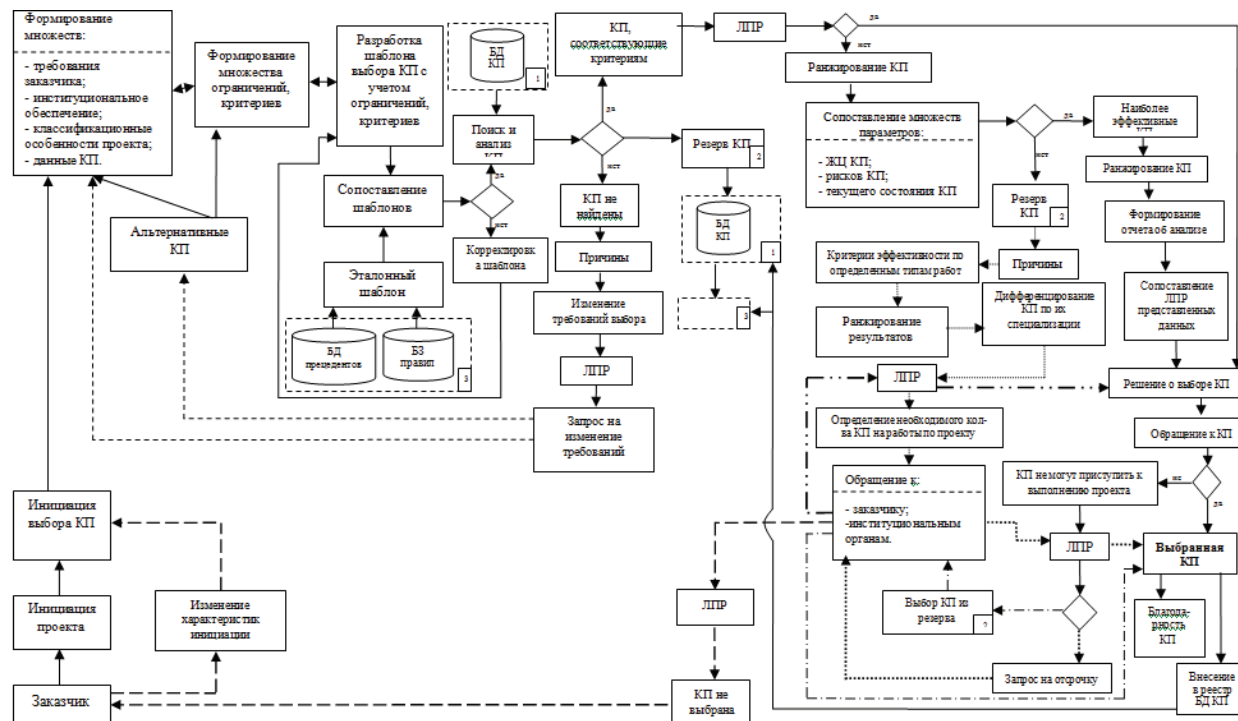


Рис. 1. Модель СППР при выборе КП

несоответствия с последующим принятием ЛПР решения о возможном изменении ограничений.

В свою очередь, если по каким либо причинам КП, удовлетворяющих требованиям, оказывается более одной, то их основные параметрические данные ранжируются по дополнительным характеристикам. К их числу могут относиться: стадия жизненного цикла, на которой находится КП; возможные риски, которые внесет в проект КП при ее выборе; текущее состояние КП и др. В целях всесторонней адекватной оценки параметры должны ранжироваться ЛПР с учетом динамического окружения проекта, данных, предоставленных КП на «сегодняшний день».

Разработанной моделью также предусмотрена процедура выбора КП в том случае, если выбранная КП не может приступить к выполнению проекта (например, в оговоренные сроки, при наличии форс-мажорных обстоятельств и др.). В этом случае принятие решения ЛПР реализуется посредством процедуры обращения к заказчику и институциональным органам с вопросом возможной отсрочки начала проекта или же использования КП из резерва.

В соответствии с предложенной моделью заказчик и институциональные органы могут отказаться от отсрочки выполнения проекта или выбора КП из резерва. В таком случае моделью предусмотрена передача ЛПР информации заказчику о невозможности выбора КП, при этом весь цикл выбора может происходить заново, в новых условиях динамического окружения проекта.

После окончания процесса выбора КП все команды проекта заносятся в общий реестр базы данных КП, а также в базы данных прецедентов, правил и артефактных проектов.

Предложенная модель позволяет формализовать процедуру выбора, автоматизировать процесс принятия решений при выборе КП реконструкции СТ, а также

значительно снизить риск принятия некорректных решений.

4. Вывод

Разработана модель СППР, которая обеспечивает повышение эффективности реализации проектов реконструкции путем формализации процедуры выбора команды проекта.

Литература

1. Энергетична стратегія України на період до 2030 року [Текст] / Відомості Міністерства палива та енергетики України, Інформ. – Анал. бюлетень МПЕ: Спецвипуск. – К. : МПЕ, 2006. – 114 с.
2. Сучасний стан і основні напрямки застосування електричної енергії для теплопостачання в Україні [Текст] / За редакцією академіка НАНУ А. А. Долінського, канд. техн. наук Д. Й. Розинського. – К. : Видавництво Купріянова О. О. – 2009. – 252 с.
3. Концепція Державної цільової програми модернізації та розвитку систем теплозабезпечення України на 2012–2022 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/index.php?> – Загл. с екрана.
4. Постанова КМУ від 20 травня 2009 р. № 682 «Про заходи з модернізації систем теплопостачання» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg>. – Загл. с екрана.
5. Архипова, Н. И. Исследование систем управления [Текст] / Н. И. Архипова, В. В. Кульба, С. А. Косяченко, Ф. Ю. Чанхиева. – М. : «Издательство ПРИОР», 2002. – 240 с.
6. Дятлов, А. В. Системы принятия решений в управлении производственно-хозяйственной деятельностью региона [Текст] / А. В. Дятлов, В. А. Дятлов // Новые информационные технологии в управлении предприятием. – Санкт-Петербургский инженерно-экономический институт. – 1992. – С. 46–52.

7. Magic Quadrant for IT Project and Portfolio Management – Provice [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://provice.hu/documents/gartnermq2010final%5B1%5D.pdf>. – Загл. с экрана.
8. Харитонов, Ю. Н. Критерии выбора команд проекта реконструкции систем теплоснабжения [Текст] : Збірник наукових праць / Ю. Н. Харитонов, Е. В. Елгина // Нац. ун-т кораблебуд-ня ім. адм. Макарова. – 2010. – № 4(443). – С. 148–153.
9. Харитонов, Ю. Н. Управление проектами реконструкции систем теплоснабжения: классификация проектов [Текст] / Ю. Н. Харитонов // Коммунальное хозяйство городов. – 2009. – № 88(62). – С. 136–141.

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ВИБОРУ КОМАНДИ ПРОЕКТУ

На основі виконаних теоретичних досліджень і практик вибору команд проекту реконструкції систем тепlopостачання розроблена модель системи підтримки прийняття рішень вибору команд проекту. Запропонована модель дозволяє формалізувати процедуру вибору, автоматизувати процес прийняття рішень при виборі команди проекту реконструкції систем тепlopостачання, а так само значно знизити ризик прийняття некоректних рішень.

Ключеві слова: управління проектами, команда проекту, реконструкція систем тепlopозабезпечення система підтримки прийняття рішень.

Харитонов Юрій Николаевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра экологии, Центр прикладных исследований НУК, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, e-mail: uru888@yandex.ru.

Елгина Елена Владимировна, инженер 1-й категории, Институт заочного и дистанционного образования, Центр прикладных исследований НУК, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, e-mail: monoceros@ukr.net.

Харитонов Юрій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра екології, Центр прикладних досліджень НУК, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Елгіна Олена Володимирівна, інженер 1-ї категорії, Інститут заочної та дистанційної освіти, Центр прикладних досліджень НУК, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Kharytonov Yuriy, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, e-mail: uru888@yandex.ru.

Ielgina Olena, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, e-mail: monoceros@ukr.net.

УДК 658.011:621

**Мельник О. Г.,
Жежуха В. Й.**

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ІННОВАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті запропоновано трактування поняття «система діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств», розглянуто необхідність використання системного підходу до здійснення такої діагностики, а також висвітлено основні положення формування її системи на підприємствах промисловості з метою забезпечення інноваційного розвитку цих суб'єктів господарювання.

Ключові слова: діагностика, інноваційна складова, промислове підприємство, промисловість, система, системний підхід, технологічний процес.

1. Постановка проблеми

Сучасний стан розвитку вітчизняної економіки загалом і промисловості зокрема зумовлює необхідність у докорінних структурних зрушеннях, основою яких повинні бути інновації та інноваційна діяльність. Як доведено практикою провідних промислових підприємств, першочерговою сферою, у якій слід впроваджувати інноваційні рішення, має бути виробництво та технологічні процеси.

Досвід економічно розвинутих країн свідчить про те, що визначальним чинником успіху структурних економічних перетворень у промисловості є ліквідація розриву між двома основними складовими процесу технологічного розвитку – промисловими виробничими підприємствами та суб'єктами інноваційної інфраструктури, які формують інноваційний потенціал (технопарками, освітніми кластерами, бізнес-інкубаторами тощо). Шукати вирішення цього завдання слід сьогодні, адже

саме тепер формується реальність, що визначає перспективні можливості у майбутньому.

Поширеною проблемою є те, що однією із причин низького рівня взаємодії між виробничими підприємствами та суб'єктами інноваційної інфраструктури є нерозуміння власниками і керівниками перших усіх особливостей та переваг значного інвестування коштів (які не дадуть швидкого терміну окупності) у придбання нових технологічних ліній чи модернізацію існуючих з акцентом на інноваційну спрямованість. Очевидно, що у цьому випадку важко говорити про економічну ефективність вказаних інвестиційних рішень у короткостроковій перспективі. Однак, якщо керуватись критерієм здобуття стійких конкурентних переваг у середньо- та довгостроковому періоді, то доцільність прийняття таких рішень є беззаперечною.

Одним із можливих шляхів зменшення рівня невизначеності керівників і власників промислових підприємств щодо інвестування коштів у придбання нових

технологічних ліній чи модернізацію існуючих з акцентом на інноваційну спрямованість може бути надання їм повної інформації про перспективи інноваційної складової пропонувані їм до впровадження технологічних процесів. Як результат, може бути закладена основа для удосконалення існуючих чи впровадження нових виробництв конкурентоспроможної промислової продукції інноваційного характеру.

Як свідчить вивчення теорії і практики, сьогодні відсутні комплексні та системні напрацювання щодо діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств. Існуючі у цій сфері доробки здебільшого мають фрагментарний характер та не дають змоги сформуванню цілісного уявлення про різновекторні інноваційні параметри рекомендованих до впровадження чи модернізації технологічних ліній.

2. Аналіз останніх наукових досліджень

Вагомий внесок у розроблення теоретико-прикладних положень інноваційного розвитку підприємств, в т. ч. й у сфері технологічної реструктуризації підприємств промисловості на інноваційних засадах і діагностики цих процесів, зробило чимало вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких варто виокремити праці Б. Ашейма, І. Балабанова, В. Бандурова, В. Белінської, Б. Буркинського, В. Войцеховського, В. Геєця, Н. Гончарової, А. Ейсмонта, В. Захарченка, С. Ілляшенка, Д. Кокуріна, О. Кузьміна, О. Мельник, Л. Михайлової, О. Мороза, А. Савчука, В. Соловійова, Л. Федулової та ін. Попри чималу кількість напрацювань у зазначеній сфері, низка важливих проблем із зазначеної тематики досі не знайшла свого розв'язання. Зокрема, актуальними є завдання формування цілісної системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств, виокремлення властивостей такої системи, вивчення змістового наповнення її складових та систематизація принципів її побудови. Окрім того, важливим у цій сфері є також виявлення ресурсного забезпечення функціонування системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств, а також встановлення особливостей взаємодії між її суб'єктами та об'єктами шляхом реалізації процесу управління і добору відповідних методів, методик, бізнес-індикаторів, формування обґрунтованої технології тощо. Теоретичною базою цього є праці вітчизняних і зарубіжних науковців, що присвячені проблемам концептуальних засад діагностики діяльності підприємств, зокрема: В. Василенка, А. Воронкової, В. Герасимчука, О. Гетьмана, Т. Загорної, Р. Каплана, М. Кизима, Л. Костирко, Р. Костирко, О. Кузьміна, Ю. Лисенка, Т. Момота, О. Мороза, О. Олексюка, Ш. Омарова, О. Сметанюка, Г. Швиданенко, М. Чумаченка тощо.

3. Мета дослідження

Враховуючи вищевикладене, основним завданням дослідження є обґрунтування сутності поняття «система діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств», обґрунтування необхідності й можливості використання системного підходу до здійснення такої діагностики, а також висвітлення основних положень формування її системи на підприємствах промисловості.

4. Результати дослідження

В умовах технологічних змін і модернізації виробництва з акцентом на інноваційний сценарій керівники і власники промислових підприємств під час прийняття різних управлінських рішень хочуть мати у своєму розпорядженні дієві інструменти, які дадуть змогу оптимізувати їхній вибір. З-поміж численних таких технологій та інструментарію (контролінг, SWOT-аналіз, бенчмаркінг, моделювання, збалансовані системи показників тощо) сьогодні здобувають все більшого поширення різноманітні системи діагностики. Їхньою основною перевагою, на відміну від вищевикладених, є те, що вони побудовані не на описі переваг та недоліків альтернатив, а використовують кількісний підхід, який дає змогу обирати найбільш доцільний варіант технології, керуючись конкретними індикаторами-критеріями. Комплекс таких критеріїв формує значний масив інформації, яка дозволяє зменшити ризик невизначеності під час придбання нових технологічних ліній чи модернізації існуючих.

Вивчення теорії і практики дає змогу зробити висновки про те, що немає однозначного підходу щодо структури системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств. Численні напрацювання у цій сфері передбачають різний склад таких систем, нерідко суперечливі індикатори та критерії, складну технологію здійснення тощо. Цю проблему можна вважати важливою, адже у літературі доведено, що від рівня розвитку системи діагностики безпосередньо залежать економічні результати діяльності [12, с. 10]. Відтак, можемо висунути гіпотезу, що рівень розвитку інноваційної діяльності промислового підприємства безпосередньо залежатиме від рівня ефективності функціонування системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів. Така дієва система створить можливості для одержання повної, достовірної та своєчасної інформації. Вона використовуватиме обґрунтовану методологічну базу, репрезентативні індикатори, найбільш доцільні стандарти та критерії, уніфіковану технологію тощо.

Узагальнення літературних джерел [6–8] дає змогу зробити висновок про те, що діагностика інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств передбачає оцінювання та ідентифікування стану, тенденцій та перспектив розвитку такої складової на основі системи індикаторів з метою формування структурованої інформаційної бази для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері інноваційного розвитку цих суб'єктів господарювання, у т. ч. усунення проблемних моментів та слабких сторін чи використання шансів умов функціонування і сильних позицій.

Враховуючи таке трактування, діагностика інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств виконує такі основні завдання:

- забезпечує власників і керівників структурованою інформацією для прийняття управлінських рішень у сфері інноваційного розвитку виробництва;
- дає змогу виявити слабкі сторони, недоліки, проблеми за кожною інноваційною складовою технологічних процесів;
- дає змогу встановити сильні сторони, можливості та перспективи кожної інноваційної складової технологічних процесів;

- надає інформацію про параметри інноваційної складової технологічних процесів;
- дає можливість ідентифікувати стан інноваційної складової технологічних процесів.

Теорією і практикою доведено, що найбільш дієвим є розгляд діагностики різних сфер діяльності, в т. ч. й інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств, з позиції системного підходу. У цьому випадку враховуються взаємозалежності між усіма елементами такої системи, що дає змогу одержати синергійний ефект та підвищити ефективність її функціонування. Як відомо, система — це сукупність елементів, що взаємодіють між собою. Подібні визначення містяться у вітчизняних словникових та енциклопедичних виданнях. Зокрема, у Великому тлумачному словнику української мови зазначено, що система — «порядок, зумовлений правильним, планомірним розташуванням і взаємним зв'язком частин чого-небудь; класифікація; форма організації, будова чого-небудь; сукупність певних елементів, одиниць, частин, об'єднаних за спільною ознакою, призначенням; сукупність принципів, способів, прийомів здійснення чого-небудь тощо» [4, с. 1126]. Згідно означення Економічної енциклопедії система — це «комплекс елементів та їхніх властивостей, взаємодія між якими зумовлює виникнення якісно нової цілісності» [5, с. 361]. За означенням Ф. І. Перегудова та Ф. П. Тарасенка [10, с. 34] система — «множина взаємопов'язаних елементів, відокремлена від середовища і яка взаємодіє з ним, як ціле». У роботі [11, с. 32] вказано, що система є «сукупністю певних універсальних складових одиниць-елементів, які перебувають у певних співвідношеннях і зв'язках між собою, завдяки чому становлять деяку неподільність, цілісність та унітарність».

Враховуючи вищенаведені трактування, а також результати попередніх досліджень авторів, під системою діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств слід розуміти сукупність суб'єктів, об'єктів, цілей, технології, методів, методик, бізнес-індикаторів, критеріїв і ресурсів, які у взаємодії забезпечують виконання цільових діагностичних функцій у сфері оцінювання та ідентифікування стану, тенденцій і перспектив розвитку такої складової на основі системи індикаторів з метою формування структурованої інформаційної бази для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері інноваційного розвитку підприємств промисловості, у т. ч. усунення проблемних моментів та слабких сторін чи використання шансів умов функціонування і сильних позицій.

Перевагами наведеного трактування поняття системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів з-поміж інших є такі:

- для нього характерний системно-орієнтований підхід, а не лише змістовний, як у більшості літературних джерел;
- воно вказує на завершеність структурного наповнення такої системи та на її елементи;
- таке трактування демонструє складність та багатоваріантність взаємозв'язків між елементами системи.

Під час формування системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств та для забезпечення повноцінного її функціонування слід розуміти властивості такої системи згідно теорії системного підходу (рис. 1).

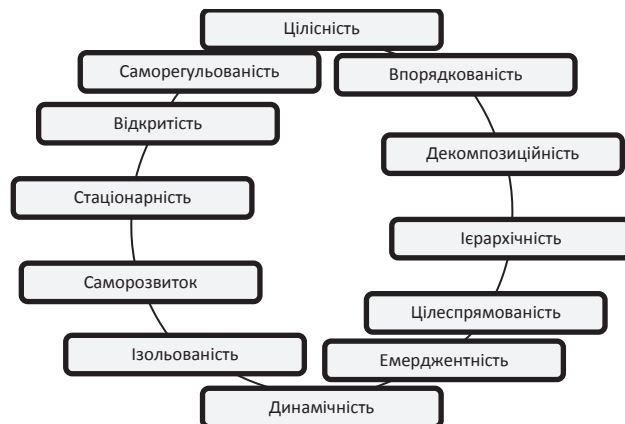


Рис. 1. Властивості системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств*

* Примітка: сформовано авторами на підставі джерел [1—3; 9]

Розглядаючи емерджентність системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств, слід наголосити на тому, що її особливістю є виникнення нових властивостей внаслідок утворення системи, яких не має жоден її елемент поза системою. Така система покликана виконувати певні функції, а не просто існувати, а також бути спрямованою на досягнення чітко визначених цілей, відтак наступна її властивість — цілеспрямованість. Такі цілі, зазначимо, можуть бути як основними, так і другорядними, і за необхідності відображеними у вигляді дерева цілей.

Елементи системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств повинні також становити цілісність щодо зовнішнього середовища. Завдяки цьому така система матиме особливі властивості та характерну тільки їй поведінку. Декомпозиційність як властивість системи вимагає від неї можливості поділятися на складові елементи (критерії, методи, методики, бізнес-індикатори тощо) та кожен із них розглядати як окрему підсистему, яка за необхідності може ще більше декомпозиціюватися залежно від масштабу діагностики та завдань. Згідно властивості впорядкованості система діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств — це не хаотичний набір елементів, а впорядкована сукупність, у якій кожен із таких елементів повинен посідати властиве йому місце. Взаємопідпорядкування елементів системи та ієрархічна побудова за рівнями у межах визначених завдань повинні бути забезпечені згідно властивості ієрархічності.

Система діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств повинна бути побудована таким чином, щоб можна було згідно властивості ізолюваності розглянути кожен елемент такої системи (методи, методики, технології тощо) в автономному режимі й ідентифікувати ті характерні його особливості, які не властиві для системи загалом. Така система має теж властивість відкритості, тобто здійснює обмін інформацією із зовнішнім стосовно неї середовищем.

