

Залежно від вимог до проекту та для оптимізації і пришвидшення роботи із великими обсягами даних потрібно використовувати відповідні бази даних. Наприклад, для програмного рішення дуже важливим є швидкий пошук, тому для цього можна використати графову базу даних. В окремих випадках можна комбінувати представлення даних у вигляді документо-орієнтованих графових баз даних.

### Література

1. NoSQL Database Couchbase. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.couchbase.com/nosql-resources/what-is-no-sql>
2. Ljalyk O. NOSQL Storage Systems: Comparative Analysis and the Pro-spects for Their Usage in Educational Portals / O. Ljalyk, V. Mandzjuk // Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University. Pedagogy. – Ternopil. – 2011. – Vol. 1. – Pp. 234-241.
3. Banker K. MongoDB in action / K. Banker. – Manning, NY, 2012. – Pp. 288.
4. The MongoDB 3.2 Manual. Technical documentation. – 2016. [Electronic resource]. – Mode of access [http:// docs.mongodb.com/manual/](http://docs.mongodb.com/manual/)
5. CouchDB Technical documentation – 2016. [Electronic resource]. – Mode of access [http:// docs.couchdb.org/en/1.6.1/intro/why.html](http://docs.couchdb.org/en/1.6.1/intro/why.html)
6. Renzo A. Survey of Graph Database Models / A. Renzo, C. Gutierrez // ACM Computing Surveys. – 2008. – Vol. 40, No. 1. – Pp. 123-129.
7. Glibovets, A.M. Comparison Neo4 and relational database MySQL. PROCEEDINGS / A.M. Glibovets, A.O. Dobriansky // Computer Science. – 2015. – Vol. 177. – Pp. 108-112.
8. Franz, Incorporated: AllegroGraph. Technical documentation (2016). [Electronic resource]. – Mode of access <http://franz.com/agraph/support/documentation/current/agraph-introduction.html>
9. Robinson I. Graph Databases / I. Robinson, J. Webber, E. Eifrem // O'Reilly Media, Inc. – 2015. – Pp. 25-53.
10. Buerli M. The Current State of Graph Databases / M. Buerli // Cal Poly San Luis Obispo, 2012. – Pp. 123-129.
11. Planet Cassandra. [Electronic resource]. – Mode of access [http://www.planetcassandra.org/ what-is-nosql/](http://www.planetcassandra.org/what-is-nosql/)

Надійшла до редакції 26.06.2016 р.

### Швороб И.Б. Новый подход к сохранению слабоструктурированных медицинских данных

В связи с быстрым увеличением объема слабоструктурированных и неструктурированных данных, вопрос об их оптимальном сохранении является весьма актуальным. Важно сохранять их в удобном формате для дальнейшей обработки. Однако обработать неструктурированные или слабоструктурированные данные сложно из-за неопределенности в схеме данных. Чтобы устранить эту проблему, осуществлен анализ нереляционных баз данных и их применение на реальном примере для сохранения системы и обработки медицинских данных.

**Ключевые слова:** слабоструктурированные данные, NoSQL, Neo4 j, графовые базы данных, документо-ориентированные базы данных.

### Shvorob I.B. New approach to maintaining health semistructured data

In connection with the rapid increase in the volume semistructured and unstructured data, the question of optimal saving is quite important. In optimal storage, it is important saving them in a convenient format for further processing. However, the processing of unstructured and semistructured data is difficult to implement because of the uncertainty in the data schema. To resolve this issue done some review and analysis of non-relational databases and their applications are on a real example for system preservation and processing of information about medicines.

