

УДК 004.042 : 004.94

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.118799

РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ДІАГРАМ ПОТОКІВ ДАНИХ

© А. М. Копп, Д. Л. Орловський

Розглянуто основні особливості існуючих систем управління бізнес-процесами, їх роль в автоматизації діяльності по накопиченню та розповсюдженню знань про діяльність організації, що представляються за допомогою моделей бізнес-процесів, зокрема діаграм потоків даних. Розроблено інструментальні засоби для підтримки процесу аналізу діаграм потоків даних в системі управління бізнес-процесами Bizagi
Ключові слова: діаграми потоків даних, системи управління бізнес-процесами, моделювання, аналіз, інструментальні засоби

1. Вступ

В даний час має місце зміщення акцентів від структурного підходу до об'єктно-орієнтованого підходу до аналізу і проектування систем. Незважаючи на це, в бізнес-аналізі і в аналізі інформаційних систем як і раніше широко і ефективно використовуються структурні нотації. Одним з основних інструментів структурного аналізу і проектування інформаційних систем є діаграми потоків даних DFD (Data Flow Diagram). Вони призначені для представлення процесів обробки інформації та описують систему, що моделюється, як мережу бізнес-процесів, пов'язаних між собою за допомогою потоків даних. Створювані моделі використовуються для накопичення знань про процеси організації. Для автоматизації цієї діяльності використовуються BPM-системи (Business Process Management).

Перед тим як модель бізнес-процесу потрапить в базу даних BPM-системи, вона повинна бути проаналізована з точки зору наявності недоліків, пов'язаних з суб'єктивним характером побудови моделей бізнес-процесів. У той час як інструментальні засоби зазвичай контролюють тільки дотримання синтаксису тої чи іншої нотації моделювання.

Таким чином, актуальною стає проблема аналізу накопичуваних моделей бізнес-процесів, що представляють знання про процеси організації, в тому числі, і у вигляді діаграм DFD.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Для підтримки безперервного вдосконалення бізнес-процесів відповідно до концепції BPM, потрібні інформаційні технології, що дозволяють моделювати, аналізувати і вдосконалювати бізнес-процеси в організації. В якості таких інструментів виступають BPM-системи, що дозволяють здійснювати підтримку всього циклу BPM [1].

Еволюція BPM-систем і тенденції ринку відображаються у звітах консалтингових компаній, таких як Gartner Group і Forrester Research [2, 3]. Дослідницька та консалтингова компанія Gartner щорічно публікує результати аналізу ринку в області BPM-систем у вигляді так званих «магічних квадрантів».

Згідно зі звітом Gartner, до квадранту «лідери» потрапили постачальники BPM-систем Pegasystems, Appian і IBM. У квадрантах «претенденти» та «провидці» найкращі результати мають Bizagi і Software

AG [2]. За версією незалежної аналітичної компанії Forrester Research, постачальники Pegasystems, Appian і IBM також є «лідерами», а Bizagi і Software AG належать до «сильних виконавців» [3].

Для моделювання бізнес-процесів в розглянутих BPM-системах використовується нотація BPMN (Business Process Model and Notation) [4]. Метою даної нотації є підтримка моделювання бізнес-процесів, як для технічних, так і для бізнес-користувачів, з використанням інструментів, інтуїтивно зрозумілих для бізнес-користувачів, але здатних представляти складну семантику процесу.

За результатами звітів Gartner і Forrester, а також аналізу особливостей пропонованих BPM-систем [2], для подальшого розгляду було обрано систему управління бізнес-процесами Bizagi BPM Suite. Дана BPM-система включає інструменти моделювання (Bizagi Modeler), автоматизації (Bizagi Studio) і виконання бізнес-процесів (Bizagi Engine) [4].

Вирішальним фактором для вибору Bizagi BPM Suite є безкоштовність засобів Bizagi Modeler і Bizagi Studio, можливостей яких достатньо для моделювання, автоматизації, а також виконання бізнес-процесів в режимі розробки [4]. Інші ж розглянуті BPM-системи, крім Software AG, який надає безкоштовний інструмент для моделювання бізнес-процесів, не мають безкоштовних або демонстраційних версій. Основною перевагою Bizagi BPM Suite є гнучкі можливості по інтеграції з зовнішніми системами і застосунками [2].