Під час формування системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств та для забезпечення повноцінного її функціонування слід теж пам'ятати про динамічність такої системи (яка іманентно розвивається з плином часу та

змінюється), її саморегульованість (здатність реагувати системи на зміни таким чином, щоб зберігався стан динамічної рівноваги), стаціонарність (динамічно відносна незмінність істотних характеристик, функціонального призначення та властивостей системи) та саморозвиток (внутрішню трансформацію системи, зумовлену взаємодією її складових елементів).

Система діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств є складовою системи менеджменту цих організацій. Щоб висновки такої діагностики мали прикладну цінність, під час її здійснення повинна бути задіяна як облікова, так і позаоблікова інформація. Окрім того, важливо розуміти, що діагностика інноваційної складової технологічних процесів рівноцінно важлива як для стратегічного управління промисловими підприємствами, так і для поточного чи оперативного. Вона є більш масштабною, ніж економічний аналіз, включає в себе моніторинг, оперує результатами спеціальних досліджень, формує структуризовану інформаційну базу та не обмежує себе лише виокремленням проблем. Для неї важливо добрати низку заходів для вирішення наявних у сфері інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств проблем.

Особливістю системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів підприємств промисловості є також і те, що вона націлена не так на аналіз, як на інтегрування та систематизування різних індикаторів. Щоб за результатами діагностики приймалися дієві й актуальні управлінські рішення, відповідні діагностичні процедури повинні характеризуватись комплексністю, системністю, якістю, економічністю та вчасністю. Окрім того, слід більше орієнтуватись на результати управлінського обліку, аніж на інформацію бухгалтерського чи податкового характеру. Як свідчить практика, система діагностики інноваційної складової технологічних процесів підприємств промисловості буде дієвою, якщо використовуватиме спеціалізоване програмне забезпечення як власної розробки, так і тих торгових марок, що представлені на ринку.

Для впровадження ефективної системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів промислових підприємств слід вирішити низку важливих для цих суб'єктів господарювання завдань організаційного, ресурсного, економічного, соціального, методологічного і т. д. характеру. Зробивши, наприклад, неадекватний вибір методики такої діагностики, можна даремно витратити фінансові ресурси, час, кадровий потенціал тощо, а необхідні висновки не будуть одержані.

Впроваджуючи систему діагностики інноваційної складової технологічних процесів, слід пам'ятати про необхідність вирішення на промислових підприємствах проблем соціального характеру, зокрема у сфері управління персоналом. Причиною цього може стати необхідність впровадження організаційних змін (які, зазвичай, супроводжуються опором працівників), підвищення компетентностей персоналу, зростання рівня відповідальності тощо.

5. Висновки

Підсумовуючи результати виконаного дослідження, варто зазначити, що запропоноване авторами трактування поняття системи діагностики інноваційної складової

технологічних процесів промислових підприємств дає змогу розв'язати низку термінологічних проблем у сфері інновацій та інноваційної діяльності, а також дозволяє сформулювати для керівників і власників інструмент управління інноваційною діяльністю на підприємствах промисловості, зокрема, для прийняття управлінських рішень у сфері впровадження технологічних інновацій. Окрім того, отримані результати дослідження уможливили формування уніфікованого підґрунтя для розроблення методологічних засад у сфері системно-орієнтованої діагностики інноваційної складової технологічних процесів.

Перспективи подальших досліджень у зазначеному напрямку повинні полягати у розвитку концептуальних положень щодо сутності та змісту кожного із елементів системи діагностики інноваційної складової технологічних процесів підприємств промисловості.

Література

1. Алексеев, Н. С. Эволюция систем управления предприятием [Текст] / Н. С. Алексеев // Проблемы теории и практики управления. — 1999. — № 2. — С. 103—113.
2. Амоша, А. И. Основы конструирования экономических систем. Всеобщее производство [Текст] : монография / А. И. Амоша, Е. Т. Иванов. — Донецк : НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти, 2007. — Кн. 1. — 271 с.
3. Башнянин Г. И. Метрологічні економічні системи: вступ у загальну теорію і методологію формування економічних параметрів [Текст] : монографія / Г. І. Башнянин. — Львів : Новий світ-2000, 2005. — 1083 с.
4. Великий тлумачний словник сучасної української мови [Текст] / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. — К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002. — 1440 с.
5. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 3 [Текст] / відп. ред. С. В. Мочерний та ін. — К. : Видавничий центр «Академія», 2002. — 952 с.
6. Мельник, О. Г. Аналізування параметрів, проблем та результатів використання систем діагностики на машинобудівних підприємствах Львівщини [Текст] / О. Г. Мельник // Регіональна економіка. — 2010. — № 2(56). — С. 63—71.
7. Мельник, О. Г. Діагностика діяльності машинобудівного підприємства на засадах системи економічних індикаторів [Текст] : монографія / О. Г. Мельник. — Львів : Видавництво ДП «Видавничий дім «Укрпол», 2009. — 188 с.
8. Мельник, О. Г. Етимологія та типологія систем діагностики діяльності підприємств [Текст] / О. Г. Мельник // Регіональна економіка. — 2010. — № 1(55). — С. 78—85.
9. Методология моделирования жизнеспособных систем в экономике: [Текст] : монография / Ю. Г. Лысенко, В. Н. Тимохин, Р. А. Руденский и др. — Донецк : Юго-Восток, 2009. — 350 с.
10. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ [Текст] : навч. посіб. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — М. : Высшая школа, 1989.
11. Шиян, А. А. Экономическая кибернетика: вступ до моделювання соціальних і економічних систем [Текст] : навч. посіб. / А. А. Шиян. — Львів : «Магнолія 2006», 2007. — 228 с.
12. Schemann F. William. Bullseye! Hitting Strategy Targets Through High-Impact Measurement [Text] / William F. Schemann, John H. Lingle. — The Metrus Group, Inc., 1999.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ИННОВАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье предложена трактовка понятия «система диагностики инновационной составляющей технологических процессов промышленных предприятий», рассмотрена необходимость использования системного подхода к осуществлению такой диагностики, а также отражены основные положения формирования ее системы на предприятиях промышленности с целью обеспечения инновационного развития этих организаций.

Ключевые слова: диагностика, инновационная составляющая, промышленное предприятие, промышленность, система, системный подход, технологический процесс.

Мельник Ольга Григорьевна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри зовнішньоекономічної та митної діяльності Навчально-наукового інституту економіки і менеджменту Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: olia_melnyk@ukr.net.

Жезуха Володимир Йосифович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри зовнішньоекономічної та митної діяльності, Навчально-наукового інституту економіки і менеджменту, Національного університету «Львівська політехніка».

Мельник Ольга Григорьевна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой внешнеэкономической и таможенной деятельности Учебно-научного института экономики и менеджмента Национального университета «Львовская политехника».

Жезуха Владимир Иосифович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры внешнеэкономической и таможенной деятельности Учебно-научного института экономики и менеджмента Национального университета «Львовская политехника».

Melnyk Olga, Lviv Polytechnic National University, e-mail: olia_melnyk@ukr.net.

Zhezhukha Volodymyr, Lviv Polytechnic National University.

УДК 512.53 : 681.3

Казакова Н. Ф.

НОВИЙ МЕТОД АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО РАДІОМОВЛЕННЯ

Приводяться основні відомості стосовно нового методу аналого-цифрового радіомовлення, що включає передавання монофонічного сумарного сигналу лівого і правого каналів, пілот-тону стереопередачі, сигналу RDS, передавання різницевого сигналу, створеного з обмежених за частотою лівого та правого каналів. Для передавання цифрового сигналу додаткової стереопрограми на передавальній стороні передається інвертований на 180° цифровий сигнал.

Ключові слова: аналого-цифрове мовлення, стереофонія, монофонія, інверсія.

1. Вступ

Якість сучасного звукового мовлення досягла досить високого рівня. Свого часу впровадження системи радіомовлення в діапазоні метрових хвиль, що використовувала частотну модуляцію (ЧМ), дозволило наблизити відтворення переданих програм до їх природного звучання. Тим не менш, така система аналогового ЧМ-мовлення далеко не повністю задовольняла вимогам, як за якістю звучання, що істотно поступалася якості сучасної побутової цифрової апаратури, так і у відношенні кількості переданих програм. Щодо діапазону дуже високих частот (ДВЧ), то в ньому висока щільність радіомовних станцій в кожному конкретному регіоні створює великий рівень взаємних завад.

У численних літературних джерелах відмічається (наприклад, [1–3]), що цифрове радіомовлення стало областю, до якої в даний час залучено підвищену увагу практично у всіх промислово розвинених країнах світу: вона могла б забезпечити вирішення вище приведених проблем. Для України, як і для інших країн СНД, розвиток цифрового радіо є особливо актуальним. Це викликано тим, що воно забезпечує значне підвищення якості та кількості програм та додаткових послуг населенню. Враховуючи це, найбільш характерною рисою розвитку звукового радіомовлення на сучасному етапі стало прагнення до корінного, по суті, революційного вдосконалення технічної бази звукового радіомовлення. Це відноситься не тільки до використання сучасних технічних рішень, які дозволяють поліпшити якісні характеристики переданого сигналу, але й до розширення спектру послуг, що надаються власникам радіомовних приймачів. Кардинальним вирішенням проблеми підвищення якості звукових радіопрограм стала передача

сигналу у всіх ланках мовного тракту, в тому числі і в ланці ефірної передачі в цифровій формі. Однак, як виявилось, перехід до повністю цифрового стандарту радіомовлення найближчим часом утруднений через низку серйозних проблем, які він викликає: істотно ширшою є смуга займаних частот; існує проблема несумісності сигналів цифрового радіомовлення з існуючим парком приймальної апаратури; відсутній єдиний стандарт на систему цифрового радіомовлення та ін.

Як наслідок виявилось, що не зважаючи на вказані обмеження щодо аналогового мовлення та переваги цифрового способу, переважна більшість країн має намір продовжити використання аналогової системи стереофонічного мовлення ще принаймні протягом наступного десятиліття. Причиною цього є хороша якість стереофонічного звукового відтворення, розвинутий серійний випуск недорогих приймачів, розвинена передавальна мережа та відсутність більшості з вище приведених проблем впровадження цифрового радіомовлення. Проміжною ланкою між існуючим та перспективним парком апаратури стали пристрої передачі та прийому радіомовної інформації, що використовують аналоговий радіосигнал, але цифрові методи формування та обробки інформації, а також інші прогресивні технології, які дозволяють вести трансляцію цифрових стереопередач разом з аналоговими.

У зв'язку зі сказаним, актуальним є подальше підвищення якості стереофонічного радіомовлення у діапазоні ДВЧ з використанням нових прогресивних методів [4].

2. Аналіз досліджень та публікацій

Розвиток стереофонічного радіомовлення йшов практично однаковими шляхами як в Україні, так і в країнах

близького та далекого зарубіжжя. Досягнення в цій області — це результат роботи багатьох вчених та інженерів, які вирішували завдання розробки стандартів, формування та перетворення сигналів, синхронізації, побудови конкретних пристроїв та систем радіомовлення. Великий внесок у вирішення зазначених завдань внесли роботи таких вчених, як О. Виходець, В. Коваль, М. Балан, І. Горон, Л. Кононович, Ю. Ковалгін, В. Шахгільдян, С. Мішенков, А. Мкртумов, А. Пестряков, М. Венедіктов, А. Єфімов, І. Баглар, Т. Чернишева та багато ін. З розвитку систем стереофонічного радіомовлення як аналоговими методами, так і цифровими, існує велика кількість запатентованих розробок, які тими чи іншими способами дозволяють підвищити якість та ефективність мовлення. Як показав аналіз численних джерел, найбільш близьким за технічною суттю до методу, який винесений у заголовок статті, є метод аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ за патентом України на корисну модель [5], у якому для передавання сумарного сигналу лівого та правого каналів використовується смуга частот 0,03–15 кГц. Для передавання різницевого сигналу лівого й правого каналів використовуються смуги частот 23–38 кГц та 38–53 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовують симетричні відносно подавленої частоти піднесучої смуги частот 23–30 кГц та 46–53 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS — на потрібній частоті пілот-тону, тобто на частоті 57 кГц. Недоліками такого способу є помітний рівень шумів у різницевому каналі стереофонічного приймача від передавання цифрового сигналу додаткової програми у смузі частот 23–30 кГц та 46–53 кГц у випадку, коли не проведена заміна смугового фільтра різницевого сигналу на фільтр з меншою смугою пропускання в схемах з амплітудним чи синхронним детектором. Вплив шумів також є істотним, якщо не впроваджена фільтрація виділеного різницевого сигналу з обмеженням його смуги до 7 кГц в будь-яких схемах детектування різницевого сигналу [6].

3. Формування мети за завдань

Відповідно до сказаного, є доцільним представлення до загальної уваги нового методу сумісного аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ [7], що включає на передавальній стороні передавання монофонічного сумарного сигналу лівого і правого каналів у смузі частот 0,03–15 кГц, пілот-тону стереопередачі з частотою 19 кГц, сигналу RDS (англ: Radio Data System; спеціальний управляючий сигнал) на частоті 57 кГц, для передавання різницевого сигналу, створеного з обмежених за частотою до 7 кГц лівого та правого каналів, використання балансно-модульованого сигналу з нижньою та верхньою бічними смугами у смузі частот 31–45 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми — використання смуги частот 23–30 кГц, причому на передавальній стороні у смузі частот 46–53 кГц передається інвертований на 180° цифровий сигнал тої додаткової програми, яка передається у смузі частот 23–30 кГц.

4. Результати досліджень

В основу методу, який представлений у [7] та тут обговорюється, покладено вирішення задачі зменшення

взаємних шумів, які виникають у спектрі у результаті взаємних впливів його складових.

Технічним рішенням задачі, яка представляється такою, що може бути досягнута існуючими практичними методами та засобами, є те, що у смузі частот 46–53 кГц передається інвертований на 180° цифровий сигнал тої додаткової програми, яка передається у смузі частот 23–30 кГц. При цьому у смузі частот різницевого сигналу 23–53 кГц стереофонічного приймача, крім різницевого сигналу лівого та правого каналів ($A - B$) у смузі частот 31–45 кГц, попадає цифровий сигнал додаткової програми у смузі частот 23–30 кГц та його інвертований на 180° цифровий сигнал у смузі частот 46–53 кГц, який буде від'ємним для сигналу у смузі частот 23–30 кГц та суттєво зменшуватиме його помітність як шуму. Суттєвою перевагою такого методу формування спектру сигналу при використанні типового стереофонічного приймача є те, що на відміну від прототипу [5] не потрібна навіть нескладна заміна смугового фільтра різницевого сигналу на фільтр з меншою смугою пропускання в схемах з амплітудним чи синхронним детектором чи впровадження фільтрації виділеного різницевого сигналу з обмеженням його смуги до 7 кГц в будь-яких схемах детектування різницевого сигналу (див. рис. 1, рис. 2).

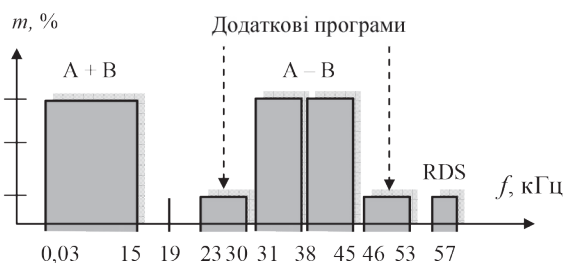


Рис. 1. Спектр складеного стереофонічного сигналу за способом аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ

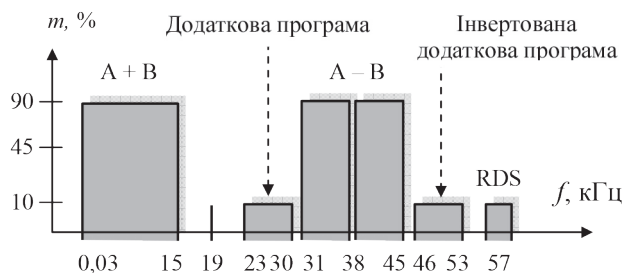


Рис. 2. Спектр складеного стереофонічного сигналу за способом сумісного аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ

На рис. 1 приведений спектр складеного стереофонічного сигналу за способом у якому для передавання сумарного сигналу лівого та правого каналів ($A + B$) використовується смуга частот 0,03–15 кГц, а для передавання різницевого сигналу ($A - B$), створеного з обмежених за частотою до 7 кГц лівого та правого каналів, використовується балансно-модульований сигнал з симетричними (відносно подавленої частоти піднесучої) нижньою та верхньою бічними смугами у смузі частот 31–45 кГц. Для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовуються симетричні (відносно подавленої частоти піднесучої) смуги

частот 23–30 кГц і 46–53 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS – на потрійній частоті пілот-тону – 57 кГц.

На рис. 2 приведений спектр складеного стереофонічного сигналу за способом сумісного аналого-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ. Його опис приведений у першому абзаці цього пункту.

Метод, який розглядається, ніяк не впливає на погіршення існуючих розвинених сервісних можливостей стереофонічного радіомовлення. При цьому мається на увазі збереження широких експлуатаційних можливостей існуючого парку користувачьких приймачів, які відмічені у [8], тобто:

- простоту безпошукового налаштування: бажана станція може, як і в системі-прототипі, завдаватися набором літер або вибиратися з назв станцій чи радіопередач, які відображаються дисплеєм приймача;
- індикацію виду (моно/стерео), характеру (мова, класична, популярна чи рок-музика) та найменування радіостанції (наприклад, «Маяк», «Європа-плюс» і т. п.), а також програми на багатофункціональному дисплеї приймального пристрою;
- здатність приймача контролювати силу прийнятого сигналу (див. рівень сигналу на рис. 1 та 2) та використовувати цю інформацію для автоматичного перемикавання при мобільному прийомі;
- можливість програмування радіоприймача таким чином, щоб він відбирав передачі тільки певного формату, а також встановлювати індивідуальні рівні гучності та динамічний діапазон для кожної програми.

Новий метод підтримує розширені можливості DAB-радіомовлення (англ.: Digital Audio Broadcasting – DAB), які полегшують пошук та скорочують час налаштування: слухач може програмувати DAB-приймач для пошуку програм зазначеного формату, тобто створювати власну програму з різних каналів, об'єднуючи їх при програмуванні за бажанням точно так же, як це робиться у системі-прототипі.

5. Висновок

Як результат, можемо відзначити, що метод сумісного аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ забезпечує суттєве зниження рівня шумів у тракці різницевого сигналу за рахунок передавання у смузі частот 46–53 кГц інвертованого на 180° цифрового сигнал тої додаткової програми, яка передається у смузі частот 23–30 кГц. Цей сигнал є від'ємним для сигналу у смузі частот 23–30 кГц і суттєво зменшуватиме його помітність як шуму. Це дозволяє використати типовий стереофонічний приймач без заміни смугового фільтра різницевого сигналу на фільтр з меншою смугою пропускання та має велике практичне значення для впровадження нових технологій цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ.

Впровадження запропонованого методу повністю зберігає структуру системи аналого-цифрового мовлення, яка існує на поточний час, та забезпечує більш якісні показники передавання стереофонічних програм.

Література

1. Blair, R. Digital Techniques in Broadcasting Transmission [Текст] : монографія / Focal Press, 2002. – 225 с.

2. Levy, D. Regulating digital broadcasting in Europe: The limits of policy convergence [Текст] / D. Levy // West European Politics. – 1997. – Том 20. – № 4. – С. 24–42
3. Digital sound broadcasting implementation plans (United states of America) : керівний документ / ITU. – Document 10B/51, 10-11S/114-E-12, September, 1995.
4. Виходець, О. А. Удосконалення аналого-цифрової системи синхронного стереофонічного радіомовлення [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.12.17 / О. А. Виходець ; [ОНАЗ ім. О. С. Попова]. – 2010.
5. Спосіб аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ [Текст] : пат. 47111 Україна : МПК Н 04*) 1/00 / Балан М. М., Іскендерзаде Ш. Г., Стрелковська І. В. ; заявник та патентообладач ОНАЗ ім. О. С. Попова ; заявл. 26.10.2009 ; опубл. 11.01.2010, бюл. № 1.
6. Kroupa, V. Noise properties of PLL systems [Текст] / V. Kroupa // IEEE Trans. – 1982. – Том «Com-30». – № 10. – С. 2244–2252.
7. Спосіб сумісного аналого-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ [Текст] : пат. 77288 Україна : МПК Н 04J 1/00 / Балан М. М., Дмитрієва І. Ю., Іскендерзаде Ш. Г., Казакова Н. Ф. ; заявник та патентообладач ОНАЗ ім. О. С. Попова ; заявл. 10.07.2012 ; опубл. 11.02.2013, бюл. № 2.
8. Reinhardt, V. Randomized Digital/Analog converter Direct Digital Synthesizer [Текст] : пат. 5.014.231* США / V. Reinhardt, K. Gould, K. McNab ; заявник та патентообладач невідомі ; заявл. 07.05.1991 ; дата публікації невідома.
9. Hoeg, W. Digital Audio Broadcasting: Principles and Applications of DAB, DAB+ and DMB : монографія / W. Hoeg, T. Lauterbach. – John Wiley & Sons, 2009. – 452 с.
10. Shiomi, T. Digital Broadcasting [Текст] : монографія / T. Shiomi, M. Hatori. – IOS Press, 2000. – 285 с.