**Keywords:** semistructured data, NoSQL, Neo4 j, Graph database, document-oriented database.

## 5. ОСВІТЯНСЬКІ ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

УДК 004.9

### ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ВИЩИМИ НАВЧАЛЬНИМИ ЗАКЛАДАМИ ОСВІТИ

В.Є. Мухін<sup>1</sup>, Я.І. Корнага<sup>2</sup>, Є.О. Бойко<sup>3</sup>

Розроблено механізми управління вищим начальним закладом за допомогою засобів підтримки бізнес-процесів. Ефективність управління передбачає застосування методів, які дають змогу проводити заходи щодо забезпечення виконання працівниками навчальної, наукової та методичної роботи. Розроблено механізми підтримки автоматизації бізнес-процесів управлінської діяльності університетів і проведено їх формалізацію та моделювання за допомогою імітаційного моделювання. Проведено моделювання бізнес-процесу за допомогою мережі Петрі, що дало змогу виконати прогнозування появи критичних, недосяжних або тупикових ситуацій та випадків взаємного блокування операцій бізнес-процесів, які можуть призвести до зниження швидкості прийняття рішень у функціонуванні вищих навчальних закладів та їх підрозділів.

**Ключові слова:** бізнес-процес, формалізація, мережа Петрі.

**Вступ.** Для функціонування будь-якої організації чи підприємства потрібна автоматизація промислових процесів, яка поєднує в собі сукупність адміністративних та технологічних процесів [1-5]. У закладах освіти важливим є організація управління підрозділами для надання послуг з навчальної, наукової та дослідницької діяльності. Для цього потрібен механізм, який дасть змогу отримувати результат незалежно від багатьох факторів [3-5].

**Постановка задачі дослідження.** Ефективне управління вищим навчальним закладом передбачає застосування методів, які дають змогу проводити ефективну управлінську діяльність. Виникає задача розроблення механізмів для управління вищим начальним закладом (ВНЗ) за допомогою засобів підтримки бізнес-процесів [6-8].

**Структура вищого навчального закладу.** У вищому навчальному закладі, як правило, використовують трьохрівневу структуру управління (рис. 1), а саме:

1. Ректорат на чолі з ректором закладу.
2. Факультети (інститути) на чолі з деканом (директором) або департаменти на чолі з керівником департаменту.
3. Кафедри на чолі з завідувачем кафедри або відділи на чолі з начальником відділу.

Ця структура поділяє засоби підтримки бізнес-процесів на три рівні управління:

<sup>1</sup> проф. В.Є. Мухін, д-р техн. наук – НТУ України "Київський політехнічний інститут";  
<sup>2</sup> доц. Я.І. Корнага, канд. техн. наук – НТУ України "Київський політехнічний інститут";  
<sup>3</sup> аспір. Є.О. Бойко – НТУ України "Київський політехнічний інститут"

1. Основні керівні бізнес-процеси (між ректоратом та керівництвом факультетів або підрозділів).
2. Основні бізнес-процеси (між керівництвом факультетів та завідувачами кафедр або керівництвом підрозділів та начальниками відділів).
3. Бізнес-процеси (між завідувачами кафедр та викладачами або між начальниками відділів та працівниками відділів).

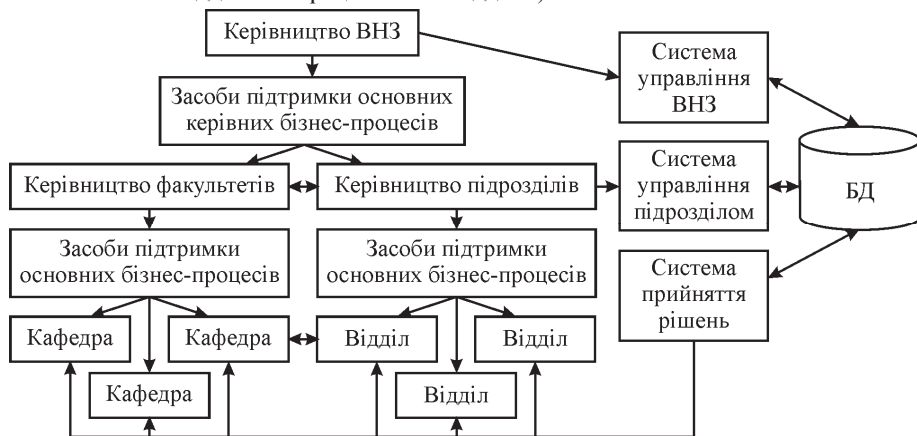


Рис. 1. Механізми автоматизації бізнес-процесів управлінської діяльності вищого навчального закладу

Крім цього, у ВНЗ також використовують системи для управління:

1. Система управління ВНЗ.
2. Система управління підрозділом.
3. Система прийняття рішень.

