

УДК 004.651/652:616.43

doi:10.20998/2413-4295.2019.10.06

## БАЗА ДАНИХ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Г. С. ДОБРОРОДНЯ<sup>1</sup>, О. В. ВИСОЦЬКА<sup>2</sup>, І. Ю. ПАНФЬОРОВА<sup>3</sup>, А. І. ПЕЧЕРСЬКА<sup>2</sup>,  
Л. М. РИСОВАНА<sup>4\*</sup>, О. Й. ДОВНАР<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> кафедра біомедичної інженерії, ХНУРЕ, Харків, УКРАЇНА

<sup>2</sup> кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій, НАУ ім. М. С. Жуковського «ХАІ», Харків, УКРАЇНА

<sup>3</sup> кафедра інформаційних управляючих систем, ХНУРЕ, Харків, УКРАЇНА

<sup>4</sup> кафедра медичної та біологічної фізики і медичної інформатики, ХНМУ, Харків, УКРАЇНА

\*e-mail: rluba\_24@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** Розглянуто особливості автоматизації процесу діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів. В статті складним організаційним об'єктом виступає організм людини, який є біологічною системою, що здатна до самооновлення та саморозвитку через оновлення клітин, обмін речовин і енергії тощо. Актуальність даної статті полягає в тому, що на сьогоднішній день функціональні порушення обміну речовин є однією з основних проблем в більшості промислово розвинених країн світу. Важливими залишаються питання вивчення механізмів формування та специфіки клінічних проявів даного захворювання саме у працездатного населення. Для вивчення проблеми виникнення функціональних порушень даної нозологічної групи характерна наявність великої кількості лабораторно-діагностичної інформації, що ускладнює процес своєчасної постановки діагнозу, тому в роботі розглянуто необхідність розроблення інформаційної системи діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів. Одним з аспектів розробки інформаційної системи є створення і ведення баз даних, тому запропоновано базу даних інформаційної системи діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів, яка дозволить накопичувати і зберігати дані про людину і її лабораторно-діагностичні показники функціонального стану. Було розроблено концептуальну і логічну моделі бази даних інформаційної системи діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів. Як систему управління базою даних було обрано MySQL. Концептуальна модель бази даних розкриває смислову структуру запропонованої інформаційної системи. Логічна модель, заснована на об'єктно-реляційній моделі, має схему даних у вигляді таблиць, пов'язаних між собою логічно, що запобігає порушенню роботи бази даних при її модифікуванні. Розроблена база даних може використовуватись як модуль зберігання даних про біологічний об'єкт і його лабораторно-діагностичні показники стану. Структура бази даних дозволяє в подальшому використовувати її для вирішення задач автоматизації діагностичного процесу схожих порушень. Така модель бази даних спрощує доступ медичного персоналу ендокринологічних та терапевтичних відділень до даних з метою своєчасного і коректного діагностування порушень обміну речовин.

**Ключеві слова:** інформаційна система; функціональні порушення; складний організаційний об'єкт; суб'єкт дослідження; база даних; концептуальна та логічна модель.

## DATABASE OF THE SYSTEM FOR DIAGNOSTIC THE FUNCTIONAL DISORDERS OF COMPLEX ORGANIZATIONAL OBJECTS

**H. DOBRORODNIA<sup>1</sup>, O. VYSOTSKA<sup>2</sup>, I. PANFOROVA<sup>3</sup>, A. PECHERSKA<sup>2</sup>,  
L. RYSOVANA<sup>4</sup>, O. DOVNAR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of biomedical engineering, NURE, Kharkiv, UKRAINE

<sup>2</sup>Department of radio-electronic and biomedical computer-aided means and technologies, NAU H.E. Zhukovsky «KhAI», Kharkiv, UKRAINE

<sup>3</sup>Department of Information Control Systems, NURE, Kharkiv, UKRAINE

<sup>4</sup>Department of Medical Biophysics and Medical Informatics, KNMU, Kharkiv, UKRAINE