НОВЫЙ МЕТОД АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ

Приводятся основные сведения о новом метода аналого-цифрового радиовещания, который включает передачу монофонического суммарного сигнала левого и правого каналов, пилот-тона стереопередачи, сигнала RDS, передачи разностного сигнала, созданного с ограниченных по частоте левого и правого каналов. Для передачи цифрового сигнала дополнительной стереопрограммы на передающей стороне передается инвертированный на 180° цифровой сигнал.

Ключевые слова: аналого-цифровое вещание, стереофония, монофония, инвертирование.

Казакова Надія Феліксівна, кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри Інформаційних систем в економіці, Одеський національний економічний університет, e-mail: kaz2003@ukr.net.

Казакова Надежда Феликсовна, кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры Информационных систем в экономике, Одесский национальный экономический университет.

Kazakova Nadiya, Odessa National Economic University, e-mail: kaz2003@ukr.net.

Корчинский В. В.

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТАНОВКИ РЕАЛИЗАЦИЙ ХАОТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Для конфиденциальных систем связи с кодовым разделением каналов предложен метод формирования группового сигнала на основе множества взаимно-ортогональных последовательностей хаотических реализаций. С целью повышения структурной скрытности передачи в системе связи предлагается периодически выполнять по некоторому заданному закону перестановку ортогональных псевдослучайных хаотических последовательностей для каждого индивидуального канала.

Ключевые слова: хаотический сигнал, ортогональность, конфиденциальный, сигнатура, несанкционированный доступ, скрытность, канал, защита.

1. Введение

В последнее десятилетие особый интерес приобретают методы защиты информации применительно к первому уровню эталонной модели OSI [1, 4]. Немаловажную роль в этом играет появление сложных видов модуляции, развитие широкополосных систем передачи и внедрение явления динамического хаоса в современную теорию информации и связи. Как результат, становится возможным создание сигнальных конструкций, которым присущи свойства скрытности передачи, т. е. маскировки, что направлено на существенное снижение эффективности средств несанкционированного доступа (НСД) по перехвату сообщений на уровне физического канала [3].

Качество защиты передаваемой информации от средств НСД на уровне физического канала оценивается показателем энергетической скрытности, который характеризует способность системы противостоять мерам НСД, направленным на обнаружение самого факта передачи сигнала. Если станцией НСД сообщение перехвачено, то структурная скрытность должна противостоять мерам, направленным на распознавание формы сигнала и измерение его параметров, т. е. отождествление обнаруженного сигнала с одним из множеств априорно известных сигналов. Показатель информационной скрытности оценивает качество защищаемой информации в инфокоммуникациях на верхних уровнях модели OSI [2]. Защита информации в этом случае осуществляется с помощью различных криптографических систем [7–12].

В настоящее время большой интерес представляют методы передачи, в которых в качестве носителей информации используются не гармонические колебания, а шумовые сигналы. Особенность такого вида переносчика информации, как шум, объясняется новой перспективой их применения в различных информационных технологиях.

Первоначально практическое использование шумов имело два основных направления, связанных с маскировкой работы собственных информационных систем, и созданием помех для дестабилизации работы подобных систем вероятного противника [1].

Для современных систем связи реальный интерес представляют шумовые сигналы с воспроизводимостью генерируемых процессов, примером которых являются реализации на основе динамического хаоса [3, 4].

Использование возможностей динамического хаоса в инфокоммуникациях открывает широкие перспективы по практическому их применению в следующих направлениях: синхронизация приемника и передатчика [3]; маскировка и восстановление сообщений [4]; фильтрация шумов [3]; восстановление информационных сигналов [2], создание алгоритмов кодирования и декодирования цифровых сообщений на основе реализаций хаотической системы [4, 5, 6].

Шумовые сигналы на основе динамического хаоса по своей сути являются шумоподобными сигналами (ШПС). Такие сигнальные конструкции обладают свойствами случайных шумовых сигналов (широкий спектр, меняющаяся по внешнему виду при каждой выборке реализация такого сигнала и др.) и имеет главную особенность, которая отличает их от обычных шумов: они реализуются с использованием разработанного математического алгоритма, т. е. обладают свойством воспроизводимости.

В работе [6] рассмотрена возможность создания многоканальной системы передачи на основе динамического хаоса с кодовым разделением каналов. Представляет интерес дальнейшее развитие этого метода с целью повышения структурной скрытности передачи формируемых сигнальных конструкций группового сигнала.

Целью статьи является разработка метода формирования группового сигнала на основе множества взаимно-ортогональных последовательностей хаотических реализаций с псевдослучайной их перестановкой при выборе индивидуального канала.

2. Алгоритм формирования группового сигнала

Пусть в системе с кодовым разделением каналов (КРК) имеется некоторое количество источников цифрового сигнала x_1, x_2, \dots, x_N , использующих избыточные коды, и соответствующее им количество двоичных каналов

с ограниченной полосой пропускания ΔF и минимальной базой сигнала $B = \Delta F t_0 = 1$. Сигналы абонентов объединяются в групповой сигнал и им предоставляется возможность одновременной работы в общей полосе частот. Для возможности разделения каналов каждый двоичный элемент исходного сигнала в индивидуальных каналах заменяется соответствующей дискретной реализацией псевдослучайной хаотической последовательности (ПХП) c_i , называемой сигнатурой, разной по структуре, но равной по длительности в чипах для каждого канала. В ПСП длительность отдельного чипа (сигнала минимальной длительности) t_c намного меньше времени передачи бита сообщения t_0 в индивидуальном канале. Следовательно, ширина спектра группового сигнала определяется длительностью t_c . Вид многоуровневой сигнатурной последовательности приведен на рис. 1.

Надежность разделения каналов на приемной стороне зависит от длины сигнатуры (числом реализаций ПХП) на интервале единичного элемента в индивидуальных каналах и ортогональности сигнатур c_1, c_2, \dots, c_N , которые предназначены для формирования группового сигнала. В работе [6] рассмотрены вопросы выбора и обеспечения ортогональности сигнатур.

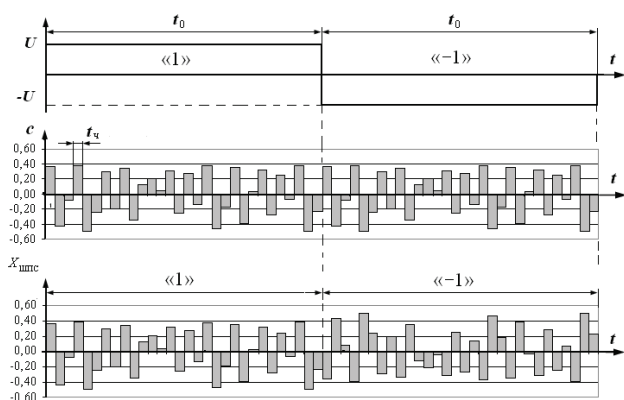


Рис. 1. Правило кодирования последовательности «1» и «-1» индивидуального канала с помощью сигнатуры ПХП

Алгоритм кодирования последовательности «1» и «-1» индивидуального канала с помощью хаотической последовательности в одноканальной системе передачи следующий: если для замены каждой «1» в исходном двоичном потоке данных используется некоторая сигнатура определенной длины, то для замены «-1» применяют ту же сигнатуру, но с инвертированием чипов в данной ПХП, т. е.

$$X_{\text{ПСП}}(t_0) = x_i(t_0)c_i(t_0). \quad (1)$$

Использование прямой и инвертированной сигнатуры обеспечивает не только определение полярности передаваемых посылок, но и позволяет регистрировать их значащие моменты модуляции при корреляционном приеме в каждом индивидуальном канале.

Групповой сигнал $X_{\text{ГР}}(t_0)$ формируется в результате суммирования чиповой последовательности каждого индивидуального канала

$$X_{\text{ГР}}(t_0) = \sum_{i=1}^N x_i(t_0)c_i(t_0). \quad (2)$$

Многопозиционный сигнал с выхода сумматора поступает на формирователь прямохаотического сигнала $X_{\text{ГР}}(t_0)$, а затем в канал.

На рис. 2 представлена структурная схема предлагаемой конфиденциальной системы передачи, для правильной работы которой необходимы наличие системы синхронизации и согласованная смена ключей в передатчике и приемнике.

Для повышения структурной скрытности передачи в системе связи предлагается периодически выполнять по некоторому заданному закону смену (перестановку) ортогональных ПХП для каждого индивидуального канала. Смена комбинаций ортогональных ПХП при передаче и приеме осуществляется по командам устройства управления (УУ) передатчика через коммутатор с учетом ключа A_k , формируемого генератором ключа (ГК) на каждый сеанс передачи.

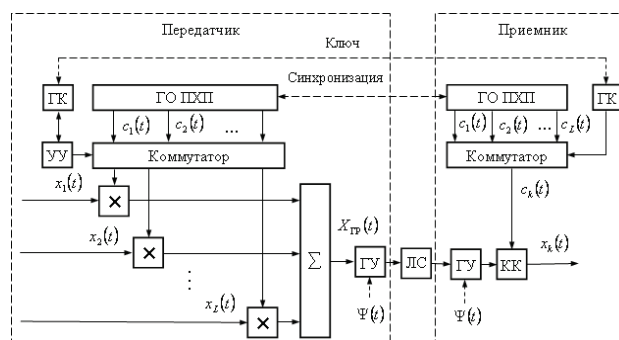


Рис. 2. Структурная схема системы с ХС: ГОС — генератор ортогональных сигналов; × — схема умножения; ГУ — групповое устройство; ГК — генератор ключей; Σ — сумматор; ГО ПХП — генератор опорных псевдослучайных хаотических последовательностей

Для согласования сигнал $X_{\text{ГР}}(t)$ со средой передачи он поступает на вход ГУ, а затем в линию связи (ЛС). Если в системе связи не используется прямохаотическая передача [3], то в ГУ может выполняться повторная модуляция сигнала $Y_{\text{К}}(t)$ с помощью носителя $\Psi(t)$. В приемнике на основе ключа A_k задается опорная ПХП, поступающая через коммутатор на корреляционный приемник (КК), с помощью которого осуществляется выделение информационного сигнала индивидуального канала.

3. Выводы

В заключение можно сделать следующие выводы.

В данной статье предложен метод формирования группового сигнала на основе множества взаимно-ортогональных последовательностей хаотических реализаций с псевдослучайной их перестановкой при выборе индивидуального канала. Данный метод позволяет повысить структурную скрытность передаваемых сигнальных конструкций, что особенно важно при построении конфиденциальных систем связи многопользовательского доступа.

Литература

1. Куприянов, А. И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы [Текст] / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. — М. : Вузовская книга, 2007. — 356 с.

2. Шаньгин, А. И. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей [Текст] / А. И. Шаньгин. — М. : ИД «Форум»: ИФРА-М, 2008. — 416 с.
3. Гуляев, Ю. В. Информационные технологии на основе динамического хаоса для передачи, обработки, хранения и защиты информации [Текст] / Ю. В. Гуляев, Р. В. Беляев, Г. М. Воронцов и др. // Радиотехника и электроника. — 2003. — Т. 48. — № 10. — С. 1157–1185.
4. Корчинский, В. В. Повышение структурной скрытности передачи систем с хаотическими сигналами [Текст] / В. В. Корчинский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий // научный журнал. — 2013. — № 1/9(61). — С. 53.
5. Захарченко, Н. В. Эффективность использования таймерных сигнальных конструкций в системах передачи с кодовым разделением каналов [Текст] / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Наукові праці ДонНТУ. — 2011. — Випуск № 20(182). — С. 145–151.
6. Захарченко, Н. В. Многопользовательский доступ в системах передачи с хаотическими сигналами [Текст] / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 5/9(53). — С. 26–29.
7. Richard, K. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology [Text] / K. Richard, T. Walsh, W. Fries. — NIST SP 800-58. — 2005. — P. 93.
8. Базовая модель BBC. — Geneva. Recommendation CCITT X.200. Reference Model of open systems interconnection for CCITT applications // Стандарт ISO 7498-1:1984. — 1991. — P. 31.
9. Carvalho, M. Using Mobile Agents as Roaming Security Guards to Test and Improve Security of Hosts and Networks Proceedings of the 2004 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'04) [Text] / M. Carvalho, T. Cowin, N. Suri, M. Breedy, K. Ford. — ACM. — 2004.
10. Pedireddy, T. Prototype Multi Agent Network Security System. Proceedings of the AAMAS'03. [Text] / T. Pedireddy, J. Vidal. — ACM. — 2003.
11. Menezes, R. Self-Organization and Computer Security Proceedings of the 2005 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'05) [Text] / R. Menezes. — ACM. — 2004.
12. Valeev, S. Multiagent Technology and Information System Security Proceedings of the 7th International Workshop on Computer Science and Information Technologies CSIT'2005 [Text] / S. Valeev, T. Bakirov, D. Pogorelov, I. Starodumov. — Ufa, Russia, 2005. — Vol. 1. — P. 195–200.

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ГРУПОВОГО СИГНАЛУ НА ОСНОВІ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ПЕРЕСТАНОВКИ РЕАЛІЗАЦІЙ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Для систем зв'язку з кодовим розподілом каналів запропоновано метод формування групового сигналу на основі множини взаємно-ортогональних послідовностей хаотичних реалізацій. З метою підвищення структурної скритності передачі в системі зв'язку пропонується періодично виконувати за деяким законом перестановку ортогональних псевдовипадкових хаотичних послідовностей для кожного індивідуального каналу.

Ключові слова: хаотичний сигнал, ортогональність, конфіденційний, сигнатура, несанкціонований доступ, скритність, канал, захист.

Корчинский Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационной безопасности и передачи данных, Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова.

Корчинський Володимир Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційної безпеки та передачі даних, Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова.

Korchinsky Vladimir, Odessa National Academy of Telecommunications.

УДК 536.248.2

Кравец В. Ю.,
Кравец Д. В.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАПИЛЛЯРНЫХ СТРУКТУР ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ

Представлены результаты исследования предельных механических нагрузок металло-волоконистой капиллярно-пористой структуры из нержавеющей стали в диапазоне пористости от 88 до 99 %. Исследовались на разрыв образцы с диаметрами волокон 8 мкм и 30 мкм. Показано, что на прочность капиллярной структуры влияют как пористость и диаметр волокон, так и температурный диапазон работы в тепловых трубах.

Ключевые слова: капиллярная структура, предел прочности, предел пропорциональности, тепловая труба.

1. Введение

Одной из важных характеристик капиллярно-пористых структур, используемых в качестве фитилей тепловых труб, является их механические свойства. В различных условиях эксплуатации пористые структуры могут подвергаться как сжимающим, так и растягивающим воздействиям. Это связано с процессом кипения

в зоне нагрева тепловых труб, когда внутри капиллярной структуры активизируются центры парообразования. В процессе возникновения и роста парового пузыря его межфазная поверхность механически воздействует на волокна капиллярной структуры, что, в конечном счете, может привести к их разрушению [1]. Снижение массогабаритных характеристик тепловых труб существенно усложняет выход паровых пузырей из капиллярной

структуры в зоне нагрева [2]. При этом размеры парового пространства в тепловой трубе могут быть значительно меньше, чем отрывные диаметры возникающих паровых пузырей. Поэтому межфазная граница парового пузыря может воздействовать на капиллярную структуру как в растягивающем, так и в сжимающем направлениях. Растягивающее направление связано с выходом парового пузыря за пределы капиллярной структуры, а сжимающее направление вызвано давлением его межфазной поверхности на поверхность структуры, расположенной на противоположной стенке зоны нагрева.

Большинство исследований механических свойств были выполнены для капиллярных структур пористостью до 80 % и представлены в довольно солидных изданиях [3, 4]. Для оптимальной работы тепловых труб в основном применяются капиллярные структуры с пористостью от 80 % до максимальной, которая связана с соотношением длины и диаметра волокон [5]. Чем меньше диаметр волокна и больше его длина, тем выше может быть получена максимальная пористость. Максимальная пористость может достигать 99 %, но прочностные свойства такой структуры будут снижаться с уменьшением диаметров волокон.

Прочностные свойства капиллярной структуры в основном зависят от прочности самих волокон и характера сцепления волокон друг с другом в процессе формования [6]. Также на прочность материалов сильно влияют технологические режимы: как получения непосредственно волокон, так и режимы спекания волокон друг с другом. При этом существенное значение играет количество пятен контактов между волокнами и их размеры. С одной стороны увеличение площади контакта между волокнами приводит к повышению прочностных свойств соединения, а с другой стороны возможному утончению в этих местах самих волокон [7]. Такое может быть в случае спекания структуры при температуре, приближающейся к температуре плавления металла.

Поэтому задача обеспечения высоких прочностных свойств фитилей сводится к оптимальному подбору технологических режимов спекания и, прежде всего, температуры, чтобы происходила диффузия металла в металл, а не его частичный расплав. Тогда прочностные свойства самих волокон и мест их контакта между собой будут примерно одинаковы и, приложенные к структуре удельные нагрузки будут равномерно распределяться по всему каркасу фитиля. Отсюда, при всех прочих равных условиях, диаметр волокон играет значительную роль в прочностных свойствах всей структуры.

Длина исходных волокон также влияет на механические свойства структуры. Это связано с количеством пятен контактов, приходящихся на отдельное волокно (что определяется пористостью структуры). Наряду с этим при растягивающих нагрузках структура удлиняется на некоторую величину, связанную с величиной прикладываемых усилий. Капиллярно-пористые структуры обладают пружинными свойствами до некоторых предельных нагрузок. Превышение этих нагрузок приводит к появлению остаточной деформации, которая, как приведено в [8], слабо зависит от пористости. Величина относительного удлинения при этом достигает десятков процентов и увеличивается с повышением пористости [8].

Разработчикам тепловых труб необходимо знать диапазон усилий, при которых капиллярная структура не

изменяет своих геометрических характеристик после снятия нагрузки. В таком диапазоне усилий справедлив закон Гука (линейный участок на диаграммах растяжения — участок пропорциональности) [9]. Увеличение нагрузки приводит к необратимому изменению размеров структуры, что может привести к ухудшению теплопередающих характеристик тепловых труб. Поэтому знание этих предельных усилий позволяет определить предел пропорциональности (предел упругой деформации) капиллярных структур и повысить стабильность функционирования тепловых труб.

2. Постановка задачи исследования

Настоящее исследование посвящено изучению механических свойств металло-волоконистых капиллярных структур образцов с размерами 10 × 10 мм, толщиной от 3 до 5 мм и пористостью от 88 до 99 %. Образцы изготовлены из волокон нержавеющей стали диаметром 30 мкм и длиной 3 мм (сталь X18H9T), диаметром 8 мкм и длиной 10 мм (сталь 316L). В задачу входило определение предела пропорциональности при растяжении и максимальные нагрузки при разрыве.

3. Экспериментальные образцы

Испытуемые образцы изготавливались путем формования на специальной подложке и спекания в вакуумной печи при температуре 1200 °С в течение двух часов [5]. Фотография одного из спеченных образцов показана на рис. 1. Пористость образцов определялась объемно-весовым способом, погрешность которого не превышала 1 %.



Рис. 1. Фотография образца капиллярной структуры

В дальнейшем такие образцы разрезались на отдельные кусочки 1 (рис. 2) и спекались в вакуумной печи с подложкой 2 и основанием 3. Толщину капиллярной структуры измеряли с помощью инструментального микроскопа БМИ-1 с точностью до 0,005 мм в четырех местах с одной и другой сторон основания 3. Затем за толщину капиллярной структуры принималось среднее значение измерений. На одном основании

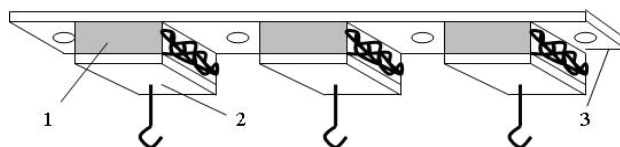


Рис. 2. Конструкция крепления экспериментальных образцов капиллярно-пористых структур для испытаний на растяжение: 1 — спеченная капиллярно-пористая структура; 2 — подложка с крючком для крепления груза; 3 — основание с отверстиями для крепления на экспериментальном стенде

размещалось 5 образцов (на рис. 2 показано только три). Между образцами в основании 3 имелись отверстия для крепления его на испытательном стенде. Толщина основания 3 и подложки 2 выбирались так, чтобы они не изгибались во время испытаний и таким образом не вносили бы погрешности в эксперимент (толщины подложек были равны 1 мм).