У роботах [5, 6] розглядається необхідність використання BPM-систем в зв'язку зі зростанням кількості та динамічності знань про організацію. Для збору, зберігання і поширення організаційних знань використовуються інструменти моделювання та управління бізнес-процесами, в той час як для представлення знань послуговують моделі бізнес-процесів [6]. Застосування процесного підходу для вдосконалення діяльності з управління знаннями організації розглядається в роботі [7], при цьому наголошується на необхідності додаткового налаштування та інтеграції інструментальних засобів.

В роботі [8] розглядається розробка програмного забезпечення для побудови та перевірки діаграм DFD на відповідність правилам побудови. При цьому актуальною стає проблема спільного використання такого автономного застосунка з уже існуючими в організації програмними рішеннями. У разі викорис-

тання BPM-систем і, зокрема, Bizagi BPM Suite, дана проблема вирішується за рахунок можливостей інтеграції на рівні даних, веб-сервісів і застосунків [4]. Крім того, функціональність Bizagi може бути розширена з використанням вбудованих елементів інтерфейсу, які називаються віджетами (Widgets).

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розробка інструментальних засобів для підтримки процесу аналізу діаграм потоків даних в системі управління бізнес-процесами Bizagi BPM Suite.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

- моделювання процесу аналізу діаграм потоків даних за допомогою Bizagi Modeler;
- автоматизація процесу аналізу діаграм потоків даних за допомогою Bizagi Studio;
- програмна реалізація підходу до аналізу діаграм потоків даних;
- розробка віджета для BPM-системи Bizagi, призначеного для відображення результатів аналізу діаграм потоків даних.

4. Матеріали і методи дослідження

Аналіз діаграм потоків даних включає наступні етапи:

- 1) налаштування властивостей діаграми (автор, проект, дата створення і дата останньої зміни, номер вузла і його найменування);
- 2) налаштування елементів діаграми (додавання, зміна або видалення робіт, зовнішніх сутностей і накопичувачів даних);
- 3) налаштування потоків даних;
- 4) зв'язування елементів діаграми за допомогою потоків даних;
- 5) аналіз діаграми за допомогою запропонованого раніше [9] підходу до аналізу і вдосконалення діаграм потоків даних, в основі якого полягає метод аналізу зв'язків.

Після того, як етапи процесу аналізу діаграм DFD були визначені, за допомогою інструментів моделювання Bizagi Modeler була побудована модель даного процесу в нотатії BPMN (рис. 1).

Автоматизація процесу аналізу діаграм DFD здійснюється за допомогою інструментів Bizagi Studio і включає наступні етапи:

- 1) моделювання даних на етапі «Model Data» (рис. 2);
- 2) створення користувацьких форм на етапі «Define Forms»;
- 3) визначення бізнес-правил на етапі «Business Rules».