**ABSTRACT** The features of automating the process of diagnosing functional disorders of complex organizational objects are considered. In this article, an organism is a complex organizational object that is a biological system capable of self-renewal and self-development through cell renewal, metabolism and energy, and so on. The urgency of this article is that to date, functional disorders of metabolism are one of the main problems in most industrialized countries of the world. Problems of studying the mechanisms of formation and specifics of clinical manifestations of this disease are precisely among the able-bodied population. The study of the problem of functional disorders of this nosological group is characterized by the presence of a large amount of laboratory and diagnostic information, which complicates the process of timely diagnosis, therefore the necessity of developing an information system for diagnosing functional disorders of complex organizational objects is considered. One of the aspects of developing an information system is the creation and maintenance of databases, therefore the database of the information system for the diagnostics of functional disorders of complex organizational objects is proposed, which will allow to accumulate and store data about a person and its laboratory and diagnostic indicators of the functional state. The conceptual and logical models of the database of the information system for diagnosing functional disorders of complex organizational objects were developed. MySQL

*was selected as the database management system. The conceptual model of the database reveals the semantic structure of the proposed information system. A logical model, based on an object-relational model, has a data schema in the form of tables that are logically related, which prevents the database from being interrupted by its modification. The developed database can be used as a module for storing data on a biological object and its laboratory-diagnostic status indicators. The structure of the database allows it to be used in the future to solve problems of automation of the diagnostic process of similar violations. Such a model database simplifies the access of medical personnel to endocrinologic and therapeutic departments in order to timely and accurately diagnose metabolic disorders.*

**Keywords:** *information system; functional violations; complex organizational object; subject of research; database; conceptual and logical model*

## Вступ

Останні два десятиліття невід'ємно пов'язані з різким зростанням використання сучасних інформаційних технологій (ІТ) в різних галузях діяльності. Удосконалення засобів обчислювальної техніки і, відповідно, математичного апарату, які використовуються при обробці значних об'ємів інформації, що притаманно складним організаційним об'єктам, дозволило значно розширити коло задач, які можливо було б вирішити за допомогою автоматизованих інформаційних систем (ІС). Застосування ІС дозволяє фахівцю отримувати параметри, які необхідні для прийняття рішень. Клас задач, що вирішуються за допомогою ІС у різних галузях, стрімко розширюється. Такі системи набули широкого використання у таких сферах людської діяльності як соціальна, економічна, технологічна, медична та інших. Актуальності набуває освоєння принципів побудови та ефективного застосування відповідних технологій і програмних продуктів: систем керування базами даних (СКБД), CASE-систем автоматизації проектування, засобів адміністрування та захисту баз даних (БД) та інших.

На тлі глобальних змін в розвитку нашої країни спостерігається значний прогрес і в медичній галузі, яка характеризується множиною змінних разом з відносинами між ними, великою кількістю можливих станів, невизначеністю параметрів, що ускладнює задачу прийняття рішень. Вивчаючи ті чи інші елементи біологічних систем і їх внутрішню структуру (організацію), а також розглядаючи цю організацію як ключ до розуміння принципів функціонування системи в цілому, зауважимо що такий підхід передбачає деталізацію структури біологічного об'єкта, який досліджується. Можна відмітити, що біологічний об'єкт має ймовірнісну організацію, що ускладнює процес діагностики.

Діагностика стану складного організаційного об'єкта - це інструмент моніторингу, що здійснює оцінювання поточного і перспективного його станів, ефективності функціонування та визначення можливих відхилень від рівноважного стану, під дією збуджуючих впливів внутрішнього і зовнішнього середовища, з метою прийняття управлінських рішень щодо приведення об'єкта в потрібний стан і формування його стратегії саморегулювання.[1]

Якщо організаційний об'єкт – це сукупність форм, структур і засобів управління, які об'єднані спільністю цілей, завдань, функцій на основі обраних

і перевірених принципів управління, а для організаційного об'єкта характерно наявність організаційної структури як сукупності взаємозалежних зв'язків, то можливо зазначити, що саме ним є біологічний об'єкт, тобто людина. [2-4]. Людина – це складний організаційний об'єкт, в якому різні події виникають як результат взаємодії безлічі різноманітних систем і елементів, а впливаючи на будь-яку систему не можна бути впевненим, що це не призведе до такої реакції всього об'єкта, яка зруйнує всі зусилля при досягненні поставлених цілей.

На сьогоднішній день однією з основних медичних проблем в більшості промислово розвинених країн світу є проблеми, пов'язані з порушенням обміну речовин [5,6]. Зауважимо, що в Україні спостерігається стійка тенденція до зростання кількості осіб з функціональними порушеннями даної нозологічної групи.