4. Экспериментальный стенд

Экспериментальный стенд представлял собой следующую конструкцию (рис. 3). На основании 1 крепился испытуемый образец 2 с припеченной подложкой 3. Подложка 3 соединялась с площадкой, на которую устанавливался груз 9 определенного веса. Шток 6, передающий перемещения на стрелку 5, жестко соединялся с подложкой 3 при помощи специального клея. Стрелка 5 устанавливалась на стойке 4 и свободно закреплялась на оси 10. На оси 11 также свободно крепился шток 6. Для уравнивания веса стрелки и размещения ее в горизонтальном положении использовалась компенсационная пружина 8. Усилия пружины были подобраны таким образом, чтобы давление штока 6 на подложку 3 через ось 11 было минимальным. Перед каждым нагружением испытуемых образцов определялась характеристика пружины в зависимости от положения стрелки. Как показали последующие испытания, характеристика пружины была постоянной и незначительно изменялась от температуры окружающей среды. Величина давления штока 6 на подложку 3 в дальнейшем учитывалась и вычиталась из прикладываемого к образцу веса. Расстояние стрелки между осями 10 и 11 тщательно измерялось с помощью микроскопа БМИ-1 с точностью 0,005 мм (погрешность измерения – 2 %), а между осью 10 и шкалой 7 – линейкой длиной 1 м и ценой деления 1 мм (погрешность измерения – 0,1 %). Такое стрелочное измерительное устройство позволяло фиксировать перемещение штока 6, а соответственно и удлинение капиллярной структуры с высокой точностью (до 1,5 мкм). Этому перемещению соответствовало показание стрелки на шкале 7 равное 1 мм. Вес грузов определялся на электронных весах с точностью до 0,01 грамма.

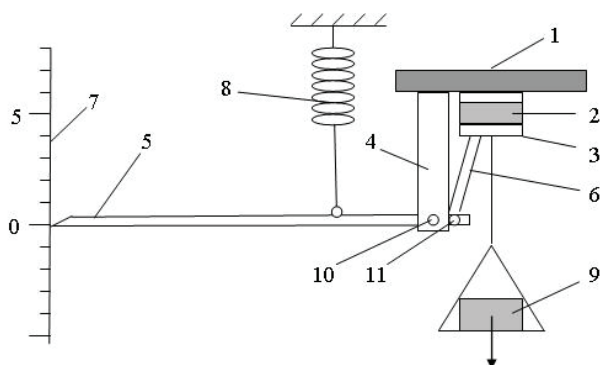


Рис. 3. Схема стенда для проведения испытаний образцов капиллярно-пористой структуры на растяжение: 1 — основание; 2 — образец капиллярно-пористой структуры; 3 — припеченная к структуре подложка; 4 — стойка; 5 — стрелка; 6 — шток; 7 — шкала; 8 — компенсационная пружина; 9 — площадка с грузом; 10 — ось стойки; 11 — ось штока

Методика проведения испытаний образцов на растяжение поперек плоскости войлокования образцов

заклучалась в следующем. После того, как образец закреплялся на испытательном стенде (рис. 3), регулировалось расстояние между основанием 1 и осью 10 так, чтобы стрелка 5 располагалась горизонтально и, показывала нулевую отметку на шкале 7. Затем на площадку 9 устанавливался груз минимальной величины, и фиксировалось показание стрелки на шкале 7. Далее груз снимался, и регистрировалась величина остаточной деформации структуры. Потом на площадку последовательно помещались грузы большей величины и фиксировались показания стрелки, когда образец находился под нагрузкой и без нее. Фиксировалось также время, в течение которого прикладывалась нагрузка к испытываемому образцу и каждую минуту фиксировались показания стрелки. После того, как обнаруживалось изменение показаний во времени при одной и той же нагрузке, образец оставался в таком состоянии в течение 6...10 часов. В течение этого времени каждый час регистрировались показания стрелки и, когда они переставали изменяться, испытание с этим грузом прекращалось. Последовательное нагружение каждого образца проводилось до момента его отрыва от подложки 2 или от основания 3 (рис. 2).

Удельные нагрузки σ (МПа) рассчитывались по известному весу груза P (Ньютон) и площади поперечного сечения капиллярной структуры F (м², площади ее контакта с подложкой 3).

$$\sigma = P/F.$$

Показания стрелки пересчитывались в перемещения подложки 3 (рис. 3) и строились диаграммы растяжения, по которым в дальнейшем определялся предел пропорциональности испытываемой структуры. Из пяти образцов одинаковой пористости определялось среднее значение предела пропорциональности.

5. Результаты исследования

Эксперименты показали, что участок пропорциональности довольно легко можно определить по зависимостям $\sigma = f(\Delta l)$. Так на рис. 4 показана диаграмма растяжения образца пористостью 92 % с волокнами диаметром 30 мкм. Линейный участок кривой (до изгиба) можно считать участком пропорциональности, который характерен тем, что после снятия нагрузки размеры капиллярной структуры сохраняют свое первоначальное состояние. Увеличение нагрузки приводит к заметному изменению характера кривой. При этом после снятия нагрузки видна остаточная деформация образца (образец удлиняется). Нагрузка, при которой $d\sigma/d\Delta l$ начинает снижаться, можно считать пределом пропорциональности $\sigma_{пр}$ для структуры данной пористости.

Пружинные свойства капиллярных структур позволяют в пределах участка пропорциональности им удлиняться на определенную величину и возвращаться в исходное состояние при снятии нагрузки. Величина удлинения зависит от толщины образца, пористости и диаметра волокон. Также важным является и количество пятен контактов волокон друг с другом. А это в свою очередь определяется длиной волокон. Чем длиннее волокна, тем больше пятен контактов и тем выше прочностные свойства структуры и остаточные удлинения уменьшаются.

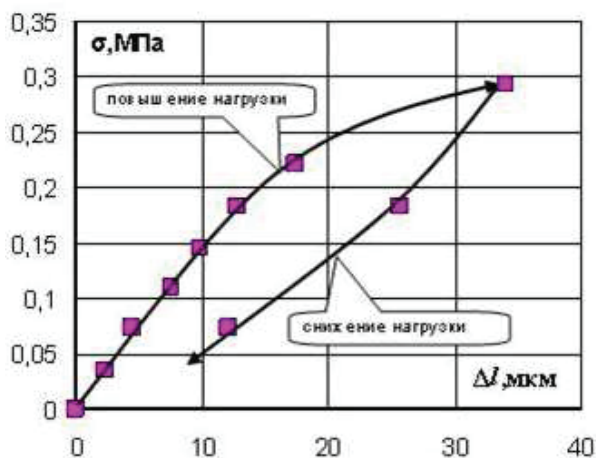


Рис. 4. Зависимость удлинения образца от удельной нагрузки (пористость 92 %, диаметр волокна 30 мкм)

При одной и той же толщине образцов и пористости, чем меньше диаметр волокон, тем ниже удельные нагрузки, при которых уже заканчивается участок пропорциональности. Так на рис. 5 видно, что с увеличением пористости при одном и том же диаметре волокон наблюдается существенное снижение значения предела пропорциональности. Во время экспериментов превышение нагрузки выше предела пропорциональности сопровождалось характерным треском, который свидетельствовал о разрывах волокон внутри капиллярной структуры.

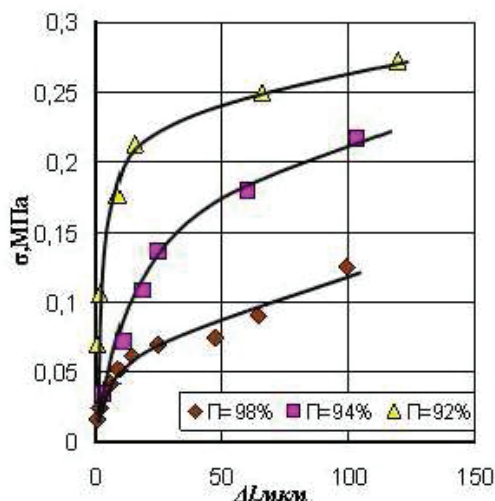


Рис. 5. Зависимость удлинения образцов из волокон диаметром 8 мкм от приложенной нагрузки: температура образцов ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Увеличение диаметра волокон до 30 мкм существенно повысило значения предела пропорциональности (рис. 6). Однако, несмотря на увеличение диаметра волокон более чем в три раза, предел пропорциональности для диаметров волокон 30 мкм повысился, примерно на 0,1 МПа. Такое небольшое увеличение можно объяснить тем, что длина волокон для 30 мкм составляла 3 мм, и количество пятен контактов было меньше, чем у волокон диаметром 8 мкм с длиной 10 мм.

Увеличение температуры испытаний приводит к снижению механических характеристик материалов. Для сталей наблюдается снижение механических свойств

примерно на 15 % на каждые 100 °С повышения температуры [9]. Металло-волоконистые капиллярно-пористые материалы также должны снижать свои механические характеристики с повышением температуры. В [10] было показано, что значения пределов пропорциональности при 20 °С и при 750 °С отличались примерно в 5..6 раз. Из [10] можно определить предел пропорциональности для двух значений пористости 88 % и 92 % при температуре 750 °С для диаметров волокон 30 мкм.

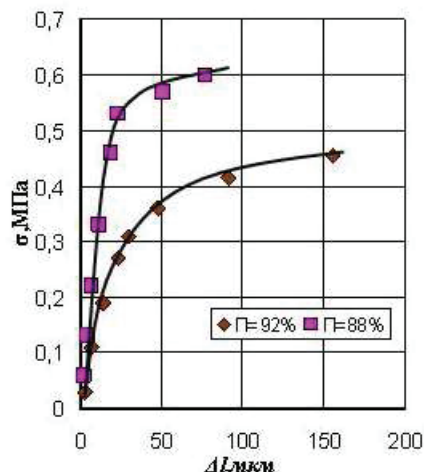


Рис. 6. Зависимость удлинения образцов из волокон диаметром 30 мкм и длиной 3 мм от приложенной нагрузки ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

На рис. 7 приведены данные предела пропорциональности в зависимости от пористости, диаметра волокон и температуры испытаний. Как видно из рисунка наклон линий 1 и 2 примерно одинаков. Однако значения предела пропорциональности структур с диаметром волокон 8 мкм примерно в два раза ниже, чем у структур с диаметром волокон 30 мкм. Увеличение температуры эксплуатации структур приводит к снижению их механических свойств, что очень хорошо видно на рис. 7.

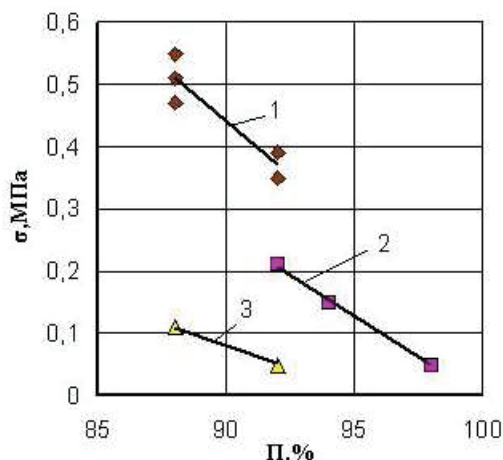


Рис. 7. Зависимость предела пропорциональности при растяжении от пористости образцов: 1 — $d_b = 30\text{ }\mu\text{m}$, $l = 3\text{ mm}$, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 — $d_b = 8\text{ }\mu\text{m}$, $l = 10\text{ mm}$, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 — $d_b = 30\text{ }\mu\text{m}$, $l = 3\text{ mm}$, $t = 750\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10]

6. Выводы

Таким образом, проведенные испытания двух типов капиллярных структур показали, что на прочность

металло-волоконистой капиллярно-пористой структуры влияет большое количество факторов. К числу наиболее значимых можно отнести пористость, диаметр волокон и температурные условия. Применительно к условиям работы высокотемпературных тепловых труб ($t > 500$ °С), когда в виде теплоносителя используются жидкие металлы, необходимо применять капиллярную структуру с волокнами 30 мкм и выше. Потому что в условиях высокотемпературной эксплуатации более подвержены разрушению будут структуры с диаметром волокон 8 мкм. В низкотемпературных тепловых трубах (-70 °С $> t > +250$ °С) применение капиллярных структур с меньшим диаметром волокон более оправдано.

Литература

1. Кравец, В. Ю. Исследование взаимодействия паровых пучков с капиллярной структурой [Текст] / В. Ю. Кравец // Технологические системы. — 2002, — № 2(13). — С. 152–155.
2. Kravets, V. Yu. Experimental Studies of Heat-Transfer Characteristics of Miniaturized Heat Pipes [Текст] / V. Yu. Kravets, Yu. E. Nikolaenko, Ya. V. Nekrashevich // Heat Transfer Research. — 2007. — Vol. 38. — № 6. — pp. 553–563.
3. Косторнов, А. Г. Проницаемые металлические волокновые материалы [Текст] / А. Г. Косторнов. — К. : Техніка, 1983. — 128 с.
4. Косторнов, А. Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов. Том 2 [Текст] / А. Г. Косторнов. — К. : Наукова думка, 2003. — 550 с.
5. Семена, М. Г. Тепловые трубы с металловолоконистыми капиллярными структурами [Текст] / М. Г. Семена, А. Н. Гершуни, В. К. Зарипов. — К. : Вища шк., 1984. — 215 с.
6. Белов, С. В. Пористые металлы в машиностроении [Текст] / С. В. Белов. — М. : Машиностроение, 1981. — 247 с.
7. Косторнов, А. Г. Контактные явления в пористых волоконных материалах [Текст] / А. Г. Косторнов, Л. Г. Галстян // Порошковая металлургия. — 1983. — № 5. — С. 58–61.
8. Пористые проницаемые материалы: Справ. Изд. [Текст] / под ред. Белова С. В. — М. : Металлургия, 1987. — 335 с.
9. Сопротивление материалов [Текст] / Г. С. Писаренко, В. А. Агарев, А. Л. Квитка и др. — К. : Техніка, 1967. — 791 с.
10. Baturkin, V. Study of Structural and Mechanical Properties of Metal Felt Wicks Intended for High Temperature Heat Pipes — Solar Receivers [Текст] / V. Baturkin, V. Kravetz, A. Nischik, V. Zaripov, J. Moreno // 12th International Heat Pipe Conference, May 19–24, 2002, Moscow — Kostroma — Moscow, pp. 547–552.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАПІЛЯРНИХ СТРУКТУР СТОСОВНО К УМОВАМ ФУНКЦІОНУВАННЯ В ТЕПЛОВИХ ТРУБАХ

Представлені результати дослідження механічних навантажень металоволокненої капиллярно-пористої структури з нержавіючої сталі в діапазоні пористості від 88 до 99 %. Досліджувались на розрив зразки з діаметрами волокон 8 мкм і 30 мкм. Показано, що на міцність капиллярної структури впливають як пористість і діаметр волокон структури, так і температурний діапазон роботи в теплових трубах.

Ключові слова: капиллярна структура, границя міцності, границя пропорційності, тепла труба.

Кравец Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра атомных электростанций и инженерной теплофизики, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», e-mail: kravetz_kpi@ukr.net.

Кравец Дмитрий Владимирович, научный сотрудник, Институт спецтехники и экспертизы СБУ, e-mail: kravetz_kpi@ukr.net.

Кравец Володимир Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра атомних електростанцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».

Кравец Дмитро Володимирович, науковий співробітник, Інститут спецтехніки і експертизи СБУ.

Kravets Volodymyr, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», e-mail: kravetz_kpi@ukr.net.

Kravets Dmitry, Institute of Specialized Equipment and Expertise of Security Service of Ukraine, e-mail: kravetz_kpi@ukr.net.

УДК 004.891.3+004.93.11

Кузнецов Д. И.,
Купин А. И.

АНАЛИЗ И СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА РАСПОЗНАВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ЭЛЕКТРОСЕТИ

В статье рассмотрена задача повышения качества диагностирования электрооборудования на основе спектр-токового анализа. Рассмотрена проблема уменьшения влияния шума на процесс диагностики. Предложен и релизован программно частотный фильтр-маска для решения задачи идентификации электрооборудования в условиях современных электросетей с целью дальнейшей диагностики.

Ключевые слова: высшая гармоника, нейронная сеть, программный фильтр, идентификация.

1. Введение

На сегодняшний день крупнейшими потребителями электроэнергии, среди всего электрооборудования, являются электродвигатели. Их доля потребления от выработанной электроэнергии, согласно последним

исследованиям, примерно составляет 75 % [1]. Как и в любом электрооборудовании, в электродвигателях в процессе эксплуатации могут возникать различного рода дефекты, например, повреждение ротора или статора, которые могут привести к тяжелым последствиям, таким как выход из строя самого электродвигателя или

остановку технологического процесса. В силу своей популярности, оптимальному использованию АД препятствует их высокая степень повреждаемости, потому что АД рассчитываются на срок службы 10–15 лет без капитального ремонта при условии их правильной эксплуатации [1, 2].

Поэтому актуальной задачей является создание процесса автоматизации диагностирования АД в рабочем режиме, что в свою очередь может привести к снижению уровня повреждаемости электродвигателей путем раннего выявления дефектов.

2. Анализ исследований и публикаций

Перспективным методом проверки технического состояния электродвигателей является спектр-токовый анализ [1], в основе которого лежит анализ спектрального шума, создаваемого этими электродвигателями.

Главной задачей при диагностике электрооборудования является его идентификация на фоне помех, создаваемых другим электрооборудованием или шумами самой электросети. Задачи идентификации и диагностики электродвигателей, решаемые при спектр-токовом методе, относятся к задачам классификации и распознавания образов. Одним из наиболее распространенных способов распознавания образов является использование аппарата нейронных сетей. Под идентификацией следует понимать запоминание и распознавание характерного следа электродвигателя (спектрального шума) в электросети с помощью нейронной сети.

В современных условиях характеристики входного напряжения не идеальны, а именно, все время встречаются просадки (15–20 %) и скачки (15–20 %) напряжения [2], которые могут существенно видоизменять спектральный шум двигателя (изменение значения амплитуд частот, которые выбираются в роли анализируемых в процессе работы АД), что в свою очередь усложняет процесс диагностирования электродвигателя. При решении задачи идентификации электрооборудования, в основе которой лежит спектральная диагностика сигнала, представленного в виде потребляемого оборудованием тока, главной проблемой является выделение и определение полезного сигнала. Спектральная характеристика получается в результате использования быстрого дискретного преобразования Фурье.

Целью исследований было создание частотного фильтра, который способен отделять среди совокупности сигналов полезный сигнал, даже если частоты шума и полезного сигнала совпадают.

3. Анализ существующих фильтров

Нейронные сети, в силу своего свойства пониженной чувствительности к шумам, не могут выступать в качестве хорошего фильтра полезного сигнала. В основе решения задачи идентификации электрооборудования лежит спектральная диагностика сигнала, представленного в виде потребляемого оборудованием тока. При этом, главной проблемой является выделение и определение полезного сигнала. Поэтому необходимо использовать дополнительные фильтры сигнала.

Под полезным сигналом следует понимать амплитуды высших гармоник, которые создает электрооборудование в электросети и избранные в качестве основных

частот частоты, на которых находятся значения данных амплитуд (см. рис. 1). Под шумом следует понимать все гармоники, присутствующие в электросети и не относящиеся к данному электродвигателю, т. е. гармоники, не выбранные в качестве основных частот. Под основными частотами следует подразумевать частоты, которые имеют наибольшую амплитуду сигнала, и которые выбираются в качестве обучающегося множества для нейронной сети.