Рис. 1. Модель процесу аналізу діаграм потоків даних

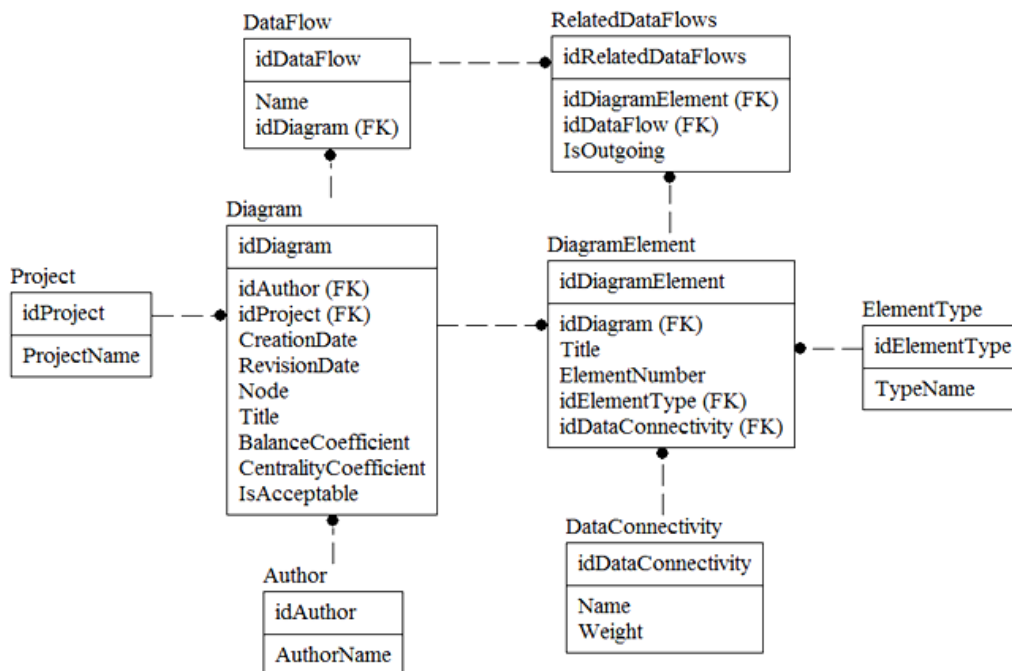


Рис. 2. Структура бази даних, яка використовується для аналізу діаграм DFD

На основі побудованої моделі даних (рис. 2), в Bizagi Studio була автоматично створена база даних під управлінням безкоштовної версії СУБД SQL Server Express, яка встановлюється разом з BPM-системою. Для запуску інструменту Bizagi Work Portal, необхідного для розгортання і виконання процесу аналізу діаграм потоків даних, був використаний web-сервер IIS Express, який також встановлюється разом з Bizagi Studio.

Програмна реалізація підходу до аналізу діаграм потоків даних була виконана у вигляді web-застосунка, розробленого за допомогою мови PHP. Для виконання розробленого застосунка було використано безкоштовний web-сервер Apache. Звернення до web-застосунка здійснюється за допомогою методу GET протоколу HTTP (HyperText Transfer Protocol). При зверненні до даного web-застосунка, з бази даних Bizagi одержується інформація, яка використовується для розрахунку наступних показників [9]:

1) коефіцієнт збалансованості з урахуванням вагових коефіцієнтів w_i [9] елементів діаграм DFD (роботи, зовнішні сутності, накопичувачі даних):

$$K'_b = \left| \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (w_i \cdot A_i) - \max_{i \in \{1, n\}} \{w_i \cdot A_i\} \right|,$$

де A_i – кількість потоків даних, з'єднаних з i -м елементом; n – кількість елементів діаграми DFD;

2) нормований коефіцієнт центральності мережі;
3) щільність мережі;
4) нормовані коефіцієнти центральності вузлів мережі.

За допомогою інструментарію розробника Bizagi Widget Editor з використанням мови JavaScript був розроблений віджет, який вбудовується в Bizagi Studio і дозволяє звертатися до web-застосунка та відображати результати аналізу діаграм потоків даних (рис. 3).

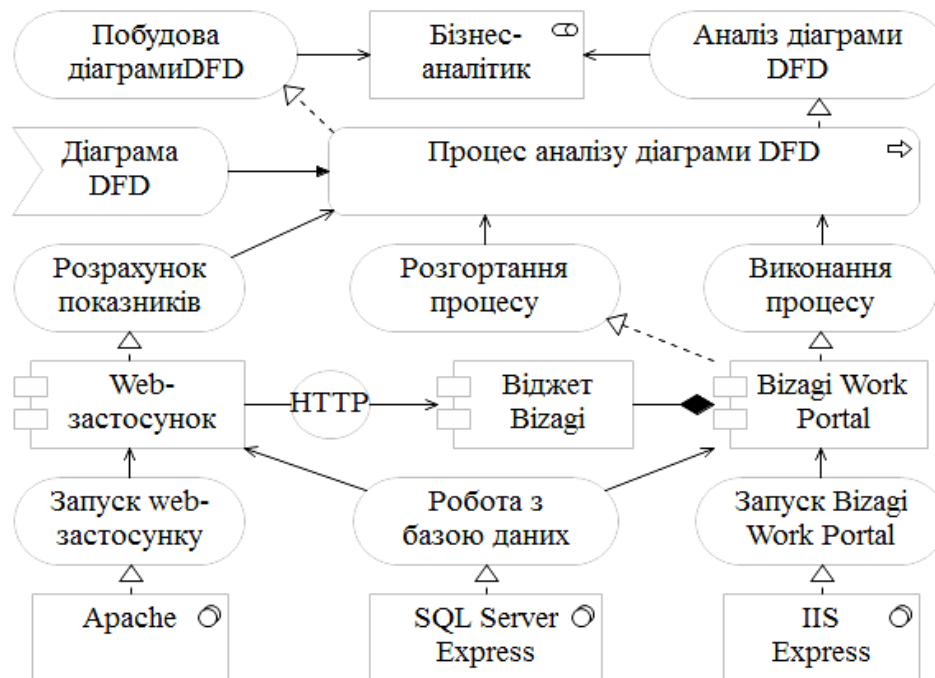


Рис. 3. Архітектура запропонованого рішення в нотатції ArchiMate

Для відображення результатів аналізу діаграм потоків даних [9], що надаються розробленим web-застосунком у форматі JSON-об'єкта (JavaScript Object Notation), були використані наступні бібліотеки мови JavaScript:

1) jQuery – звернення до розробленого web-застосунка за допомогою підходу AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) і обробка одержуваного JSON-об'єкта;

2) Google Chart – побудова діаграми нерівномірності розподілу потоків даних [9], яка схожа за своїми властивостями з функціонально-вартісною діаграмою, що була використана раніше для аналізу моделей бізнес-процесів в нотатції IDEF0 [10].

5. Результати досліджень

Для виконання контрольних розрахунків з використанням розроблених інструментальних засобів

були використані діаграми потоків даних, що описують бізнес-процеси закупівлі продукції (рис. 4) [9].

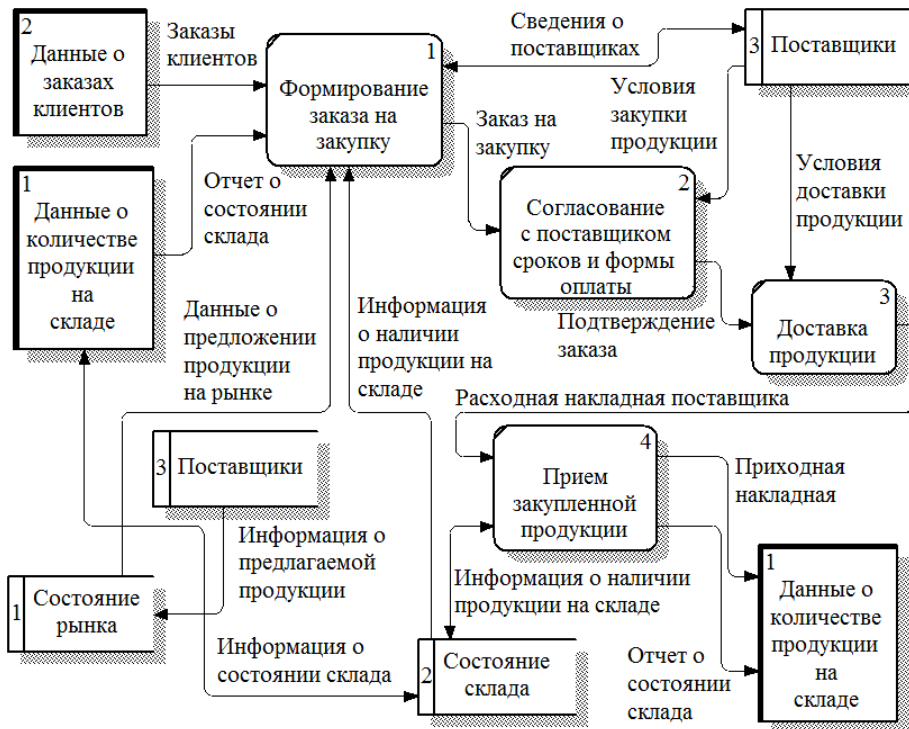
Використовуючи Bizagi Studio і розроблені інструменти, був виконаний аналіз (рис. 5, а) вихідної діаграми DFD (рис. 4, а). Роботи, зовнішні сутності і накопичувачі даних позначені за допомогою букв «А», «Е», «D» і номерів (рис. 5), що відповідають елементам діаграм DFD (рис. 4).

Дійсно, отримані значення коефіцієнта збалансованості $K'_b = 1,29$, нормованого коефіцієнта центральності $C''_D = 0,22$, а також діаграма нерівномірності розподілу потоків даних свідчать про нерівномірний розподіл потоків даних на вихідній діаграмі DFD (рис. 4, а), і, відповідно, про наявність недоліків, пов'язаних з порушеннями правил побудови діаграм потоків даних.