Для зберігання даних управлінської діяльності використовують базу даних, в якій зберігаються така інформація:

1. Фінансова інформація щодо працівників.
2. Фінансова інформація щодо студентів.
3. Щодо контингенту студентів.
4. Щодо контингенту викладачів.
5. Навчальні та робочі плани.
6. Оцінки студентів.
7. Розклад занять.
8. Облік матеріальних цінностей.
9. Облік навчально-методичних матеріалів.

**Формалізація та моделювання бізнес-процесу.** Ця структура управління дає змогу приймати управлінські рішення для ефективного управління вищим навчальним закладом. Ці рішення безпосередньо пов'язані з бізнес-процесами, які виникають під час проведення педагогічної, наукової та дослідницької робіт викладачами та науковими працівниками університету. Для того, щоб проводити управління, потрібно провести формалізацію та моделювання бізнес-процесу, як показано на рис. 2.

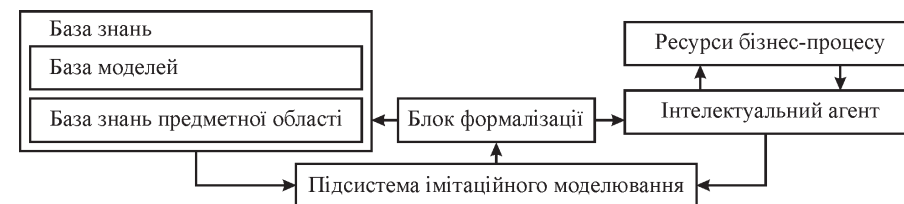


Рис. 2. Схема формалізації та моделювання бізнес-процесу

Система прийняття рішень з управління структурою університету складається з таких компонентів:

1. База знань – призначена для зберігання інформації щодо компонентів управлінської діяльності і правил, що описують перетворення даних у рамках задач управління.
2. Блок формалізації зв'язує значення з бази знань системи підтримки та прийняття рішень з інтелектуальним агентом.
3. Підсистема імітаційного моделювання дає змогу прогнозувати виникнення критичних чи тупикових ситуацій під час прийняття рішень.
4. Ресурси бізнес-процесу – це характеристики процесу, які виникають під час його створення.
5. Інтелектуальний агент генерує вирішення задач управління за допомогою оброблення даних, які подані в базі знань на основі моделей і набутого в процесі навчання досвіду.

До бази знань входять такі підсистеми:

1. База моделей – призначена для зберігання інформації про структуру інших інтелектуальних агентів, з якими потрібно взаємодіяти під час прийняття управлінських рішень.
2. База знань предметної області містить в собі формалізацію різних задач управління, знання, набуті у процесі роботи, методи вирішення задач і способи вибору алгоритмів та проміжні результати під час вирішення задач.

Інтелектуальний агент для прийняття рішень з управління бізнес-процесами у вищому навчальному закладі має володіти такими властивостями [5]:

1. Функціонувати без зовнішнього впливу.
2. Сприймати інформацію зі системи та швидко реагувати на її зміни.
3. Приймати швидкі рішення для досягнення мети.
4. Підтримувати можливість взаємодії з іншими агентами.
5. Проводити процес самонавчання.
6. Адаптувати досвід, який уже набуто до змін у системі.

**Моделювання поведінки графу послідовностей.** Для забезпечення функціональності системи прийняття рішень та прогнозування поведінки параметрів бізнес-процесів щодо виявлення критичних, тупикових ситуацій і випадків взаємного блокування операцій проводиться аналіз графу операцій бізнес-процесів за допомогою відповідних механізмів. Таким ефективним механізмом є апарат мереж Петрі.