Рішення проблеми вивчення виникнення функціональних порушень є важливим і має безперечне медичне, соціальне та економічне значення [5,7]. Для своєчасного і коректного визначення функціональних порушень об'єкта важливим кроком є оцінка збалансованості енергетичних процесів, а також прогнозування динаміки їх поведінки [8]. Така ситуація вимагає прийняття необхідних і обґрунтованих рішень у сфері діагностики функціонального стану, проведення на їх основі різних заходів щодо запобігання ускладнень, відновлення якості функціонування складного біологічного об'єкта. Збір, обробка і аналіз таких великих обсягів даних, одержаних у результаті проведених досліджень біологічного об'єкту – це складні завдання, які вимагають подолання серйозних технічних труднощів, величезних витрат і адекватних організаційних рішень. Ефективне вирішення завдань такого класу вимагає застосування сучасних комп'ютерних методів і засобів для обробки та аналізу отриманих даних.

Проте першочерговим є питання збереження інформації на всіх етапах процесу прийняття рішень. Для вирішення цього питання запропоновані різні підходи, кожен з яких має свої переваги та недоліки. В автоматизованій ІС обліку контингенту дітей дошкільного та шкільного віку [9] для зберігання інформації про дітей використана СКБД Microsoft Access. Клієнтську частину розроблено в середовищі програмування Delphi. Для зв'язку з БД використано технологію ADO. Компоненти ADODataset звертаються до БД за допомогою SQL-запитів. Але ця

БД має обмеження щодо типів даних, які зберігаються, тобто недостатньо гнучка.

Організація інформаційної взаємодії між сервером баз даних і клієнтськими додатками може здійснюватися шляхом візуалізації результатів обробки запитів до БД у формі динамічних сцен [10]. Проте в такому разі БД у вигляді набору файлів знаходиться у зовнішній пам'яті сервера MainServ мережі, що впливає на швидкість оброблення запитів і відповіді на них.

Системи керування XML-даними використовують реляційні СКБД з можливостями управління даними формату XML [11], але синтаксис XML дуже великий, що може впливати на ефективність роботи таких БД.

У [12] для віддаленого зберігання, структурування, візуалізації та аналізу даних випробувань складних організаційних об'єктів пропонується використання інтерактивного web-додатку. Вся інформація при цьому зберігається у вигляді двовимірних масивів числових даних.

У [13] обговорюється створення розподілених ІС, компоненти додатків і дані яких розташовані в мережах різних організацій або компаній, що утворюють гетерогенне середовище. Для цього запропоновані спеціальні компоненти-брокери обробки і управління, прикладна віртуальна машина, що включає спеціалізований сервер Impress і СКБД MongoDB, які використовують програмні засоби динамічного зв'язування компонентів і динамічного побудови моделей на базі інтроспекції компонентів і методиках метапрограмування. Проте складність реалізації цього підходу відбивається на якості роботи ІС в цілому.

Для інтеграції реляційної СКБД MySQL з web-додатком у ІС «Комплекс Систем Автоматизованого Моделювання» використовується фреймворк Django [14]. Для зберігання інформації про моделі була обрана документно-орієнтована СКБД MongoDB, яка зберігає інформацію в JSON-подібному форматі, застосування якого для збереження інформації про складні організаційні об'єкти обмежується невисокою швидкістю обробки запитів та однопоточністю.

Для централізованого зберігання медичних даних у галузі імунології в ІС «Імуноскрин 2.0» використано відображення OWL-онтології предметної області у реляційну модель бази даних [15]. Ієрархічна структура онтології зберігається завдяки традиційному поданню графів списком суміжних вершин, які нумеруються двічі методом обходу в глибину з поверненням. Тому зміна структури графа вимагає повторного нумерування всіх вершин.

Таким чином, вибір моделі зберігання даних залежить від функціональних особливостей ІС. Для ІС діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів доцільним є використання об'єктно-реляційної моделі даних [16-18]. Переваги такої моделі полягають в простоті, зрозумілості і

зручності її застосування при розробленні структури БД, що припускає використання різних об'єктів даних.

### Мета роботи

Отже, метою роботи є створення БД ІС діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів.