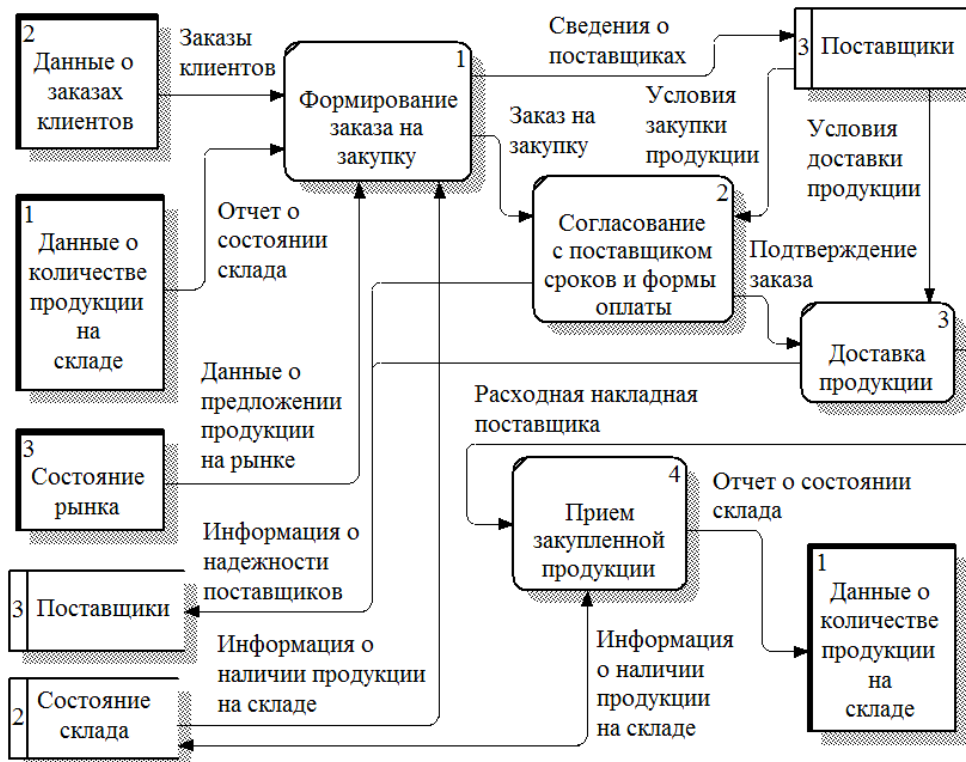
Виділення цих недоліків, а також формування рекомендацій щодо вдосконалення вихідної діаграми

DFD було детально розглянуто в роботі [9]. Використовуючи Bizagi Studio і розроблені інструментальні засоби, було виконано аналіз (рис. 5, б) перетвореної

діаграми DFD (рис. 4, б), що відповідає правилам побудови, вимогам до збалансованості та рівномірності розподілу потоків даних [9].



a



б

Рис. 4. Аналізовані діаграми потоків даних: а – вихідна діаграма; б – перетворена діаграма

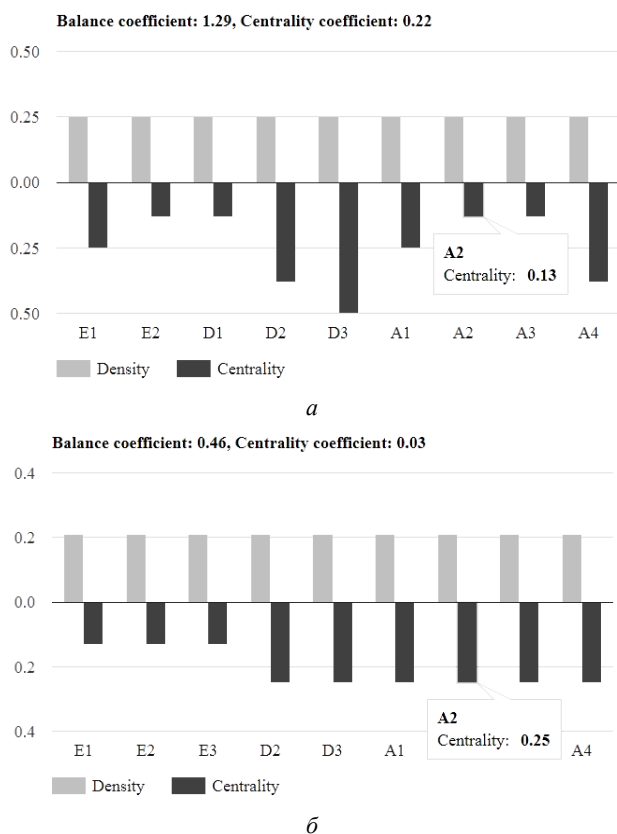


Рис. 5. Результати аналізу діаграм DFD в Bizagi Studio:
 а – вихідна діаграма; б – перетворена діаграма

Отримані значення коефіцієнта збалансованості $K'_b = 0,46$, нормованого коефіцієнта центральності $C''_D = 0,03$, а також діаграма нерівномірності розподілу потоків даних (рис. 5, б) свідчать про те, що

диспропорції в розподілі потоків даних для перетвореної діаграми DFD (рис. 4, б) значно менші, ніж для вихідної діаграми (рис. 4, а).