Проведемо опис фрагмента моделі управління бізнес-процесами на верхньому рівні. Позначимо керівництво ВНЗ через суб'єкт А, а засоби основних керівних бізнес-процесів через В. Тоді керівництво факультетів через суб'єкт А,

а засоби основних бізнес-процесів керівництва факультетів через Е та керівництво департаментів – D, а засоби основних бізнес-процесів – F. Завідувачі кафедр позначимо через суб'єкти G та H, а керівників відділів через суб'єкти I та J. Граф, що описує цю взаємодію, подано на рис. 3.

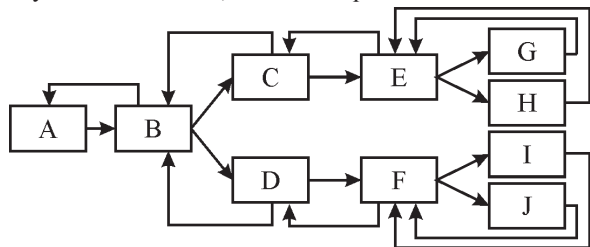


Рис. 3. Граф послідовності взаємодії суб'єктів у процесі операцій основних бізнес-процесів у ВНЗ

Для відображення цього графу в мережевій моделі мережі Петрі порівняємо вершини мережі Петрі активності суб'єктів, а дуги – передачу даних між суб'єктами в процесі їхньої взаємодії. На рис. 4 зображено варіант мережі Петрі, який моделює взаємодію суб'єктів в управлінні бізнес-процесами вищого навчального закладу.

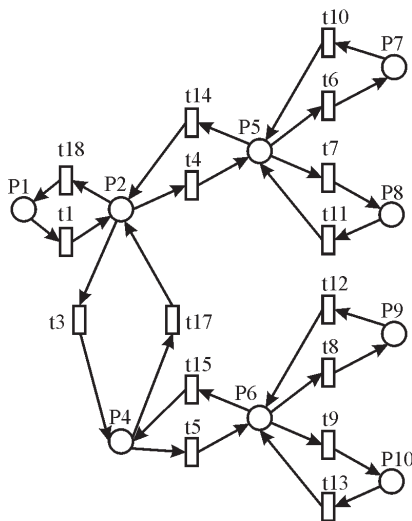


Рис. 4. Мережа Петрі, яка моделює взаємодію суб'єктів в управлінні бізнес-процесами вищого навчального закладу

З використанням спеціалізованого середовища для моделювання мереж Петрі проведено експериментальні дослідження параметрів формалізованих бізнес-процесів (табл. 1 і 2). Для бізнес-процесу, поданого мережею Петрі на рис. 5, виявляється можливістю досягнення всього набору станів  $M_0-M_{10}$ , при цьому розрахунковий час моделювання бізнес-процесу дорівнював 104,38 хв за заданої середньої тривалості операції 10,0 хв.

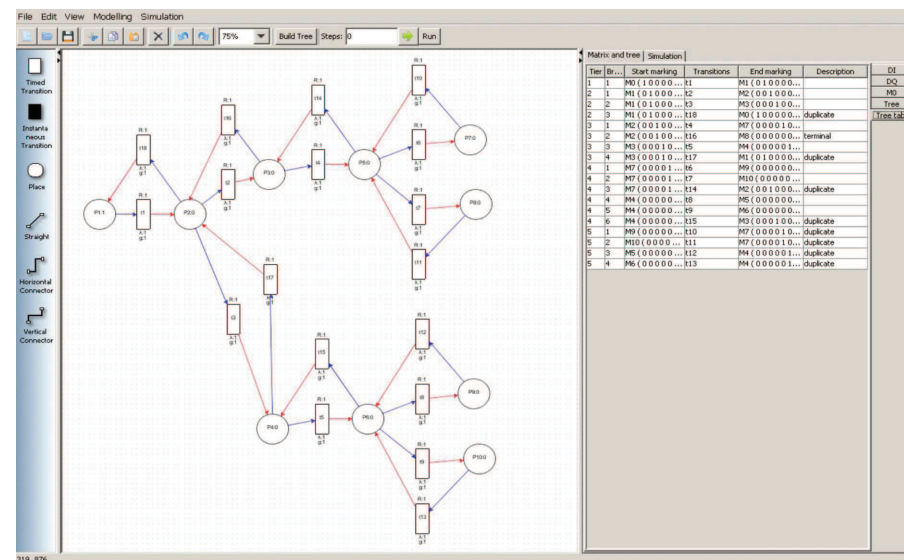


Рис. 5. Інтерфейс спеціалізованого середовища для моделювання бізнес-процесів на основі мереж Петрі