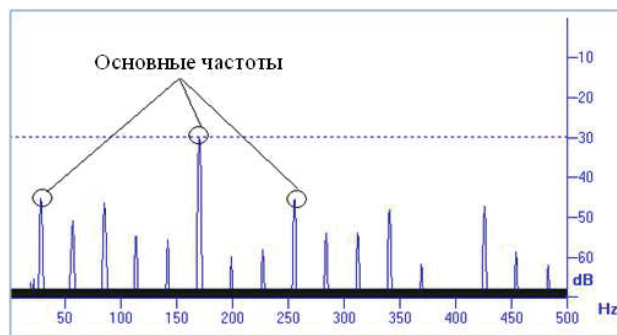


Рис. 1. Пример спектра входного сигнала

Из полученного примера спектра (рис. 1) видно, что частоты, относящиеся к шуму, по своему значению амплитуд отличаются от амплитуд основных частот в среднем на 2...4 дБ, что может привести к ситуации неправильного определения основных частот. Поэтому необходимо использовать фильтрацию полученного сигнала с целью ослабления составляющей шума в спектре входного сигнала.

Так как на одном из этапов работы системы поддержки принятых решений (СППР) является запоминание и идентификация электрооборудования, в электросети может находиться одновременно несколько исследуемых объектов (электродвигателей), то использование физических цифровых фильтров (частотно-выборочные устройства, изменяющие спектральный состав сигнала) недопустимо. Так как процесс запоминания электрооборудования в данный момент времени возможен только с одним объектом, а использование частотно-избирательных устройств фильтров может привести к невозможности отслеживания некоторого из исследуемых объектов [3], предложено использовать программные фильтры.

На сегодняшний день в основе большинства программных фильтров лежит спектральный анализ, и в зависимости от типа АЧХ различают следующие фильтры [4]:

- фильтры нижних частот;
- фильтры верхних частот;
- полосовые фильтры;
- режекторные фильтры.

Так как для получения спектра сигнала используется быстрое преобразование Фурье, то можно использовать оконные функции сглаживания сигнала в качестве программной фильтрации сигнала [5]. В общем случае, процесс фильтрации сигнала имеет следующий вид:

$$s(t) = s_0(t) * w(t), \quad (1)$$

где $s_0(t)$ — неотфильтрованный сигнал, $w(t)$ — функция окна.

К наиболее распространенным оконным функциям относят: прямоугольное, синус окно, окно Барлет, окно Ханна и др.

Определение оптимального фильтра было выполнено экспериментально, путем подключения электродвигателя к «идеальной сети» и определение спектрального шума. Под идеальной электросетью следует понимать сеть, в которой отсутствует влияние другого электрооборудования или других негативных факторов, что повлечет возникновение дополнительного шума, например, используя автономный источник электроэнергии (электрогенератор, аккумулятор). Кроме того, значение коэффициента несинусоидальности не должно превышать 5 %. В общем случае, схема подключения электрооборудования и снятия сигнала представлена на рис. 2.

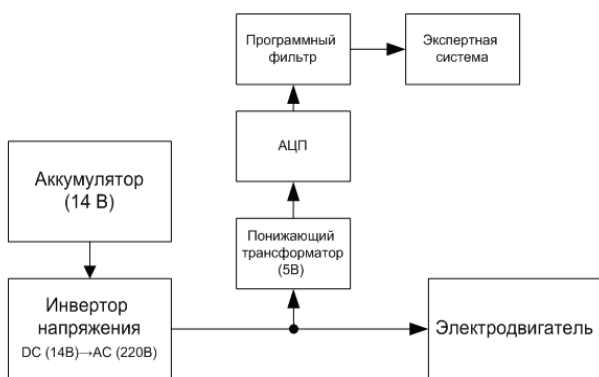


Рис. 2. Схема подключения электрооборудования

В качестве опытного образца был выбран однофазный асинхронный электродвигатель переменного тока 220 В мощностью 1 кВт, частота дискретизации АЦП входного сигнала составляла 44,1 kHz. Критериями качества фильтрации было отношение сигнал/шум и величина сигнала характерной частоты электродвигателя.

Отношение сигнал/шум рассчитывалось как отношение мощности полученного сигнала в целом к значению среднеквадратической ошибки [6]:

$$q = 10 \lg \left(\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - M_0)^2} - 1 \right), \quad (2)$$

где M_0 – математическое ожидание, X – спектральный шум, N – количество элементов выборки.

В качестве окон сглаживаний были выбраны следующие:

прямоугольное окно:

$$w(n) = 1; \quad (3)$$

окно Блэкмана:

$$w(n) = 0,42 - 0,5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0,08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right); \quad (4)$$

окно Хана:

$$w(n) = 0,5 - 0,5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right); \quad (5)$$

окно Гаусса:

$$w(n) = \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{n - \frac{N-1}{2}}{\sigma \frac{N-1}{2}}\right)^2\right); \quad (6)$$

окно Хеминга:

$$w(n) = 0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right); \quad (7)$$

окно Кайзера:

$$w(n) = \frac{I_0(\beta(1 - (n - \alpha)/\alpha)^2)^{0,5}}{I_0(\beta)}; \quad (8)$$

где I_0 – модифицированная функция Бесселя, $\alpha = N/2$ коэффициент ослабления, n – соответствующий элемент выборки, N – общее количество элементов выборки, σ – дисперсия, β – коэффициент ослабления.

Также был протестирован фильтр Калмана, позволяющий минимизировать шумы в полученном сигнале в соответствии с заданной априорной информацией об исследуемой системе [7]. С целью упрощения вычислений предположим, что состояние системы (состояние электрооборудования) зависит от одного вектора значений амплитуд на соответствующей частоте. Для фильтрации полученного сигнала использовались следующие зависимости:

1. Предсказание состояния системы:

$$x_k^- = Fx_{k-1} + Bu_{k-1}. \quad (9)$$

2. Предсказание погрешности ковариации:

$$P_k^- = FP_{k-1}F^T + Q. \quad (10)$$

3. Вычисление усиления Калмана:

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1}. \quad (11)$$

4. Обновление оценки с учетом измерений z_k :

$$x_k = x_k^- + K_k(z_k - Hx_k^-). \quad (12)$$

Обновление погрешности ковариации:

$$P_k = (I - K_k H)P_k^-, \quad (13)$$

где F – матрица перехода между состояниями, B – матрица применения управляющего воздействия, P_k – погрешность ковариации, H – матрица измерений, R – ковариация шума измерений, Z_k – измерение в текущий момент времени, Q – ковариация шума процесса, u_{k-1} – управляющее воздействие в прошлый момент времени, I – матрица идентичности.

При использовании фильтра были установлены следующие значения переменных, которые определяют динамику системы и измерений:

1. Значения матрицы динамики системы было принято $F = 1$, так как будем считать, что электрооборудование все время работает в исправном состоянии, т. е. предсказанное значение равно предыдущему.

2. Значения матрицы управляющего воздействия было принято $B = 0$, так как нет информации о возможных факторах влияния на работу оборудования за время дискретизации (перепады напряжения, перегрузки и др.).

3. Погрешность измерений $R = 15$ и шум процесса $Q = 2$ были получены эмпирическим путем (экспериментально).

Результаты тестирования представлены в табл. 1. Как видно из таблицы, наибольшего усиления, в соответствии с критерием сигнал/шум, дает окно Гаусса 52 dB, а наименьшее — прямоугольное окно 36 dB. Вместе с этим, согласно критерию, значение характерной частоты наибольшее усиление дает фильтр Калмана, а наименьшее — окно Гаусса.

С целью определения оптимального фильтра, был рассчитан относительный прирост значения характерной частоты χ :

$$\chi = \frac{q}{\max A_i}, \tag{14}$$

где q — отношение сигнал/шум, $\max A_i$ — характерная частота, $i = \{1..n\}$.

Как видно, оптимальным фильтром является фильтр Калмана, а худшим — окно Блэкмана.

В случае подключения АД к промышленной, а не к идеальной сети, главной проблемой являются высшие гармоники, создаваемые другими АД, что в свою очередь не позволяет пользоваться стандартными типами цифровых фильтров, ведь величина шума может быть намного больше, чем величина полезного сигнала.

Таблица 1

Результаты тестирования цифровых фильтров

№ п/п	Название фильтра	Сигнал/шум, dB	Значение характерной частоты, dB	Относительный прирост значения характерной частоты, χ
1.	Без фильтра	35	-34	1,029
2.	Прямоугольное окно	36	-35	1,0285
3.	Окно Блэкмана	43	-56	0,767
4.	Окно Хана	36	-32	1,125
5.	Окно Гаусса	52	-60	0,866
6.	Окно Хеминга	38	-40	0,950
7.	Окно Кайзера	33	-34	0,970
8.	Фильтр Калмана	43	-32	1,343

Ситуация, когда частоты шума и полезного сигнала совпадают, может привести к неправильному распознаванию дефектов электрооборудования (рис. 3).

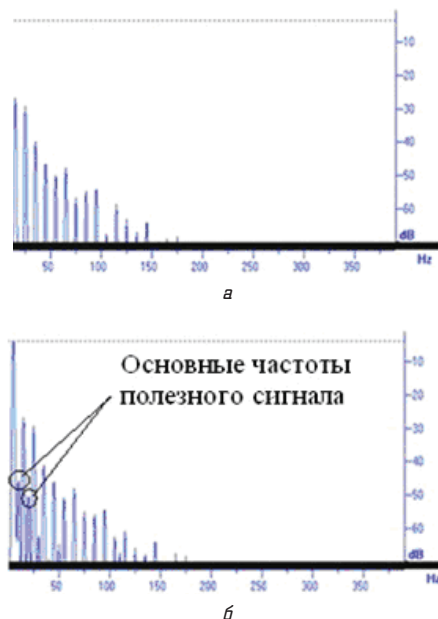


Рис. 3. Пример спектра входного сигнала: а — спектр шумов; б — спектр шума и полезного сигнала

4. Использование фильтра-маски

В случае промышленной сети основными недостатками использования рассмотренных фильтров является невозможность выделения полезного сигнала в результате наложения частот двух объектов. Поэтому было предложено использовать фильтрацию полезного сигнала путем использования фильтра-маски. Т. е. если входной сигнал $Z_{вх}(f)$, в котором на данный момент нет полезного сигнала, а только частоты гармоник, создаваемых другим неисследуемым электрооборудованием, электросетью и т. д., то фильтр-маска (далее маска) примет значение $Z_m(f) = Z_{вх}(f)$. Когда в электросети включается электрооборудование, определение полезного сигнала происходит следующим образом:

$$Z_{вых}(f) = Z_{вх}(f) - Z_m(f) * k, \tag{15}$$

где k — коэффициент «маскировки» шума, который необходимо использовать для корректировки фильтрации, так как амплитудная величина шума имеет динамический характер.

В случае одновременного мониторинга нескольких объектов и необходимости анализа каждого по отдельности, в некоторые моменты времени можно создавать маски для каждого из них. Тогда определение полезного сигнала будет происходить следующим образом:

$$Z_{вых}(f)_k = Z_{вх}(f) - \left(\sum_{i=1}^{k-1} Z_m(f)_i + \sum_{i=k+1}^n Z_m(f)_i \right) * k, \tag{16}$$

где $Z_m(f)_i$ — полезные сигналы неисследуемых объектов, $Z_m(f)_k$ — полезный сигнал исследуемого в конкретный момент времени к текущему моменту.

Результаты тестирования представлено на рис. 4. Частотный фильтр был реализован в среде Delphi 7. На рис. 4,а представлен неотфильтрованный сигнал, а на рис. 4,б — отфильтрованный сигнал.

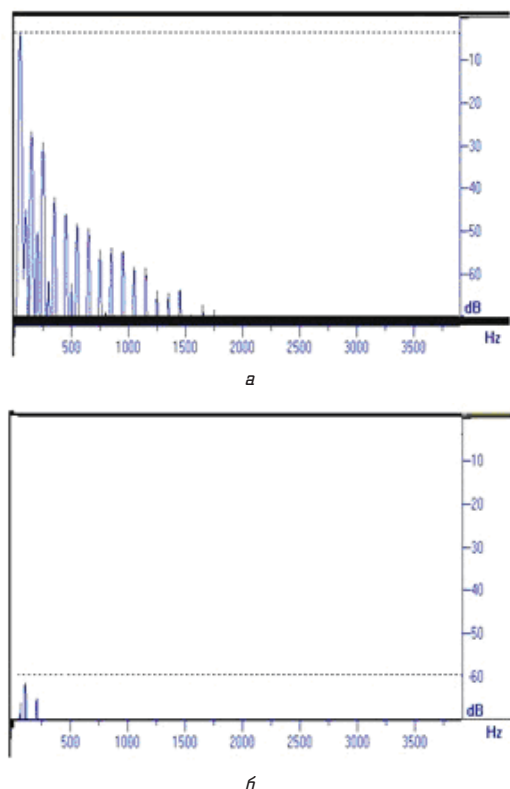


Рис. 4. Пример работы частотного фильтра: *a* — неотфильтрованный сигнал; *b* — отфильтрованный сигнал

В дальнейшем, полученный сигнал можно усилить для получения полной спектральной характеристики электрооборудования путем использования каскада фильтров. Используя коэффициент маскировки k , можно найти «золотую середину», т. е. определение наиболее точной спектральной характеристики электродвигателя.

5. Заключение

Использование программного фильтра позволяет при наличии нескольких включенных объектов к электросети исследовать электродвигатели по отдельности, используя для каждого свою маску.

Предложенный фильтр-маска дает возможность отделять полезный сигнал от шума, даже если они совпадают по частотам.

Использование в паре программного фильтра Калмана и предложенного фильтра-маски, путем усиления слабого сигнала и маскировки наложенного сигнала шума на полезный сигнал, позволит достичь наилучшего качества фильтрации.

Недостатком использования предложенного фильтра является то, что при больших значениях k (для каждого типа АД определяется экспериментально), данный фильтр будет представлять собой фильтр низких частот.

Литература

1. Петухов, В. С. Диагностика состояния электродвигателей на основе спектрального анализа потребляемого тока [Текст] / В. С. Петухов, В. А. Соколов // Журнал «Новости Электротехники». — Москва, 2005. — № 1(31). — С. 23.

2. Кравченко, В. М. Техническое диагностирование механического оборудования [Текст] / В. М. Кравченко, В. А. Сидоров. — Донецк : 2006. — 256 с.
3. Фильтрация языка [Электронный ресурс] / Музычный компьютер. — Режим доступа: <http://www.petelin.ru/vsmag/galaxy/galaxy.htm> (дата обращения: 12.11.2012).
4. Didier G. Fault detection of broken rotor bars in induction motor using a global fault index / G. Didier, E. Ternisien, O. Caspary // IEEE Transactions on Industry Applications. — 2006. — vol. 42, pp. 79–88.
5. Воскобойников, Ю. Е. Фильтрация сигналов и изображений: Фурье и вейвлет алгоритмы (с примерами в Mathematica) [Текст] : монография / Ю. Е. Воскобойников, А. В. Гочаков, А. Б. Колкер. — Новосибирск // ИГАСУ, 2010. — 188 с.
6. Попов, В. С. Исследование влияния боковых лепестков спектра окон на погрешности обработки и передачи сигнала [Текст] / В. С. Попов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. — 203 с.
7. Grewal M. S. Kalman Filtering — Theory and Practice Using MATLAB / M. S. Grewal, A. P. Andrews. — Wiley, 2001. — 167 p.

АНАЛІЗ І ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА РОЗПІЗНАВАННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ

В статті розглянуто задачу підвищення якості діагностування електрообладнання на основі спектр-токового аналізу. Розглянута проблема зменшення впливу шуму на процес діагностики. Запропоновано та реалізовано програмно частотний фільтр-маска для вирішення задачі ідентифікації електрообладнання в умовах сучасних електромереж з метою подальшої діагностики.

Ключові слова: вища гармоніка, нейронна мережа, програмний фільтр, ідентифікація.

Кузнецов Денис Іванович, аспірант, Криворізький національний університет, e-mail: kuznetsov-dennis@yandex.ru.

Купін Андрій Іванович, доктор технічних наук, професор, декан ФІТ, Криворізький національний університет, e-mail: kupin@mail.ru.

Кузнецов Денис Іванович, аспірант, Криворізький національний університет.

Купін Андрій Іванович, доктор технічних наук, професор, декан ФІТ, Криворізький національний університет.

Kuznetsov Denis, Krivoi Rog National University, e-mail: kuznetsov-dennis@yandex.ru.

Kupin Andrew, Krivoi Rog National University, e-mail: kupin@mail.ru.

Фразе-Фразенко О. О.

ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ТЕРМОПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В СИСТЕМАХ ДОСТУПУ

Розглядаються передумови використання біометричних методів ідентифікації та аутентифікації, які засновані на особливостях термограм особи людини. Приводиться послідовність роботи алгоритму щодо градієнтного методу виділення контурів та вирішення задачі розпізнавання термограми обличчя, який може бути використаний для підвищення якості функціонування систем доступу до інформаційних ресурсів.

Ключові слова: ідентифікація, аутентифікація, термограма, доступ, FAR, FRR.

1. Вступ

Необхідність розмежування доступу до інформації в сучасному суспільстві на одне з чільних місць ставить проблему перевірки справжності користувача. Посилення інтенсивності використання комп'ютерних мереж, як правило, спрощує завдання зловмисника щодо отримання несанкціонованого доступу до даних або до певних сервісів, що надаються комп'ютерними та автоматизованими системами. Крім задачі забезпечення розмежування прав доступу до інформації сучасні програмно-технічні комп'ютеризовані комплекси вирішують ряд суміжних завдань. Дві основні процедури, які вони виконують, є ідентифікація та аутентифікація суб'єктів доступу. У загальному випадку таким суб'єктом для комп'ютерної системи може бути не тільки зовнішній вигляд особи, включаючи відбитки пальців, райдужну оболонку ока, особливості поведінки чи написання ключових слів, а й такі параметри, які не фіксуються звичайними методами. Як показав аналіз доступних літературних джерел, до них відноситься такий параметр, як термограма людини або її окремих зон.

2. Формування мети та завдань

Постановкою проблеми є обґрунтування передумов щодо знаходження способу надійного захисту від несанкціонованого доступу до інформації шляхом застосування біометричних технологій, які засновані на аналізі термограм та градієнтних методів виділення контурів.

3. Аналіз досліджень та публікацій

Найбільш важливі результати по біометричній ідентифікації були отримані в роботах С. Новікова, В. Гудкова, О. Черномордика по розпізнаванню відбитків пальців, Г. Кухарева, А. Тельних — з різних аспектів лицьовій біометрії, А. Іванова, А. Малигіна — по нейромережевих методах біометричної ідентифікації, Л. Местецького — по розпізнаванню на основі параметрів кисті руки, І. Спиридонова — в галузі стандартизації та біометричної техніки, В. Димкова, І. Синіцина — з автоматизації наукових досліджень в області біометричної ідентифікації, С. Бочкарьова — в області голосової ідентифікації особистості, О. Ушмаева — по мультібіометрії.

Серед зарубіжних досліджень в області біометричної ідентифікації слід виділити роботи таких фахівців, як А. Masnfield, A. Pentland, A. Ross, D. Maio, D. Maltoni, D. Zhang, J. Daugman, J. Wayman, K. Bowyer, M. Turk, N. Ratha, P. Griffin, P. Grother, P. Phillips, R. Bolle, A. Jain та багато інших. Слід зазначити, що у їх працях проблемі ідентифікації та аутентифікації по термограмам увага майже не приділяється, що пояснюється складністю обладнання, яке повинне бути задіяне для отримання певних параметрів особи. Втім, як зазначає більшість із приведених дослідників, забезпечення доступу до інформаційних ресурсів з обмеженим доступом на основі термограм є достатньо перспективним. Поясненням цього є той факт, що метод термодоступу забезпечує ідентифікацію навіть у таких складних випадках, як розрізнення близнюків, наявність шумів у вигляді всіляких заважаючих об'єктів на фотознімках, можливість використання муляжів та ін.

4. Результати досліджень

Незважаючи на незначну популярність біометричних методів доступу, істотними перевагами при використанні є те, що їх неможливо передати іншому об'єкту, втратити або украсти. Технології біометричних методів роблять їх практично ідеальними для використання в якості аутентифікаторів, оскільки надійність системи доступу безпосередньо залежить від можливості потрапляння в руки зловмисника предмету ідентифікації.

Проте зазначимо, що використання біометричних характеристик, особливо з використанням термограм, наприклад, обличчя, в якості ідентифікатора пов'язане з багатьма труднощами. Проблемаю є те, що на відміну від знань про предмет ідентифікації та про власності його характеристик, користувачем пред'являється біометричний ідентифікатор, який ні в якому разі не буде з абсолютно точно співпадати з ідентифікатором з бази даних. У процесі екстракції властивостей з біометричного зразка, їх характеристики піддаються лінійним, а частіше нелінійним перетворенням та накладенню шуму [1]. Це призводить до того, що при пошуку відповідного

біометричного ідентифікатора в базі даних використовується не просте порівняння цифрового представлення інформації, а більш складний алгоритм, який полягає в наступному [2].