Таким чином, розроблені інструменти (web-застосунок і віджет) дозволяють розширити функціональність BPM-системи Bizagi з метою її використання для аналізу накопичуваних діаграм DFD, що представляють знання про бізнес-процеси організації.

Розроблені інструментальні засоби у вигляді вихідного коду web-застосунка та віджета Bizagi доступні для завантаження [11].

6. Висновки

В даному дослідженні були розроблені інструментальні засоби для підтримки процесу аналізу діаграм потоків даних в системі управління бізнес-процесами Bizagi BPM Suite.

1. За допомогою Bizagi Modeler була побудована BPMN-модель процесу аналізу діаграм потоків даних.

2. За допомогою Bizagi Studio була виконана автоматизація процесу аналізу діаграм потоків даних, включаючи моделювання даних, створення призначених для користувача форм і визначення бізнес-правил.

3. Програмна реалізація підходу до аналізу діаграм потоків даних була виконана у вигляді web-застосунка, що одержує інформацію з бази даних Bizagi і надає результати обчислень коефіцієнтів збалансованості і центральності для аналізованої діаграми DFD.

4. Для відображення результатів аналізу діаграм потоків даних був розроблений віджет, вбудований в Bizagi Studio, який взаємодіє з розробленим web-застосунком.

Література

1. Wasilewski, A. Business process management suite (BPMS) market changes 2009–2015 [Text] / A. Wasilewski // Information Systems in Management. – 2016. – Vol. 5, Issue 4. – P. 585–592.
2. Dunie, R. Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites [Electronic resource] / R. Dunie, W. R. Schulte, M. Cantara, M. Kerremans // Gartner RAS Core Research Note G. – 2015. – Available at: <https://www.gartner.com/doc/3009617/magic-quadrant-intelligent-business-process>
3. Richardson, C. The Forrester Wave: BPM Platforms For Digital Business, Q4 2015 [Electronic resource] / C. Richardson, A. Cullen, S. McGovern, D. Lynch // Forrester Research. – 2015. – Available at: <https://www.forrester.com/report/The+Forrester+Wave+BPM+Platforms+For+Digital+Business+Q4+2015/-/E-RES115603>
4. Burattin, A. Introduction to Business Processes, BPM, and BPM Systems [Text] / A. Burattin // Process Mining Techniques in Business Environments. – Cham: Springer International Publishing, 2015. – P. 11–21. doi: 10.1007/978-3-319-17482-2_2
5. Curko, K. The Role of Business Process Management Systems and Business Intelligence Systems in Knowledge Management [Text] / K. Curko, V. B. Vuksic, A. Loncar // International Journal of Computers And Communications. – 2009. – Vol. 3, Issue 2. – P. 17–24.
6. Melo, A. C. S. Knowledge management for improving business processes: an analysis of the transport management process for indivisible exceptional cargo [Text] / A. C. S. Melo, M. A. C. Netto, V. J. M. Ferreira Filho, E. Fernandes // Pesquisa Operacional. – 2010. – Vol. 30, Issue 2. – P. 305–330. doi: 10.1590/s0101-74382010000200004
7. Davenport, T. H. Process management for knowledge work [Text] / T. H. Davenport // Handbook on Business Process Management 1. – Berlin-Heidelberg: Springer, 2015. – P. 17–35. doi: 10.1007/978-3-642-45100-3_2
8. Ibrahim, R. Formalization of the Data Flow Diagram Rules for Consistency Check [Text] / R. Ibrahim, S. Y. Yen // International Journal of Software Engineering & Applications. – 2010. – Vol. 1, Issue 4. – P. 95–111. doi: 10.5121/ijsea.2010.1406
9. Копп, А. Разработка подхода к анализу и оптимизации диаграмм потоков данных [Текст] / А. Копп, Д. Орловский // ScienceRise. – 2017. – № 7. – С. 33–42. doi: 10.15587/2313-8416.2017.107048

10. Копп, А. М. Об одном подходе к решению задачи оптимизации структуры бизнес-процессов предприятия [Текст]: сб. науч. тр. / А. М. Копп, Д. Л. Орловский // Вісник НТУ «ХП». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – 2015. – № 58. – С. 102–108.