Табл. 1. Результати моделювання повного бізнес-процесу у вигляді дерева досяжності

Tier	Branch	Start marking	Transitions	End marking	Description
1	1	M0(1000000000)	t1		
		M1(0100000000)			
2	1	M1(0100000000)	t2	M2(0010000000)	
2	2	M1(0100000000)	t3	M3(0001000000)	
2	3	M1(0100000000)	t18	M0(1000000000)	duplicate
3	1	M2(0010000000)	t4	M7(0000100000)	
3	2	M2(0010000000)	t16	M8(0000000000)	terminal
3	3	M3(0001000000)	t5		
		M4(0000010000)			
3	4	M3(0001000000)	t7	M10(000000100)	
4	1	M7(0000100000)	t6		
		M9(0000001000)			
4	2	M7(0000100000)	t7	M10(000000100)	
4	3	M7(0000100000)	t14	M2(0010000000)	duplicate
4	4	M4(0000010000)	t8	M5(0000000010)	
4	5	M4(0000010000)	t9	M6(0000000001)	
4	6	M4(0000010000)	t15	M3(0001000000)	duplicate
5	1	M9(0000001000)	t10	M7(0000100000)	duplicate
5	2	M10(0000000100)	t11	M7(0000100000)	duplicate
5	3	M5(0000000010)	t12	M4(0000010000)	duplicate
5	4	M6(0000000001)	t13	M4(0000010000)	duplicate

Табл. 2. Результати моделювання бізнес-процесу у вигляді дерева досяжності з видаленим переходом (операцією передачі потоків даних)

Tier	Branch	Start marking	Transitions	End marking	Description
1	1	M0(1000000000)	$t_1$		
	M1(0100000000)				
2	1	M1(0100000000)	$t_2$	M2(0010000000)	
2	2	M1(0100000000)	$t_3$	M3(0001000000)	
2	3	M1(0100000000)	$t_{18}$	M0(1000000000)	duplicate
3	1	M2(0010000000)	$t_4$	M7(0000100000)	
3	2	M2(0010000000)	$t_{16}$	M8(0000000000)	terminal
3	3	M3(0001000000)	$t_5$		
	M4(0000010000)				
3	4	M3(0001000000)	$t_{17}$	M1(0100000000)	duplicate
4	1	M7(0000100000)	$t_6$		
	M9(0000001000)				
4	2	M7(0000100000)	$t_7$	M10(0000000100)	
4	3	M4(0000010000)	$t_8$	M5(0000000010)	
4	4	M4(0000010000)	$t_9$	M6(0000000001)	
4	5	M4(0000010000)	$t_{15}$	M3(0001000000)	duplicate
5	1	M9(0000001000)	$t_{10}$	M7(0000100000)	duplicate
5	2	M10(0000000100)	$t_{11}$	M7(0000100000)	duplicate
5	3	M5(0000000010)	$t_{12}$	M4(0000010000)	duplicate
5	4	M6(0000000001)	$t_{13}$	M4(0000010000)	duplicate

У випадку, якщо окремі зв'язки в бізнес-процесах виявляються порушеними (перехід  $t_{14}$  відсутній, тобто передача потоків даних між вершинами-суб'єктами P3 і P5 не виконується), кількість можливих станів зменшується, тобто не всі стани бізнес-процесу є досяжними. Розрахунковий час моделювання бізнес-процесів дорівнював 98,104 хв, що зумовлено тим, що певні стани є недосяжними і бізнес-процес виконується не повністю.

Отже, механізми мереж Петрі дали змогу провести аналіз подій під час реалізації бізнес-процесів управління для вищих навчальних закладів.