1. До шаблону, що пред'являється користувачем B_1 , та який зберігається в базі даних B_2 , застосовується функція екстракції, тобто $f(B_1)$, $f(B_2)$.
2. Обчислюється величина, яка виражає ступінь подібності між зразками, тобто $s(f(B_1), f(B_2))$.
3. Отримана величина порівнюється з наперед заданим пороговим значенням T . У тому випадку, коли $s > T$, процедура завершується успішно, у разі, коли $s < T$ — невдало.

Загально прийнято, що ефективність роботи алгоритму стосовно до обраного біометричного параметру оцінюється за двома критеріями, які, логічно, ми також будемо використовувати:

1. FAR (англ.: False Acceptance Rate) — коефіцієнт помилкового доступу, який є процентним показником випадків, при яких перевірка особи виявилася помилково успішною.
2. FRR (англ.: False Rejection Rate) — коефіцієнт помилкової відмови в доступі, який є процентним показником випадків, при яких перевірка особи помилково завершилася невдачею.

Проведений аналіз, який базувався на обробці доступних літературних джерел за напрямом дослідження, показав, що для використання в системі аутентифікації біометричного ідентифікатора у вигляді нормованих за певними правилами контурів термограм обличчя, необхідно застосування біометричного параметра B , функції екстракції f та оператора порівняння s , для яких вимоги до обчислювальних ресурсів будуть мінімальними при достатньо низькому рівні FRR. Це має забезпечити швидке та успішне визначення особистості користувача. При цьому вимога щодо мінімізації FAR не є критичною, оскільки надійність аутентифікації практично повністю залежить від аутентифікатора, а не від ідентифікатора. Виходячи з цього, можемо зробити висновок про те, що система доступу буде надійно ідентифікувати та аутентифікувати користувачів навіть у тих випадках, коли між предметом доступу та шаблоном, який зберігається у базі даних, будуть певні відмінності. Втім, рівень відмінностей повинен встановлюватися вимогами до конфіденційності інформації.

Якщо для ідентифікатора найбільш важливим параметром є FRR, то при виборі відповідного аутентифікатора критичну роль відіграє значення FAR. Крім цього, зростання ступеню застосування біометричних аутентифікаторів є доцільним у зв'язку з тим, що забезпечується виконання певних вимог. Так, більшість фізіологічних біометричних ознак не може отримати широке застосування з причини небажання більшої частини користувачів комп'ютерних систем передавати в бази даних свої унікальні та незмінні параметри. Ситуація загострюється тим, що при їх витоку та попаданню до злоумисника, користувач не зможе цьому зашкодити. Відповідно, біометричні показники можуть бути використані не тільки в системах доступу, а й при інших обставинах. Так, наприклад, сітківка ока людини містить інформацію про хвороби і ці дані можуть бути використані роботодавцями з метою відмови у наданні роботи. Метод, який пропонується та заснований на нормуванні за певними правилами контурів термограм

обличчя з використанням градієнтного методу виділення контуру, включає нелінійні перетворення, які не передбачають відновлення біометричних показників після їх обробки та занесення до бази даних. Цим знімається вище приведене моральне обмеження та робить метод достатньо доступним. Короткі передумови до його застосування та сутність описані нижче.

Растрові зображення термограм особи людини, яких можна отримати доступними технічними засобами, можуть містити ділянки, затінені та засвічені в інфрачервоному діапазоні. Природно, що звичайними засобами людина не може виявити такі ділянки під час фіксації термограм. Тим паче, що при автоматичній відеозйомці в такому діапазоні, можливостей сучасної техніки явно недостатньо. Як наслідок, на одному і тому ж зображенні можуть зустрічатися світлі об'єкти на темному фоні і, навпаки, темні об'єкти на світлому фоні.

Виділення контурів об'єктів на півтонових растрових зображеннях можна здійснювати спільно з виділенням самих об'єктів. Для цього, зазвичай, використовують порогові методи сегментації на основі середнього значення яскравості пікселів, наприклад, так, як це показано в [5]. У даному методі спочатку в деякій області визначають середнє значення яскравості пікселів зображення, задають порогове значення, а потім в ній виділяють об'єкти, якщо яскравість пікселів в ній по модулю перевищує дане порогове значення. Інакше ухвалюється рішення про те, що область однорідна. Такий метод дає добрі результати при розпізнаванні спеціальних зображень в яких на однорідному світлому фоні присутні темні об'єкти або, навпаки, на темному загальному фоні присутні світлі об'єкти. Такі зображення отримують при зйомці об'єктів під мікроскопом, фотографуванні осіб з фіксацією і т. д. Проте в зображеннях з інфрачервоним освітленням та довільним набором об'єктів часто зустрічаються одночасно обидва випадки — темні об'єкти на світлому фоні і світлі об'єкти на темному фоні. Зрозуміло, що терміни «темний» і «світлий» відносяться до інфрачервоного діапазону. У такій ситуації метод з [5] дає погані результати або взагалі не застосовний.

По сукупності ознак найбільш близьким для використання є градієнтний спосіб виділення контурів об'єктів на матриці півтонового растрового зображення, приведений в [6]. Він полягає в тому, що для всіх пікселів растрового зображення за заздалегідь вибраним способом обчислюється норма або квадрат норми градієнта зміни їх яскравості. Потім, на підставі отриманих даних, на новій чорно-білій монохромній матриці чорним кольором на білому фоні виділяються всі елементи у яких значення норми або квадрата норми градієнта більше деякого порогового значення. У якості контурів зображення на монохромній матриці приймаються зв'язні конфігурації елементів чорного кольору. При цьому невирішеним завданням залишається вибір процедури підвищення якості автоматизованих алгоритмів виділення контурів об'єктів на растрових зображеннях за рахунок обґрунтованого вибору порогового значення норми градієнта і додаткового відбракування помилково виділених ділянок зображень у якості контурів.

Задачу можна вирішити використанням методу [4], який дозволяє підвищити якість виділення контурів на растрових зображеннях загального застосування та, при відповідній доробці, растрових зображеннях термограм обличчя людини. Метод припускає, що на першому

етапі для всіх пікселів растрового зображення, згідно вибраному способу, обчислюється норма або квадрат норми градієнта зміни їх яскравості. Другий крок: на новій чорно-білій монохромній матриці чорним кольором на білому фоні повинні бути виділені всі елементи, у яких значення норми або квадрата норми градієнта більше порогового значення, а як контури об'єктів на монохромній матриці приймаються зв'язні конфігурації елементів чорного кольору. Далі, для вибраного способу обчислення градієнта визначається коефіцієнт і розраховується порогове значення квадрата норми градієнта, як добуток даного коефіцієнта на суму квадратів середніх величин модулів зміни яскравості сусідніх пікселів по рядках та стовпцях. При цьому враховується, що у них значення перевищують загальні середні рівні ненульових змін по рядках і стовпцях відповідно, а серед зв'язних конфігурацій елементів чорного кольору на монохромній матриці відразу відкидаються конфігурації, у яких число вхідних елементів менше 5–7. Для конфігурацій, що залишилися, обчислюється середня ступінь сусідства, тобто результат від ділення суми по всіх елементах конфігурації сусідніх з ним елементів на суму елементів в конфігурації. При цьому ті конфігурації, у яких середній ступінь сусідства менше 3, відкидаються, а ті, що залишилися, приймаються як шукані контури об'єктів.

Розглянемо прямокутне півтонове растрове зображення розмірами $n \times m$, де n — число рядків, m — число стовпців. Функція зміни яскравості $f(i, j)$ пікселів растрового зображення враховує дві основні причини:

- 1) контури об'єктів, які містяться на зображенні;
- 2) зміни освітленості поверхонь самих об'єктів.

Зазвичай, в першому випадку зміна яскравості різка, але вона відбувається на невеликих ділянках зображення. У другому випадку зміни невеликі, але вони захоплюють основну частину матриці зображення. Середні рівні зміни ненульових значень яскравості пікселів зображення по рядках і стовпцях відповідно, рівні:

$$m_{f_{gor}} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n-1} |f(i+1, j) - f(i, j)|}{N_{gor}},$$

$$m_{f_{vert}} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n-1} |f(i, j+1) - f(i, j)|}{N_{vert}},$$

де N_{gor} , N_{vert} — загальні числа ненульових змін яскравості в рядках та стовпцях матриці відповідно.

Для звичайних зображень у величинах $m_{f_{gor}}$ та $m_{f_{vert}}$ основний внесок вносять зміни типу 2, тобто освітленості поверхонь самих об'єктів. У зв'язку з цим модулі строкових різниць $|f(i+1, j) - f(i, j)|$, що перевищують $m_{f_{gor}}$, і модулі різниць в стовпцях $|f(i, j+1) - f(i, j)|$, що перевищують $m_{f_{vert}}$, відносяться, в основному, до типу 1 і відображають зміну яскравості пікселів на межах між об'єктами, які містяться на зображенні. Середні значення даних величин, тобто $M_{f_{gor}}$ та $M_{f_{vert}}$, характеризують зміну яскравості на межах об'єктів зображення.

Порогове значення при розпізнаванні контурів термограм приймається рівним $P = k(M_{f_{gor}}^2 + M_{f_{vert}}^2)$, де k — постійний коефіцієнт, залежний від способу обчислення градієнта $G(i, j)$.

На новій чорно-білій монохромній матриці M чорним кольором на білому фоні виділяються всі елементи, у яких значення норми або квадрата норми градієнта $G(i, j)$ більші за P . Як контури об'єктів на монохромній матриці приймаються зв'язні конфігурації елементів чорного кольору. Потім серед виділених зв'язних конфігурацій віддаляються всі, у яких менше 5–7 елементів, оскільки вони через свою крихітність не можуть бути реальними контурами об'єктів.

Для конфігурацій, що залишилися, обчислюється середній ступінь сусідства, тобто результат від ділення суми по всіх елементах конфігурації сусідніх з ним елементів на суму елементів в конфігурації. При цьому ті конфігурації, у яких середній ступінь сусідства менше 3, відкидаються як погіршеності розпізнавання, а ті, що залишилися — приймаються, як контури об'єктів. Конфігурації, у яких середній ступінь сусідства менше 3, зазвичай є розірваними зв'язними структурами, які виникають при аналізі освітленості поверхонь самих об'єктів і є погіршеннями розпізнавання.

5. Висновок

Розглянуті передумови використання біометричних методів ідентифікації та аутентифікації, які засновані на особливостях термограм особи людини [7, 8]. Показаний метод вирішення задачі розпізнавання контуру термограми обличчя людини, який дозволяє підвищити якість функціонування систем захисту інформації та отримати достатньо високі показники FAR та FRR [9, 10].

Література

1. Болл, Р. М. Руководство по биометрии [Текст] : монография / Р. М. Болл. — М. : Техносфера, 2007. — 368 с.
2. Лысак, А. Б. Идентификация и аутентификация личности [Текст] / А. Б. Лысак // Математические структуры и моделирование. — Омск : ОмГУ. — 2012. — № 26. — С. 124–134.
3. Скопа, О. О. Анализ развития современных направлений информационной безопасности автоматизированных систем [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова // Системы обработки информации. — Харьков : Харьковский ун-т Повітряних Сил ім.І.Кожедуба. — 2009. — № 7(79) : Безопасность та захист інформації в інформаційних системах. — С. 48–54.
4. Градиентный способ выделения контуров объектов на матрице полутонового растрового изображения [Текст] : пат. 2325044 Росія : МПК H04N1/409 (2006.01), G06K9/46 (2006.01) / Гданський М. І. (RU), Марченко Ю. А. (RU) ; заявник та патентообладач Московський державний університет інженерної екології (RU) ; заявл. 21.02.2007 ; дата опублікування невідома.
5. Павлидис, Т. Алгоритмы машинной графики и обработка изображений [Текст] : монография. — М. : Радио и связь, 1986. — 86 с.
6. Андреев, А. Л. Автоматизированные телевизионные системы наблюдения. Арифметико-логические основы и алгоритмы [Текст] : навч. посібник. — СПб. : СПбГУИТМО, 2005. — 138 с.
7. Danielyan, E. The Lures of Biometrics [Текст] / E. Danielyan // The Internet Protocol Journal. — 2004. — Том 7. — № 1. — С. 15–35.
8. Monrose, F. Keystroke dynamics as a biometric for authentication : [Текст] / F. Monrose, A. Rubin // Future Generation Computer Systems. — 2000. — № 16. — С. 351–359.

9. Chellappa, R. Human and machine recognition of human face images : [Текст] / R. Chellappa, C. L. Wilson, S. Sirohey // Proceeding of the IEEE. — 1995. — № 83. — С. 705–741.
10. Borkar, M. User identification systems leverage smarter biometrics technologies : керівний документ / White paper : Texas Instruments, 2012. — 6 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕРМОПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ В СИСТЕМАХ ДОСТУПА

Рассматриваются предпосылки использования биометрических методов идентификации и аутентификации, основанные на особенностях термограмм личности человека. Приводится последовательность работы алгоритма по градиентному методу выделения контуров и решения задачи распознавания

термограммы лица, который может быть использован для повышения качества функционирования систем доступа к информационным ресурсам.

Ключевые слова: идентификация, аутентификация, термограмма, доступ, FAR, FRR.

Фразе-Фразенко Олексій Олексійович, заступник начальника Центру інформаційних технологій, Одеський національний економічний університет, e-mail: fraze@ukr.net.

Фразе-Фразенко Алексей Алексеевич, заместитель начальника Центра информационных технологий, Одесский национальный экономический университет.

Fraze-Frazenko Alexey, Odessa National Economic University, e-mail: fraze@ukr.net.

УДК 658.562.3

**Шатохіна Ю. В.,
Клінцов Л. М.,
Шкінь О. М.,
Мазюк Н. С.**

ЯКІСТЬ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЯК ФУНКЦІЯ СКЛАДУ ВХІДНОГО ПОТОКУ

В роботі проведено дослідження стабільності показників вхідного потоку стічних вод та впливу її на якість процесу очищення стоків в умовах діючого підприємства ДП «Чернігів-водоканал» з використанням аналітичних та експериментальних методів. Виявлено значну нестабільність процесу, у кореляцію між БСК₅ на вході і виході, та отримано уточнення між значенням показників БСК₅ і БСК_{повн}.

Ключові слова: стічні води, якість процесу очищення, біохімічне споживання кисню.

1. Вступ

Актуальною проблемою сьогодення є забезпечення якості продукції і процесів її отримання для різних галузей народного господарства, особливо — для збереження водних ресурсів, захисту їх від забруднення. Відомо, що у порівнянні з іншими країнами Європи Україна — одна із найменш забезпечених водними ресурсами країн, а це є вагомим фактором на думку комісії ООН обмеження для соціально-економічного розвитку держави [1, 2]. В Австрії, наприклад [3], визнали найважливішими цілями каналізаційної системи громадське здоров'я і безпеку, охорону довкілля, що дозволило профінансувати понад 20 млрд. євро у розбудову каналізаційної системи.

Захист від забруднення водних ресурсів має для України дуже важливе значення, Україна потерпає від того, що практично 100 % діючих спеціалізованих каналізаційно-очисних споруд (КОС) не забезпечують необхідний рівень очищення за окремими компонентами [4], але три сторони соціального партнерства — споживачі, КОС і держава — ще не досягли необхідної співпраці.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Так, саме споживачі забезпечують понад 90 % біогенних елементів у стічній воді (СВ) внаслідок використання певних миючих засобів [5], а держава забезпечила існування законів і важливих документів для нормативного

захисту водних ресурсів (наприклад, Закон України «Про охорону навколишнього середовища», Водний кодекс, стандарти серії ISO 14000, значну кількість міжнародних стандартів, гармонізованих в Україні щодо очищення стічних вод [6–9]), але поки що недостатньо впливає на споживачів у питаннях використання ними тих миючих засобів, що містять біогенні елементи, які не очищуються за технологіями діючих КОС, а потрапляють у водойми та знищують їх.

Про недостатнє розуміння проблеми забруднення водних ресурсів свідчать також проведені нами дослідження, які виявили на Чернігівщині високі темпи зростання суб'єктів господарської діяльності, що наднормативно забруднюють довкілля і водні ресурси, а готовність суспільства до розвитку екологічних аспектів корпоративної соціальної відповідальності за розглянутий десятирічний період зменшилась з 88 % до 39 % [10, 11]. Недостатньо враховується і існування зовнішніх для КОС причин, які впливають на якість процесу очищення СВ. Так, порушення існуючих правил (наприклад, залпові скиди токсичних речовин) здатні зруйнувати усю складну систему очищення [12, 13], а зміна складу СВ внаслідок зміни соціально-економічних умов у регіоні потребує своєчасного фінансування для реконструкції КОС чи впровадження нових технологій і обладнання. Цим зовнішнім причинам приділяється недостатня увага, зокрема, нами не виявлено в літературних джерелах даних відносно кінетики зміни показників СВ для стабільно працюючих КОС за тривалий період часу.

Мета роботи — дослідження стабільності показників вхідного потоку стічних вод та впливу її на якість процесу очищення стоків.

Об'єкти та методи дослідження — проаналізовано результати вимірювань деяких показників стічної води на вході і виході з очисних споруд на протязі 18 місяців в умовах КП «Чернігівводоканал», використано аналітичні та експериментальні методи дослідження, що базуються на принципах TQM, традиційних для водовідведення методах контролю якості процесу, визначенні хімічного споживання кисню (ХСК), біохімічного споживання кисню (БСК) [13–15], розрахунки виконувались із застосуванням процесора Microsoft Excel 7.0.

3. Результати та їх обговорення

Аналіз показників стічної води на вході у КОС за тривалий період — 18 місяців — дозволяє виявити зміну показників з часом, що необхідно для обрання стратегії управління процесом очищення стічних вод. Так, зміни показників БСК₅, БСК_{повн}, ХСК (рис. 1) демонструють, що деякі періоди відносної стабільності показників завершуються раптовим зростанням показників, що свідчить про зростання забрудненості стічних вод.

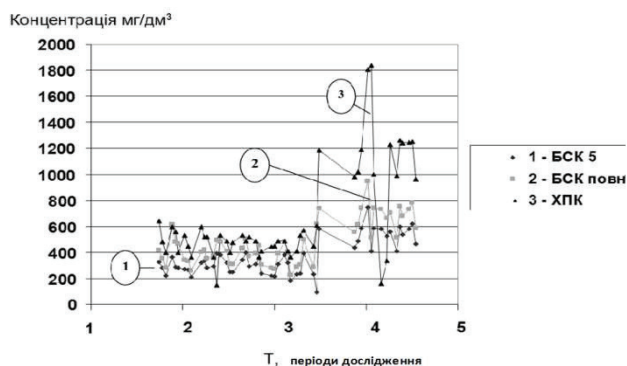


Рис. 1. Нестабільність показників вхідного потоку стічних вод

Використання 50 вимірів БСК₅ для визначення статистичного розподілу показника забрудненості СВ у даному періоді часу виявило, що частоти зміни показника (тобто кількість вимірів БСК₅, що відповідають певному діапазону значень) змінювались від 0 до 8 при діапазоні значень БСК₅ від 180 до 715 мг/дм³ (табл. 1).

Таблиця 1

Статистичний розподіл значень БСК₅ у вхідній СВ

№ п/п	Діапазон значень, мг/дм ³	Кількість вимірів БСК ₅ , що потрапили у діапазон
1	до 180	0
2	180—276	13
3	276—372	16
4	372—468	9
5	468—564	5
6	564—660	7
7	660—756	1

Гістограма (рис. 2), побудована з використанням представлених даних, свідчить, що частота потрапляння

показника забруднення БСК₅ не відповідає класичним типам розподілу і має декілька максимумів, що свідчить про значну нерівномірність вмісту СВ з часом, що підкреслює складність забезпечення якості і стабільності процесу, що розглядається.

Відомо, що недоліком очищення стічних вод в аеротенку є деяка інерційність системи, обумовлена властивостями активного мулу (сукупності певних гідробіонтів) збільшувати чи зменшувати кількість популяцій, а також їх здатністю засвоювати і перетворювати забруднення або ігнорувати їх. Проведений нами на підставі фактичних даних аналіз впливу складу вхідного потоку на процес очищення СВ виявляє певну тенденцію — погіршення якості очищення зі збільшенням БСК₅ вхідного потоку (рис. 3).