### Виклад основного матеріалу

Розглянемо процес діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів на прикладі діагностики порушень обміну речовин складного біологічного організаційного об'єкта – людського організму. Для цього було проаналізовано результати дослідження стану 126 пацієнтів різноманітних вікових груп з такими функціональними порушеннями як цукровий діабет та артеріальна гіпертензія. Тобто аналізована предметна область описується з використанням інформації різних типів, що характеризують дані щодо опитування, огляду та клініко-діагностичних досліджень організму пацієнта: первинні показники антропометричних характеристик, основні біографічні, статеві та вікові дані, показники, які відображають дані периферичної гемодинаміки, обміну вуглеводів, ліпідів, адипокінів та ін.

На етапі концептуального проектування всю інформацію щодо предметної галузі було розподілено за сутностями. Було виділено такі сутності:

- «Doctor» містить основні загальні дані про суб'єкт дослідження;
- «Pacient» містить загальні дані про об'єкт дослідження;
- «Disease\_catalog\_code» включає в себе атрибути для зберігання даних про метаболічні порушення;
- «Disease\_catalog\_class» включає в себе атрибути для зберігання даних про класи функціональних порушень;
- «Disease\_catalog\_unit» включає в себе атрибути для зберігання даних про номер блоку функціонального порушення;
- «Catalog\_of\_preventive\_diseases» включає в себе атрибути для зберігання даних про профілактичні заходи і схеми їх проведення;
- «Average\_structural\_params» містить значення усереднених антропометричних показників складного організаційного об'єкта;
- «Params\_of\_functions» містить зв'язки з сутностями основних видів обміну речовин та сутністю, яка містить результати гормональних досліджень;
- «Structural\_params» містить перелік показників, які відображають основні антропометричні показники складного організаційного об'єкта;

- «Norm\_structural\_params» містить значення норми для основних антропометричних показників складного організаційного об'єкта;
- «Modeling» містить значення результату діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів;
- «Type\_anamnesis» містить перелік основних видів анамнезів;
- «Patient's anamnesis» містить результат анамнезу життя складного організаційного об'єкта;
- «Visit» - включає в себе атрибути для зберігання інформації про результати опитування та огляду складного організаційного об'єкта, його направлення на обстеження, а також дату контрольного візиту;
- «Lipid\_exchange\_parameters» містить перелік основних фракцій ліпідів і відображає ліпідний обмін в організмі, дисбаланс про- та антиатерогенних фракцій, які сприяють формуванню дисліпідемії;
- «Hemodynamic\_parameters» містить перелік показників, які відображають периферичну гемодинаміку складного організаційного об'єкта, тобто рівнів тиску, згідно з якими оцінюють функціонування серцево-судинної системи;
- «Adipokines» містить перелік гормонів, які виробляються жировою тканиною і змінюють співвідношення надлишкового та недостатнього аналізу адипокінів;
- «Parameters\_of\_carbohydrate\_metabolism» містить перелік основних показників обміну вуглеводів. Він важливий оскільки даний обмін є енергетичним субстратом формування дисметаболических порушень;

- «Norm\_Hemodynamic\_parameters» містить значення норми для основних показників периферичної гемодинаміки складного організаційного об'єкта;
- «Norm\_Param\_of\_carbohydrate\_metabol» містить значення норм для основних показників обміну вуглеводів;
- «Norm\_Lipid\_exchange\_parameters» містить значення норм для основних показників обміну ліпідів;
- «Norm\_Adipokines» містить значення норм для основних показників гормонів, які виробляються жировою тканиною (рис. 1).

Між усіма сутностями БД було організовано зв'язки типу «один-до-багатьох».

На етапі логічного проектування були визначені атрибути кожної сутності. Кожен атрибут сутності містить значення певної характеристики аналізованого складного організаційного об'єкта, а кортеж (рядок) є описом окремого такого об'єкта. Цілісність сутностей забезпечується первинними ключами, які дозволяють запобігти неоднозначності тоді, коли невідомо до якої з записів таблиці необхідно звернутися, і зовнішніми ключами, які використовуються для організації зв'язків між таблицями БД та для підтримки обмежень посиальної цілісності даних [19]. Спроектвана логічна модель БД наведена на рис. 2.

На етапі фізичного проектування розроблена логічна модель була реалізована з використанням СКБД MySQL, яка забезпечує багатопоточність, тобто вона здатна підтримувати одночасно декілька запитів.