**Висновок.** Управління бізнес-процесами у системі підтримки та прийняття рішень дає змогу гарантувати ефективне функціонування вищих навчальних закладів. Запропоновано підхід, що дає змогу за допомогою інтелектуального агента забезпечувати повноцінну систему управління з трьохрівневою структурою. На основі імітаційного моделювання за допомогою мереж Петрі проводиться прогнозування появи критичних, недосяжних або тупикових ситуацій та випадків взаємного блокування операцій бізнес-процесів, які можуть привести до зниження швидкості прийняття рішень та порушень у функціонуванні вищих навчальних закладів та їх підрозділів.

### Література

1. Чорнобай Л.І. Бізнес-процеси підприємства: загальна характеристика та економічна суть / Л.І. Чорнобай, О.І. Дума // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Економічна. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2014. – № 759. – С. 125-131.

2. Єсіпова К. Методика оцінки бізнес-процесів / К. Єсіпова // Вісник Київського національного торговельно-економічного університету. – К.: Вид-во КНТЕУ. – 2012. – № 2. – С. 46-58.

3. Казимир В.В. Метод формалізованого опису бізнес-процесів управляючих web-порталів / В.В. Казимир, М.В. Харченко // Математичні машини і системи : зб. наук. праць. – Чернівці, 2015. – № 2. – С. 130-138.

4. Шабельник Т.В. Основні принципи моделювання бізнес-процесів маркетингово-орієнтованого управління / Т.В. Шабельник // Фінансовий простір : зб. наук. праць. – К., 2015. – № 1. – С. 298-231.

5. Мухин В.Е. Механизмы интеллектуальных агентов для системы автоматизации управления бизнес-процессами / В.Е. Мухин, В.В. Степин, А.Н. Иванова // Управляющие системы и машины : сб. науч. тр. – К., 2014. – № 1. – С. 77-82.

6. Репин В. Процессорный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. Репин, В. Елиферов. – М.: Изд-во "Манн, Иванов и Фербер", 2013. – С. 543.

7. Барановская Т.П. Анализ и моделирования бизнес-процессов / Т.П. Барановская, Т.В. Першакова, А.Е. Вострокнутов, Т.Ю. Грубич // Научный журнал КубГАУ : сб. науч. тр., 2014. – № 102(08). – С. 3-25.

8. Рященко В.П. Направления оптимизации бизнес-процессов предприятий / В.П. Рященко // Актуальні проблеми економіки : зб. наук. праць. – 2012. – № 10. – С. 143-150.

Надійшла до редакції 11.04.2016 р.

### Мухин В.Е., Корнага Я.И., Бойко Е.А. Формализация и моделирование бизнес-процессов в задачах управления высшим учебным заведением в сфере образования

Разработаны механизмы управления высшим учебным заведением с помощью средств поддержки бизнес-процессов. Эффективность управления предполагает применение методов, позволяющих проводить мероприятия по обеспечению выполнения учебной, научной и методической работы. Разработаны механизмы поддержки автоматизации бизнес-процессов управленческой деятельности университетов, проведена их формализация и моделирование на основе имитационного моделирования. Проведено моделирование бизнес-процесса с помощью сети Петри, позволившее выполнить прогнозирование появления критических, недоступных или тупиковых ситуаций и случаев взаимного блокирования операций бизнес-процессов, которые могут привести к снижению скорости принятия решений и в процессе функционирования высших учебных заведений и их подразделений.

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, формализация, сеть Петри.

### Mukhin V.Ye., Kornaga Ya.I., Boyko Ye.O. Formalization and Simulation of Business Processes in the Tasks of Management of Higher Educational Institutions

The mechanisms for managing the higher education institutions based on the supporting mechanisms for the business processes are suggested. The effective management implies the use of methods that allow ensuring the implementation of staff training, and also scientific and technical work. The mechanism for support of the business process automation and management in the universities is suggested, their formalization and simulation are performed. We also propose the ways to simulate business process with the Petri-networks, which allows performing the forecast of the critical, inaccessible or deadlock situations and cases of deadlock operations in the business processes that can lead to a reduction in speed of the decision making and violations in the functioning of higher education institutions and their departments.

**Keywords:** business process, formalization, Petri nets, simulation.