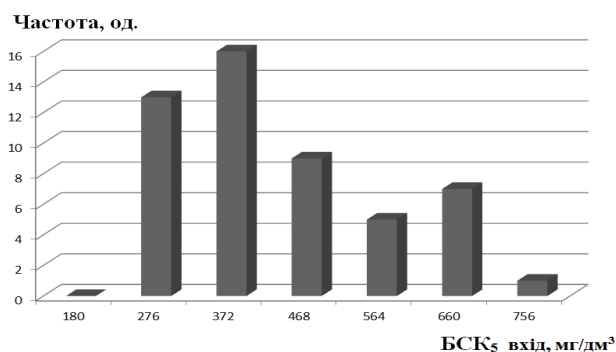


Рис. 2. Гістограма частоти потрапляння показника БСК₅ вхідного потоку у розглянутий діапазон значень

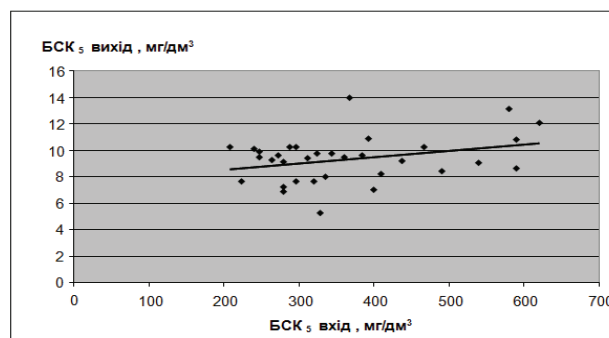


Рис. 3. Залежність між БСК₅ на вході і виході процесу очищення

Ця нестабільність викликає потребу у постійному контролі показників забрудненості стічних вод для оперативних дій і забезпечення якості процесу. Але існуючі методи недостатньо оперативні і не повною мірою забезпечують потреби виробництва, наприклад, значення показника БСК₅ визначається на протязі 5 діб, за цей час стічні води виходять за межі очисних споруд, а визначення показників БСК₂₀, БСК_{повн} потребує 20 діб та більше. Інколи використовують орієнтовну залежність БСК₅ приблизно дорівнює 3/4 БСК_{повн}, [13], але проведений нами методом найменших квадратів з використанням комп'ютерної програми аналіз дозволив уточнити залежність між цими показниками (рис. 4). Виявлено, що залежність між БСК₅, БСК_{повн} визначається наступним лінійним рівнянням:

$$\text{БСК}_{\text{повн}} = 1,2608 \times \text{БСК}_5 - 0,1946, \quad (1)$$

з високим коефіцієнтом детермінації

$$R^2 = 0,9999. \quad (2)$$

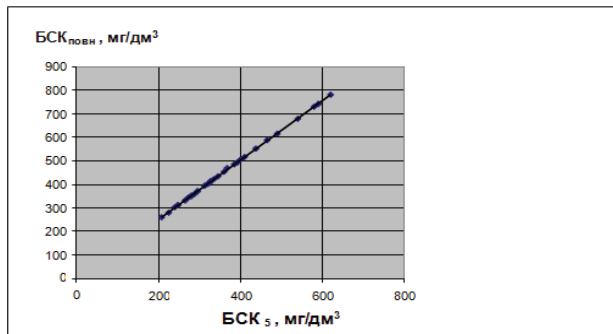


Рис. 4. Залежність між БСК₅ і БСК_{повн} у вхідній СВ

Отриманий результат можна використовувати для підвищення оперативності контролю за процесом очищення СВ і прогнозування ситуації.

4. Висновки

- дослідження показників вхідного потоку стічних вод та впливу стабільності цих показників на якість процесу очищення стоків, проведене з використанням вимірів показників забрудненості (БСК) в реальних умовах діючої КОС на протязі 18 місяців, виявило дані, що розвивають уявлення про особливості забезпечення якості процесу очищення СВ;
- гістограма частоти потрапляння показника забрудненості БСК₅ у сім обраних діапазонів з кроком 96 мг/дм³ в інтервалі від 180 мг/дм³ до 756 мг/дм³ не відповідає класичним типам розподілу і має декілька максимумів, що свідчить про значну нестабільність вмісту СВ з часом, що обумовлює складність забезпечення якості і стабільності процесу, що розглядається;
- виявлено певну тенденцію — кореляцію між БСК₅ на вході і виході потоку стічних вод, що свідчить про обмежені можливості даного варіанту техпроцесу аеротенку;
- отримано дані, що уточнюють залежність між показниками БСК₅, БСК_{повн} з високим коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,9999$ у вигляді лінійної регресії: $БСК_{повн} = 1,2608 БСК_5 + 0,1946$, що має практичне значення для підвищення оперативності контролю за процесом очищення СВ і прогнозування ситуації.

Література

- Рябцев, В. Е. Про якість питної води та стан безпеки водних ресурсів України [Текст] / В. Е. Рябцев, Ю. Л. Коваленко, Л. О. Тарасенко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. — К.: КНУБА. — 2005. — № 5. — С. 4–14.
- Guidelines for Drinking Water Quality, Third edition, v. 1, WHO, Geneva, 2004 (Керівництво з якості питної води, третя редакція).
- Кречмер, Ф. Стратегічна інформація для плану реабілітації каналізаційної мережі Австрії [Текст] / Ф. Кречмер, Т. Ерл // Водопостачання та водовідведення. — К.: ТОВ «Гнозіс». — 2010. — № 2. — С. 12–17.
- Щетинин, А. И. Опыт реконструкции очистных сооружений с применением технологии нитро-денитрификации [Текст] / А. И. Щетинин, Ю. М. Мешенгиссер, М. А. Есин, Б. Ю. Малбиев, А. А. Реготун // Водопостачання та водовідведення. — К.: ТОВ «Гнозіс». — 2011. — № 3. — С. 41–49.
- Шкінь, О. М. Технічні проблеми при дотриманні законодавчих вимог. Екологічні аспекти водовідведення [Текст] / О. М. Шкінь // IWAS-Міжнар. конф. «Українсько-німецьке партнерство у галузі водного господарства — завдання для науки і практики». 15–16.12.2008 р. — Івано-Франківськ. — 35 с.

- ISO 14001:2004. Environmental management systems — Requirements with guidance for use (Системи екологічного керування з вимогами та настановами щодо застосування).
- ISO 14004:2004. Environmental management systems — General guidelines on principles, systems and support techniques (Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення).
- ISO 9001-2008. Quality management systems — Requirements (Системи управління якістю — Вимоги).
- Іванова, Ю. В. Оцінка забезпеченості основних етапів життєвого циклу стічних вод нормативними документами [Текст] / Ю. В. Іванова, А. С. Зенкін, Ю. А. Федорченко, Н. С. Мазюк // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 3, № 6(57). — С. 56–61.
- Іванова, Ю. Аналіз готовності суспільства до розвитку екологічних аспектів корпоративної соціальної відповідальності [Текст] / Ю. Іванова, І. Іванова, Н. Радченко, О. Федоренко // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2010. — № 6. — С. 46–50.
- ISO 26000:2010. Guidance on Social Responsibility (Настанова з соціальної відповідальності).
- Eikelboom D. H. Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic Investigation. — London: IWA Publishing, 2000. — 156 p.
- Накорчевська, В. Ф. Хімія води [Текст]: Навч. посібник / В. Ф. Накорчевська. — К.: ІСДО, 1993. — С. 27.
- ISO 9004:2009. Managing for sustained success of an organization — A quality management approach (Управління з метою сталого успіху організацій — Підхід з позицій управління якістю).
- The Six Sigma Memory Jogger II [Текст]: Карман. справ. по інструментам и методам для совершенствования Шести Сигм (пер. с англ.) / М. Брассард, Л. Финн, Д. Джинн, Д. Риттер. — К.: Укр. асоц. качества, 2007. — С. 214–217.

КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КАК ФУНКЦИЯ СОСТАВА ВХОДНОГО ПОТОКА

В работе проведено исследование стабильности показателей входного потока сточных вод и влияния ее на качество процесса очистки стоков в условиях действующего предприятия ГП «Черниговводоканал» с использованием аналитических и экспериментальных методов. Выявлено значительную нестабильность процесса, корреляцию между БПК₅ на входе и выходе, и получены уточнения между значением показателей БПК₅ и БСК_{полн}.

Ключевые слова: сточные воды, качество процесса очистки, биохимическое потребление кислорода.

Шатохина Юлия Викторовна, аспирант, кафедра метрологий, стандартизации и сертификации; Киевский национальный университет технологий та дизайну, e-mail: juliaaabest@gmail.com.

Клинов Леонид Михайлович, доцент, кафедра экономической кибернетики та информатики, Черниговский державный институт экономики та управления.

Шкінь Олександр Михайлович, начальник КП «Чернігівводоканал».

Мазюк Наталия Степанівна, начальник лабораторії КП «Чернігівводоканал».

Шатохина Юлия Викторовна, аспирант, кафедра метрологии, стандартизации и сертификации; Киевский национальный университет технологий и дизайна.

Клинов Леонид Николаевич, доцент, кафедра экономической кибернетики и информатики, Черниговский государственный институт экономики и управления.

Шкінь Александр Михайлович, начальник КП «Черниговводоканал».

Мазюк Наталия Степановна, начальник лаборатории КП «Черниговводоканал».

Shatikhina Julia, Kyiv National University of Technologies and Design, e-mail: juliaaabest@gmail.com.

Klintsov Leonid, Chernihiv State Institute of Economics and Management.

Shkin' Alexander, Utility enterprise «Chernihivvodokanal».

Mazyuk Natalia, Utility enterprise «Chernihivvodokanal».



DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF DECISION-SUPPORT SYSTEM ON CHOICE OF PRINTING PROTECTION COMPLEX

page 3–5

Nowadays the range of printing production protected from falsification is increasingly expanding. It is determined by the current level of printing equipment, in particular, digital, and its wide spread. Therefore, it becomes urgent task to select the complex of printing protection means for this particular type of production, based on the requirements of maximum reliability, efficiency and low cost. The overall objective of the study is to develop a software complex as a part of a decision-support system concerning the selection of the parameters of protection of printing production. The article analyzes the existing technologies of selection algorithms of complex choice of types of printing protection; suggests the mathematical model of optimal choice of elements of the complex. To solve the optimization problem we suggest a method for linear programming taking into account the restrictions of technology series, which combine the protection means of the same type as to the method of resistance to falsification.

Keywords: protection of printing production, decision-support system, optimization.

References

1. Konshin, A. (1999). Protecting of printing products from falsification. «Sinus» Ltd. 160 p.
2. Sharifullin, M. (2000) Protection foremost. Publish, 7, Record URL: http://www.publish.ru/articles/200007_4040481.
3. Sharifullin, M. (2007) Brand on a lock. Publish, 7, Record URL: http://www.publish.ru/articles/200707_4412442.
4. Kipphan, H. (2001) Handbook of Print Media. Springer. 1207 p.
5. Zhao, J. Koch, E. (1995) Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection. Proc. Int. Cong. Intellectual Property Rights, Knowledge and New Technologies, pp. 242–251.
6. Fu, M. S., Au O. C. (2000) Data Hiding by Smart Pair Toggling for Halftone Images. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 4, 2318–2321.
7. Gudilin, D. (2003) Printed technologies and protect of documents from an imitation. CompuArt, 11, Record URL: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=9287&iid=393>.
8. Herriott, L. (2007). The Designer's Packaging Bible. Rotovision, 304 p.
9. Romano, Frank. (2002) Print media distribution in a digital age. A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT. Record URL: <http://hdl.handle.net/1850/2859>.
10. Brown, Alex. (1989) In Print: Text and Type in the Age of Desktop Publishing. NY: Watson-Guptill Publication, 192 p.

RESULTS OF MODELING OF PROCESS OF ACCELERATION OF A TRACTOR FENDT 939 VARIO

page 5–10

The improvement of performance of a wheeled tractor during technological operations by reducing energy losses when slipping, and the effect of the hydrovolumetric-mechanical transmission on slipping are urgent issues of great

practical importance. That is why there is a need to study and analyze the process of acceleration of a wheeled tractor Fendt 939 Vario. The article determined the impact of laws of variation of regulation characteristics of the hydrovolumetric transmission, and of hydraulic motors working volumes on key parameters of transmission and slipping of tractor's wheels with variable traction force on a hook and acceleration on traction range. There is a comparative analysis of the slipping of wheels of the tractor Fendt 939 Vario with a tractor that has equivalent parameters, and mechanical transmission. The article presents the changes in engine power, in the operating pressure drop in the hydrovolumetric transmission, in the slipping of front wheels, in the efficiency of transmission, in the traction power on the hook on the operating volume of hydraulic motors and speed of the tractor with various laws of variation of regulation characteristics of hydrovolumetric transmission. In addition, the article discusses and analyzes the acceleration of tractor during transport operations.

Keywords: acceleration, wheeled tractor, hydrovolumetric-mechanical transmission slipping, dynamics, traction mode.

References

1. Samorodov, V., Rogov, A., Burlyga, M., Samorodov, B. (2003). The critical review of works in area of tractor hydrostatic-mechanical transmission. Announcer of national technical university the «Kharkov polytechnic institute»: collection of scientific labours. Thematic issue: «Car- and tractor building». № 4, pp. 3–19.
2. Schelcyn, N., Frumkin, L., Ivanov, I. (2011). The modern transmissions for agriculture tractors. «Traktors and agriculture machine». № 11, pp. 18–26.
3. Rogov, A. (2006). Developing calculating methods of system «engine-transmission» for automobiles and tractors: abstract of thesis of dissertation on the competition of graduate degree candidate of technical science. Kharkiv. 24 p.
4. Aytcetmyuller, Kh. (2009). Functional properties and economy of tractor and special technique with the transmissions of VDC. Mechanics of machines, mechanisms and materials. № 1(6), pp. 20–24.
5. Samorodov, V., Bondarenko, A. (2012). Tendencies and prospects of application in car- and tractor building of hydrostatic-mechanical transmission. Car transport. Collection of scientific labours. № 30, pp.13–22.
6. Samorodov, V., Epifanov, V., Bondarenko, A. (2012). Hydrostatic-mechanical transmission as inalienable element of modern tractors. Announcer SevNTU. Collection of scientific labours. Series: Machine building and transport. № 135, pp. 244–247.
7. Samorodov, V., Grigorov, O., Bondarenko, A. (2012). Analysis of hydrostatic-mechanical tractor transmissions: choice and ground of perspective charts. Announcer of national technical university the «Kharkov polytechnic institute»: collection of scientific labours. Thematic issue: Transport machine building. № 20, pp. 24–46.
8. Samorodov, V., Bondarenko, A. (2012). Analysis of hydrostatic-mechanical tractor transmissions Fendt 900 Vario: that hides after advertising? «Traktors and agriculture machine». № 6, pp. 48–52.
9. Samorodov, V. (2013). Dynamics of process of acceleration of wheeled tractors Fendt 900 Vario. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 1(3(61)), pp. 4–11.
10. Chudakov, D. (1972). Bases of theory and calculation of tractor and car. Moscow: «Ear». 384 p.

THE TRANSFORMATION APPROACH OF COMPLEX DESIGN BEARING FOR ANALYTIC DEFINITION ITS INTEGRAL CHARACTERISTICS

page 10–12

The approximate analytical solution of Reynolds equation for complex design bearing is considered. Such bearings have variable curvature bearing faces, uneven feeding of gas-film lubrication and unsymmetrical distribution of thermodynamic parameters in a gap, that makes difficult to find analytical solution in respect to integral characteristics, such as load capacity and stiffness. In this work an approach of transforming complex aerostatic design bearing to a combination of similar conventional bearings (i. e. load capacity and stiffness of both bearing are equal) is suggested. The difference between both bearing designs is determined. The conventional bearings have typical solutions of Reynolds equation, which allows improved solutions for base bearing modeling and analysis. Use of this approach over numerical calculation of complex bearing design is the definition of functional relations between its parameters.

Keywords: aerostatic bearing, gas-film lubrication, non-contact drive.

References

1. Pavel Nosko, Vladimir Breshev, Pavel Fil. (2008). The concept of creating non-contact drive for working bodies in machines of various purpose. Polish Academy of sciences in Lublin TEKA Commission of motorization in agriculture. Vol. VIIIA. Lublin. pp. 126–133.
2. Kosmyrin, A. V., Petrov, M. R. (2006). Shpindel na gazovyyh oporah – perspektivnyy put' razvitiya vysokoskorostnoy obrabotki metallov. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. № 6. pp. 47–48.
3. Tehnologija prjamogo privoda. IDAM, INA – Drives & Mechatronics Schaeffler Group Industrial. Available at: http://www.directdrives.de/en/download/IDAM_Image_080515_russisch.pdf.
4. Pavel Nosko, Vladimir Breshev, Pavel Fil, Grigory Boyko. (2010). Structural synthesis and design variants for non-contact machine drives. Polish Academy of sciences in Lublin TEKA Commission of motorization in agriculture. Vol. XV. Lublin. pp. 77–86.
5. Krajev, A. F. (2003). Ideologija konstruirovaniya. M. : Mashinostroenie. 1, 384 p.
6. Krzysztof Czolczynski. (1999). Rotordynamics of gas-lubricated journal bearing system. Mechanical engineering series, Springer Verlag New York, Inc.
7. Pavel Nosko, Aleksey Breshev, Pavel Fil, Vladimir Breshev. (2011). Analysis of design and calculation of parameters of non-contact drive single-support system. Polish Academy of sciences in Lublin TEKA Commission of motorization and power industry in agriculture. Vol. XIB. Lublin. pp. 102–110.
8. Pinegin, S. V., Tabachnikov, Ju. B., Sipenkov, I. E. (1982). Statische i dinamicheskie karakteristiki gazostaticeskikh opor. Moscow, Publ. Nauka. 265 p.
9. Grassam, N. S., Powell, J. W. (1964). Gas Lubricated Bearings. Butterworths, London.
10. Powel, J. W. (1970). Design of Aerostatic Bearings. The Machinery Publishing Co. Lt., London, UK.
11. Konstantinesku, V. I. (1968) Gazovaya smazka. Moscow: Mashinostroenie. 709 p.
12. Shlihting, G. (1974). Teoriya pogranichnogo sloja. Moscow: Nauka. 390 p.
13. Breshev, A. V. (2012). Razrabotka ustanovki i metodiki jeksperimental'nyh issledovaniy beskontaktnogo privoda na konicheskikh ajerostaticeskikh oporah. Resursozberigajuchi tehnologii virobnictva ta obrobki tiskom materialiv u mashinobuduvanni. № 1(13), pp. 309–314.

MODEL OF DECISION SUPPORT OF SELECTION PROJECT TEAM

page 13–15

One of the main problems for the energy sector in Ukraine is the problem of modernization and reconstruction of municipal heat supply systems (HSS). Among the most common problems associated with heat supply systems of municipalities of Ukraine, which substantially determine the relevance of the formation and implementation of projects and programs of reconstruction can be determined, the following ones: technical – technological, ecological, social and economic. At the same time, as practical experience shows the effectiveness of the project implementation significantly depends on the project team, that makes the solution of the problem of the team's reasonable choice actual and having important practical significance. At this article the model of decision support system for selecting a project team was developed for the first time. Many restrictions, formed to meet the requirements of the customer, institutional authorities, classification criteria of the project, possible propositions from the project team, as well as many other criteria were put into the base of the system. Is model allows to formalize the process of selection the team, automate the decision making process when selecting the project team for reconstruction the HSS, as well as significantly reduce the risk of making incorrect decisions.

Keywords: project management, project team, reconstruction and updating the project of heat supply system, decision support system.

References

1. Energetychna strategija Ukrainy na period do 2030 roku (2006). Vidomosti Ministerstva palyva ta energetyky Ukrainy, 114.
2. Dolinskyi, A. A., Rozynskyi, D. Y. (2009). Suchasnyi stan I osnovni napriamky zastusuvannia elektruchnoi energii dlia teplopostachannia v Ukraini, 252.
3. Kontseptsiya derzhavnoi tsilovoi program modernizatsii ta rozvytky system teplozabezpechennia Ukrainy na 2012–2013 rok. Access mode: <http://www.minregion.gov.ua/index.php?>
4. Pro zakhodi y modernizatsii system teplopostachannia. Postanova KМУ vid 20 travnia 2009 roku. 682. Access mode: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg>.
5. Arkhipova, N. Y., Kulba, V. V., Kosiachenko, S. A., Chankhyeva, F. Yu. (2002). Yssledovanye system upravleniya. Moscow: Izdatelstvo PRYOR.
6. Diatlov, A. V., Diatlov, V. A. (1992). Systemy pryniatyta resheniy v upravlenny proyzvodstvenno-khoziaistvennoi deiatelnosti regiona. S.P.-b ynzhenerno-ekonomycheskyi ynstytut, 46–52.
7. Magic Quadrant for IT Project and Portfolio Management. Access mode: <http://provice.hu/documents/gartnermq2010final%5B1%5D.pdf>.
8. Kharytonov, Yu. N., Elgyna, E. V. (2010). Krytery bybra komand proekta rekonstruksyy system teplosnabzheniya. Natsionalnui universytet korablebuduvannia im.adm. Markarova. № 4(443), 148–153.