11. GitHub – andrei1293/bizagi-dfd-analysis-tool [Electronic resource]. – Available at: <https://github.com/andrei1293/bizagi-dfd-analysis-tool>

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Гамаюн І. П.
Дата надходження рукопису 25.10.2017*

Копп Андрій Михайлович, аспірант, кафедра програмної інженерії та інформаційних технологій управління, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: korr93@gmail.com

Орловський Дмитро Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра програмної інженерії та інформаційних технологій управління, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: ordm@kpi.kharkov.ua

УДК: 620.93: 66.083.4

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.118793

ПОКРИТТЯ ШКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ПЕРЕПАДУ ТИСКУ НА ГРС

©С. П. Крушневич, О. І. П'ятничко, Г. В. Жук, М. А. Солтаниберешне

Зниження тиску природного газу на газорозподільчих станціях та пунктах відбувається з втратою енергії. Встановлення детандера для утилізації перепаду тиску дозволяє використати цю енергію, але внаслідок значного зниження температури газу після детандера потрібно збільшувати кількість паливного газу для попереднього підігріву. Автори виконали паливно-економічний розрахунок для порівняння балансу між затратами та виробництвом енергії у грошовому еквіваленті

Ключові слова: ГРС, ГРП, ГТС, виробництво електрики, утилізація енергії, перепад тиску, природний газ

1. Вступ

Існуюча газотранспортна система України може забезпечити транзит природного газу через свою територію в обсязі до 170 млрд. м³/рік по газопроводах високого тиску загальною довжиною 33 тис. км.

Подача газу споживачам забезпечується газопроводами низького тиску. подача газу до споживача від магістрального газопроводу і зниження його тиску відбувається на газорозподільних станціях (ГРС) та пунктах (ГРП), при цьому енергія від розширення газу безповоротно втрачається. На ГРС тиск газу знижують до 1,2–1,6 МПа, потім на ГРП – до 0,1–0,3 МПа [1]. Розрахунки показують, що при розширенні природного газу в турбодетандерних установках на ГРС з 4,0 до 0,6 МПа можна виробити 47 кВт·год електричної енергії і приблизно стільки ж холоду на рівні –100 °С на кожні 1000 н.м³ газу.

2. Літературний огляд

Рішенням НАК «Нафтогаз України», ДК «Укр-ТрансГаз» і відповідно до «Енергетичної стратегії України на період 2006–2010 років» передбачалося створення 54 утилізаційних турбодетандерних електростанцій на ГРС сумарною потужністю 300 МВт, проте ці роботи не були розпочаті. Необхідні капітальні витрати, на той час, оцінювалися в 725 млн. грн. Очікувана економія природного газу могла сягнути

0,8 млрд. м³/рік, при виробництві електроенергії в обсязі 1,5...2,0 млрд. кВт·год.

Питання особливостей установки детандера на ГРС розглядався в літературі неодноразово. У роботі [2] приділено увагу особливостям розрахунку детандера в умовах ГРС і показано, що прийняття в якості робочого тіла повітря, замість природного газу вносить суттєву похибку в результати розрахунків. В роботі [3] представлено конструкцію кількох детандерів, які можуть бути використані в складі ГРС, представлено межі ймовірності утворення гідратів та показано термін окупності у 4.5–8 років, але не приведено інформацію по економічному балансу між виробленою електричною енергією та затратами на підігрів газу.

В роботах [4] та [5] демонструються результати розрахунків по можливому впровадженню детандера на кількох ГРС у Бангладеші [4] та Ірані [5], показано необхідність у попередньому підігріві природного газу для уникнення гідратуутворення. Порівняння балансу затрат на природний газ для підігріву та виробленої електричної енергії не проводиться у обох роботах. Додатково, у роботі [5] наведено коливання річного споживання природного газу через ГРС та відповідна зміна витрати паливного газу. В роботі [6] запропонована ідея використання паливних елементів в якості джерела теплоти для попереднього підігріву природного газу, показано річне ко-