9. Kharytonov, Yu. N. (2009). Upravlenye proektamy rekonstruktsyyi sistem teplosnabzheniya: klassyfykatsiya proektov. Komunalnoe khoziaivstvo gorodov. № 88(62), 136–141.

THE FEATURES OF FORMING OF DIAGNOSTICS SYSTEM OF INNOVATIVE CONSTITUENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES TECHNOLOGICAL PROCESSES

page 15–19

Complex and system works concerning diagnostics of technological processes innovative component on industrial enterprises are absent nowadays.

Existing results in this area are mostly fragmented and do not allow to create a holistic view of innovative multi-vector parameters recommended for implementation or modernization of production lines.

In the article there is offered for the first time the essence of concept of technological processes innovative component diagnostic system on industrial enterprises from the perspective of not only meaningful but system-oriented approach. The proposed interpretation indicates the completeness of such a system structural content and its elements, as long as illustrates the complexity and multivariate relationships between them.

The necessity of systematic approach usage in the sphere of technological processes innovative component diagnostics on industrial enterprises is discussed and the basic provisions of such a system formation are highlighted.

The obtained results enable to solve a number of terminological problems in the sphere of innovations and innovative activity, as long as allow managers and owners to form the instruments for innovation management on industrial enterprises, particularly for decision-making in technological innovation area. In addition, it is possible to form a unified framework for the development of methodological principles in system-oriented diagnostics of technological processes innovative component.

Keywords: diagnostics, innovative constituent, industrial enterprise, industry, system, approach of the systems, technological process.

References

- Alekseiev N. S. (1999). The evolution of the control of system of enterprise. Problems of theory and practice of management, 2, 103–113.
- Amosha A. I., Ivanov E. T. (2007). Bases of constructing of the economic systems. Universal production. Monograph, book 1, 271.
- Bashniansy G. I. (2005). The metrology economic systems: entering into a general theory and methodology of forming of economic parameters. Monograph, 1083.
- Busel V. T. (2002). Great Dictionary of the Ukrainian language, 1440.
- Mochernyi S. V. (2002). Economic Encyclopedia: In three volumes. T. 3, 952.
- Melnyk O. G. (2010). Analysis parameters, problems and results of diagnostic systems using machine-building enterprises of Lviv. Regional Economics, 2(56), 63–71.
- Melnyk O. G. (2009). Diagnostics of activity of machine-building enterprise is on principles of the system of economic indicators. Monograph, 188.
- Melnyk O. G. (2010). The etymology and classification of systems for diagnosis of enterprises. Regional Economics, № 1(55), 78–85.
- Lysenko Yu. G., Timokhin V. N., Rudenskiy R. A. (2009). The methodology of design of the viable systems in an economy. Monograph, 350.
- Peregudov F. I., Tarasenko F. P. (1989). Introduction to the analysis of the systems.
- Shyian A. A. (2007). Economic Cybernetics: an introduction to the modeling of social and economic systems. 228.
- Schemann F. William. (1999). Bullseye! Hitting Strategy Targets Trough High-Impact Measurement. The Metrus Group, Inc.

A NEW METHOD OF ANALOG-TO-DIGITAL BROADCASTING

page 19–21

The article considers a new method of joint analog-to-digital broadcasting in the range of very high frequencies. The method includes a broadcast on the transmitting side of monaural total signal of left and right channels in the frequency band 0,03–15 kHz, and of pilot tone of stereophonic transmission with a frequency 19 kHz, of Radio Data System signal at the frequency of 57 kHz. To transmit the difference signal generated from the frequencies limited to 7 kHz of the left and right channels, we used the balance-modulated signal with the lower and upper sidebands in the frequency range 31–45 kHz. To transmit the digital signal of additional program we used the bands of frequencies 23–30 kHz, and on the transmitting side in the frequency band 46–53 kHz we transmitted the inverted to 180° digital signal of the additional programs transmitted in the frequency band 23–30 kHz. Such a construction of the signal spectrum provides the capability to conduct the stereophonic digital broadcasting in the channel of transmission of the main analog transmission maintaining all the basic services and reducing the interference of components of the spectrum.

Keywords: analog-to-digital broadcasting, stereophonics, monophonic inversion.

References

- Blair, R. (2002). Digital Techniques in Broadcasting Transmission. Focal Press, 225.
- Levy, D. (1997). Regulating digital broadcasting in Europe: The limits of policy convergence. West European Politics, Vol. 20, Iss. 4, pp. 24–42.
- Digital sound broadcasting implementation plans (1995). ITU, Document 10B/51, 10-11S/114-E-12, September, United states of America.
- Vyhodec', O. A. (2010). Improving analog-digital simultaneous stereo radio. Dissertation. Odessa National Academy of communications.
- Balan, M., Iskenderzade, S., Strelkovs'ka, I. (2010). Method compatible analog to digital broadcasting in the range of microwave frequencies stalemate. UA Patent, 47111, October, 26, 2009.
- Kroupa, V. (1982). Noise properties of PLL systems. IEEE Trans., Vol. «Com-30», Iss. 10, p.p. 2244–2252.
- Balan, M., Dmitrieva, I., Iskenderzade, S., Kazakova, N. (2013). Method compatible analog to digital broadcasting in the range of microwave frequencies stalemate. UA Patent, 77288, July, 10, 2012.

8. Reinhardt, V., Gould, K., McNab, K. (1991). Randomized Digital/Analog converter Direct Digital Synthesizer. U.S. Patent, 5.014.231, May, 7, 1991.
9. Hoeg, W., Lauterbach, T. (2009). Digital Audio Broadcasting: Principles and Applications of DAB, DAB+ and DMB. John Wiley & Sons, 452.
10. Shiomi, T., Hatori, M. (2000). Digital Broadcasting. IOS Press, 285.

METHOD OF FORMATION OF A GROUP SIGNAL BASED ON PSEUDORANDOM PERMUTATION OF CHAOTIC SIGNALS IMPLEMENTATIONS

page 22–24

In the last decade, the methods of information protection in respect to the first level of the reference model OSI have been acquiring a particular interest. An important place belongs to the emergence of complex modulation types, the development of broadband transmission systems and the implementation of the phenomenon of the dynamical chaos in the modern theory of information and communication. As a result, it becomes possible to create signal constructions, which have the properties of the transmission security, i.e. masking, which aim to reduce the effectiveness of unauthorized access devices for interception of messages at the level of physical channel.

The noise signals with repeatability of generated processes present a real interest for advanced communications, for example implementations of dynamic chaos.

The aim of the article is to develop a method of formation of a group signal based on a set of mutually orthogonal sequences of chaotic realizations with pseudorandom permutation when choosing an individual channel.

We have proposed a method of formation of a group signal based on a set of mutually orthogonal sequences of chaotic realizations for the communication system with code division of channels. To increase the structural security of transmission in a communication system we proposed to perform the permutation of orthogonal pseudorandom chaotic sequences for each individual channel according to a given principle.

Keywords: chaotic signal, orthogonality, confidentiality, signature, unauthorized access, security, channel, protection.

References

1. Kupriyanov, A., Sakharov, A. V. (2007). Speculatiuis fundamenta electronic militia. Moscow: Vuzovskaya librum, 356 p.
2. Shangin, A. I. (2008). Information securitatem computer ratio quod networks. Moscow: Publishing Domus «Forum»: Ifrane-M, 416 p.
3. Gulyaev, Y., Belyaev, R. V., Vorontsov, G. M. (2003). Information technology substructio in dynamic chaos pro transmissio, processus, repono et tutela of notitia. Radiotekhnika i elektronika, V. 48, № 10, 1157–1185.
4. Korchinsky, V. V. (2013). Increase of the structural stealthiness of transmission of systems with chaotic signals. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 1(9(61)), 53–57.
5. Zakharchenko, N. V., Korchinsky, V. V., Radzimovskiy, B. K. (2011). Efficens timer signum structurae in communicationes, codice-divisio multiple access. Naukovi pratsi DonNTU. № 20(182), 145–151.
6. Zakharchenko, N. V., Korchinsky, V. V., Radzimovskiy, B. K. (2011). Multi-user access in a transmission system

with chaotic signals. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 5(9(53)), 26–29.

7. Richard, K., Walsh, T., Fries, W. (2005) Security Considerations for Voice Over IP Systems Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. – NIST SP 800-58, P. 93.
8. Базова модель BBC. – Geneva. (1991) Recomendation CCITT X.200. Reference Model of open systems interconnection for CCITT applications Стандарт ISO 7498-1:1984. P. 31.
9. Carvalho, M., Cowin, T., Suri, N., Breedy, M., Ford, K. (2004). Using Mobile Agents as Roaming Security Guards to Test and Improve Security of Hosts and Networks Proceedings of the 2004 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'04). – ACM.
10. Pedireddy, T., Vidal, J. (2003). Prototype Multi Agent Network Security System. Proceedings of the AAMAS'03. – ACM.
11. Menezes, R., (2005). Self-Organization and Computer Security Proceedings of the 2005 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'05). – ACM.
12. Valeyev, S., Bakirov, T., Pogorelov, D., Starodumov, I. (2005). Multiagent Technology and Information System Security Proceedings of the 7th International Workshop on Computer Science and Information Technologies CSIT'2005. – Vol. 1, Ufa, Russia, P. 195–200.

CAPILLARY STRUCTURES MECHANICAL PROPERTIES IN RESPECT TO FUNCTIONING CONDITIONS IN HEAT PIPES

page 24–28

Mechanical properties of capillary structures and their reliable attachment to the inner surface of heat pipes play an important role in a wide temperature range. Reliability of operation of heat pipes depends on the strength of the capillary structure. The article presents the results of an experimental study of the effect of various parameters on the mechanical properties of metal-fiber capillary structure made of stainless steel. The studies of the break of capillary structure were carried out on a special test bench that helped to determine with high accuracy the elongation of the samples under mechanical loads. We have studied two types of capillary structures with diameters of fibers 8 and 30 mkm and porosity in the range of 88 % to 98 %. The results showed that the strength of the structure depends heavily on the fiber diameter, porosity and temperature. The decrease of the fibers diameters, increase of porosity and temperature aggravated the mechanical properties of capillary structures. These results can be used by designers of heat pipes, who operate in a wide temperature range.

Keywords: capillary structure, limiting accuracy, ultimate strength, heat pipe.

References

1. Kravets, V. Yu. (2002). Research interaction of steam bubble with capillary structure. Technologic system, 2(13), 152–155.
2. Kravets, V. Yu., Nikolaenko, Yu. E., Nekrashevich, Ya. V. (2007). Experimental Studies of Heat-Transfer Characteristics of Miniaturized Heat Pipes. Heat Transfer Research, 38(6), 553–563.
3. Belov, S. W. (1981). Porous metals in mechanical engineering. Moscow, USSR: Mechanical engineering.

4. Kostornov, A. G. (1983). Permeability metal fiber material. Kiev: Techniques.
5. Kostornov, A. G. (2003). Material science of dispersible and porous metals and alloys. V. 2. Kiev: Naukova Dumka.
6. Porous permeability material: Reference book. Edited by Belov S. W. (1987). Moscow, USSR: Metallurgy.
7. Kostornov, A. G., Galstyan, L. G. (1983). Contact phenomena's in porous fibrous materials. Poroshcovaya metallurgiya. 5, 58–61.
8. Pisarenko, G. S., Agarev, V. A., Kvitka, A. L. and other. (1967). Metals resistance. Kiev: Technics.
9. Semena, M. G., Gershuni, A. N., Zaripov, V. K. (1984). Heat pipes with metal-fibrous capillary structures. Kiev: Vyscha shkola.
10. Baturkin, V., Kravetz, V., Nischik, A., Zaripov, V., Moreno, J. (2002). Study of Structural and Mechanical Properties of Metal Felt Wicks Intended for High Temperature Heat Pipes – Solar Receivers. 12th International Heat Pipe Conference, 547–552.

ANALYSIS AND REDUCTION OF EFFECT OF FACTORS ON RECOGNITION OF INDUCTION MOTOR IN ELECTRIC NETWORK

page 28–32

When using the electric motors one can face various kinds of damages to their parts. Thus, it is very important to detect defects in early stages. First of all, one has to identify the equipment (for example, using neural networks) in total and individually in the electric network. There are obstructions that prevent a clear and reliable identification of electrical equipment, namely, the distortion of a desired signal (high harmonics, generated by the motor under study, represent the desired signal), due to power surges, effects of other electric motors plugged in, etc. That is why we proposed to use a filter-mask, which permits to separate the individual desired spectrum of a signal of the induction motor regardless of the amount of electric motors plugged in.

Keywords: high harmonics, neural network, programmed filter, identification.

References

1. Petuhov V. S., Sokolov V. A. Diagnosis of the motors on the basis of spectral analysis of the current consumption [Diagnostika sostojanija jelektrodvigatelej na osnove spektral'nogo analiza potrebljaemogo toka]. Novosti Jelektrotehniki. Moscow, 2005. no. 1(31), pp. 23.
2. Kravchenko V. M., Sidorov V. M. Tehnicheskoe diagnostirovanie mehanicheskogo oborudovanija (Technical diagnosis of mechanical equipment). Donetsk, 2006. 256 p.
3. Fil'tracija jazyka (Filtering language) Available at: <http://www.petelin.ru/vsmag/galaxy/galaxy.htm> (accessed 12 November 2012).
4. Didier G., Ternisien E., Caspary O. Fault detection of broken rotor bars in induction motor using a global fault Index. IEEE Transactions on Industry Applications. 2006. vol. 42, pp. 79–88.
5. Voskobjnikov Y. E., Gochakov A. V., Kolcker A. B. Fil'tracii signalov i izobrazhenij: fur'e i vejvlet algoritmy [Filtering of signals and images: Fourier and wavelet algorithms]. Novosibirsk: NGASU, 2010. 188 p.
6. Popov V. S. Issledovanie vlijanija bokovyh lepestkov spektra okon na pogreshnosti obrabotki i peredachi signala (Investigation of the effect of side lobes of the spectrum windows error processing and transmission) Moscow. 2010. 203 p.
7. Grewal M. S., Andrews A. P. Kalman Filtering – Theory and Practice Using MATLAB. Wiley, 2001. 167 p.

USE OF BIOMETRIC THERMAL FACTORS FOR IDENTIFICATION IN ACCESS SYSTEMS

page 33–36

The article considers the preconditions for use of the biometric identification and authentication methods based on the features of a human thermogram. The article presents the method of solution of the problem of recognition of a human face contour thermogram, which can improve the quality of functioning of the information security system and provide high factors of FAR and FRR. The method consists in the fact that initially for all image pixels the squared norm of gradient of change of their brightness was calculated. Then on a new black and white monochrome matrix by black colour on a white background all elements are set off, whose values of the norm of the gradient are over a threshold value. As outlines of objects in a monochrome matrix, we take coherent configurations of elements in black. Further, the coefficient is determined and the threshold value of squared norm of gradient is calculated. It is necessary to take into account that the values are higher than the overall average levels of non-zero changes in rows and columns, respectively, and among the connected configurations of elements in black on the monochrome matrix, the configurations, in which the number of input elements is less than a certain value, are rejected. For remaining configurations the average degree of neighborhood is calculated, i. e. the result of division of the sum of all elements of the configuration of neighboring elements into the sum of the elements in the configuration. At the same time, the configurations in which the average degree of neighborhood is less than three are rejected, and the remaining ones are accepted as the desired object boundaries.

Keywords: identification, authentication, thermogram, access, FAR, FRR.

References

1. Boll, P. M. (2007). Guide to Biometrics. Moscow : Technosphere, 2007, 368.
2. Lysak, A. B. (2012). Identification and authentication of the person. Mathematical structures and modeling, iss. 26, p.p. 124–134.
3. Skopa, O. O., Kazakova, N. F. (2009). Analysis of the modern trends of information security of automated systems. Systems for processing information, iss. 7(79) : Safety and security of information in information systems, p.p. 48–54.
4. Gdans'kyy, M. I., Marchenko, Y. A. (2006). Gradient method of objects is selected circuits on matrix polutonovoho raster image. Patent 2325044, Russia.
5. Pavlydys, T. (1986). Mashynnoy graphics algorithms and Processing depicted, Moscow : Radio and Communications, 86.
6. Andreev, A. (2005). Automated TV-monitoring system. Arithmetic and logical framework and algorithms. St. Petersburg : SPbGUITMO, 138.
7. Danielyan, E. (2004). The Lures of Biometrics. The Internet Protocol Journal, Vol. 7, Iss. 1, p.p. 15–35.
8. Monrose, F., Rubin, A. (2000). Keystroke dynamics as a biometric for authentication. Future Generation Computer Systems, 16, p.p. 351–359.

9. Chellappa, R., Wilson, C. L., Sirohey, S. (1995). Human and machine recognition of human face images. Proceeding of the IEEE, Vol. 83, p.p. 705–741.
10. Borkar, M. (2012). User identification systems leverage smarter biometrics technologies. White paper : Texas Instruments, 6.

QUALITY OF SEWAGE WATER PURIFICATION AS COMPOSITION FUNCTION OF INPUT STREAM

page 36–38

The article considers the actual problem of the quality of sewage water purification. Due to the fact that the contamination of an input stream of sewage water flow is influenced by external factors (usage of detergents containing phosphates, and illegal discharges), and these external factors are given insufficient attention, the goal of the research is the study of stability of indicators of an input flow of sewage water, and its impact on the quality of the purification of sewers. As a result of research in utility enterprise «Chernihivvodokanal» within 18 months, it was revealed that the frequency histogram of occurrence of the indicator BOC5 (biochemical oxygen consumption for 5 days) in selected ranges indicates considerable instability of content of sewage water over time that stipulates the complexity of quality and process stability assurance. We have obtained data that specify the relationship between the BOC at the input and output, as well as between BOC5 and BOCfull that has practical value for the improvement of the efficiency of control over the process of sewage water purification.

Keywords: sewage water, quality of purification, biochemical oxygen consumption.

References

1. Ryabtsev V. E., Kovalenko Yu. L., Tarasenko L. O. (2005). Pro yakist' pitnoi vodi ta stan bezpeki vodnih resursiv Ukraini. Problemi vodopostachannya, vodovidvedennya ta gidravliki. Kiev, № 5, 4–14.
2. Guidelines for Drinking Water Quality, Third edition, v. 1, WHO, Geneva, 2004.
3. Krechmer F., Ertl T. (2010). Strategichna informatsiya dlya planu reabilitatsii kanalizatsiynoi merezhi Avstrii. Vodopostachannya ta vodovidvedennya. — Kiev, № 2, 12–17.
4. Schetinin A. I., Meshengisser Yu. M., Esin M. A., Malbiev B. Yu., Regotun A. A. (2011). Opyt rekonstruktsii ochisnih sooruzheniy s primeneniem tehnologii nitro-denitrifikatsii // Vodopostachannya ta vodovidvedennya. Kiev, № 3, 41–49.
5. Shkin' O. M. Tehnichni problemi pri dotrimanni zakonodavchih vimog. Ekologichni aspekti vodovidvedennya. (15–16.12.2008). IWAS-Mizhnar.konf. «Ukrains'ko-nimets'ke partnerstvo u galuzi vodnogo gospodarstva — zavdannya dlya nauki i praktiki». Ivano-Frankovsk. 35 p.
6. ISO 14001: 2004. Environmental management systems — Requirements with guidance for use.
7. ISO 14004:2004. Environmental management systems — General guidelines on principles, systems and support techniques.
8. ISO 9001-2008. Quality management systems — Requirements.
9. Ivanova Yu. V., Zenkin A. S., Fedorchenko Y. A., Mazyuk N. S. (2012). Security assessment of major phases of the life cycle of wastewater regulation document. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 3(6(57)), 56–61.
10. Ivanova Yu., Ivanova I., Radchenko N., Fedorenko O. (2010). Analiz gotovnosti suspil'stva do rozvitku ekologichnih aspektiv korporativnoi sotsial'noi vidpovidal'nosti. Standartizatsiya, sertifikatsiya, yakist', № 6. 46–50.
11. ISO 26000: 2010. Guidance on Social Responsibility.
12. Eikelboom D. H. (2000). Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic Investigation. London: IWA Publishing, 156 p.
13. Nakorchevs'ka V. F. Himiya vodi — K. : ISDO, 1993. P. 27.
14. ISO 9004: 2009. Managing for sustained success of an organization — A quality management approach.
15. Brassard M., Finn L., Dzhinn D., Ritter D. The Six Sigma Memory Jogger II. Kiev, 2007. pp. 214–217.