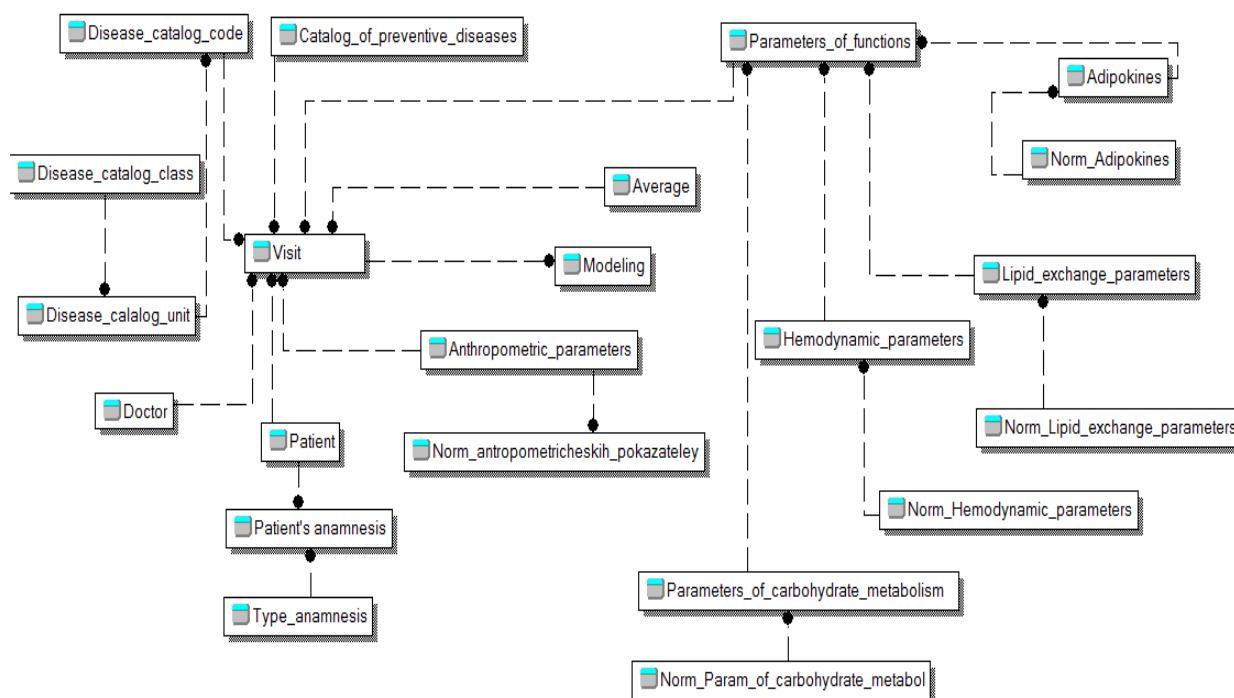


Рис. 1 – Концептуальна модель бази даних

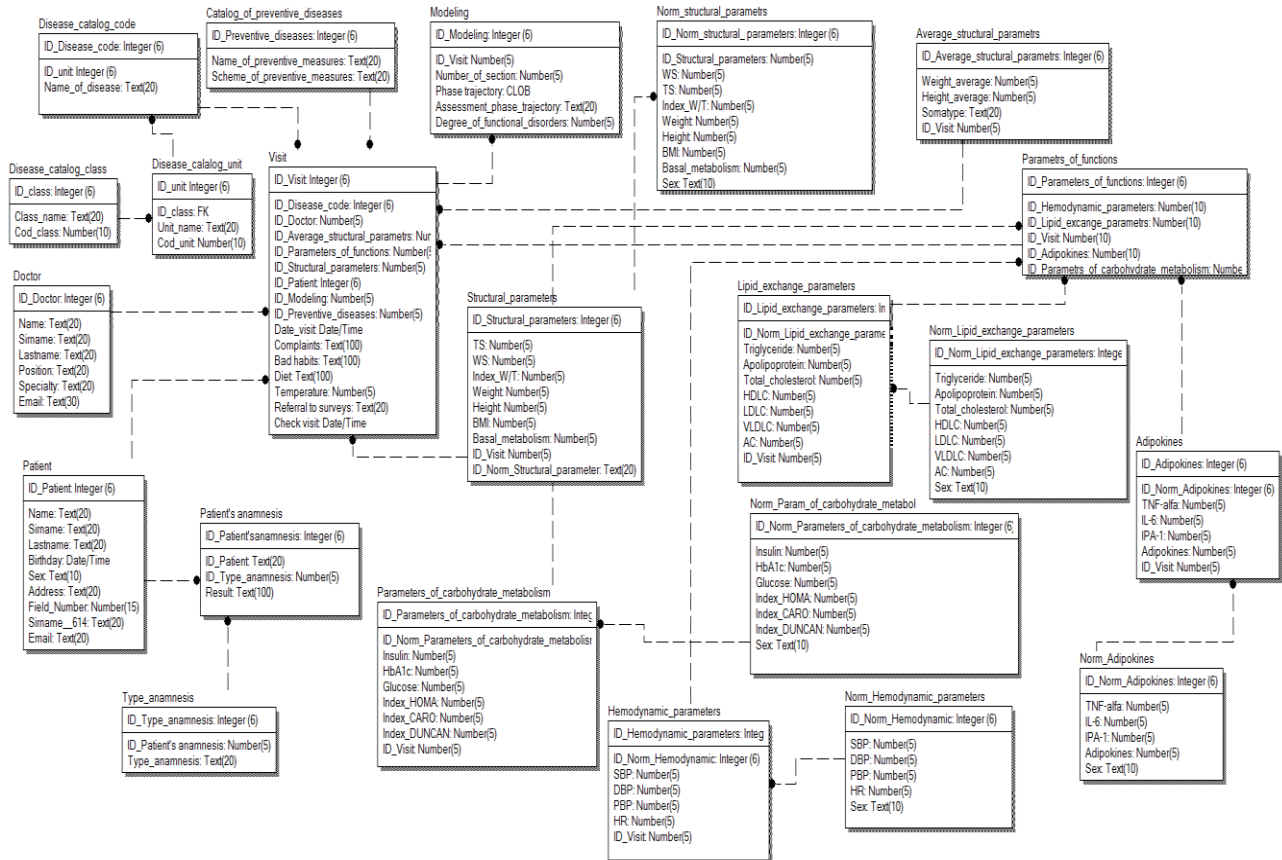


Рис. 2 – Логічна модель бази даних

### Обговорення результатів

Представлена БД призначена для:

- зберігання необхідного набору різних типів даних;
- подання їх у зручному, структурованому вигляді;
- коригування даних, які зберігаються;
- швидкого доступу до даних для їх візуального відображення і проведення консультацій.

Завдяки використанню реляційної моделі даних та СКБД MySQL розроблена БД є відкритою і кросплатформеною, що дозволяє говорити про універсальну організацію її структури для вирішення задач автоматизації діагностики функціональних порушень різних складних організаційних об'єктів.

Представлену в статті БД було реалізовано як модуль зберігання даних щодо стану об'єктів наявність функціональних порушень яких визначається за допомогою ІС «Functional disorders 1.0». Для зручності введення та відображення інформації було розроблено зручний і простий у використанні інтерфейс користувача, деякі діалогові вікна якого наведені на рис. 3.

Програмну частину ІС було написано на мові C# для використання в операційній системі Microsoft Windows 7, 8, 10, Linux, OSmax, OS Max X і з можливостями розміщення її у мережі Інтернет та подальшого доступу до неї максимальної кількості фахівців-користувачів.

Розпочинаючи ще з перших етапів розробки ІС та закінчуючи етапами супроводу, коли до системи можуть бути внесені зміни, схема БД потребує тестування. Йому треба приділяти значну увагу адже важлива бізнес-логіка реалізується в БД в формі процедур, правил перевірки даних та правил цілісності посилань, і очевидно, що ця бізнес-логіка потребує детального тестування [20]. В разі внесення змін в схему БД, їх правильність оцінюється за коректністю роботи оновленої БД із зовнішніми програмами.

Тому, з метою виявлення відповідності функціонування та надійності розробленої БД, і було розроблено план тестування, який містив опис стратегій, які використовувались при проведенні тестування, а також сформульовано тестовий набір даних. Під час тестування були виявлені деякі критичні місця розробленої ІС та перевірені механізми, що забезпечують цілісність та конфіденційність даних. В розробленій БД було проведено перевірку схеми БД, а саме: тригери, функції, обмеження цілісності, визначення представлень тощо, і зовнішніх програм доступу: правильність функціонування програм після накладення змін на схему БД.

Під час тестування БД було внесені зміни в її схему, чим було покращено її проект. Але інформаційна і поведінкова семантика цієї БД не набула змін, що вказує на її якість.

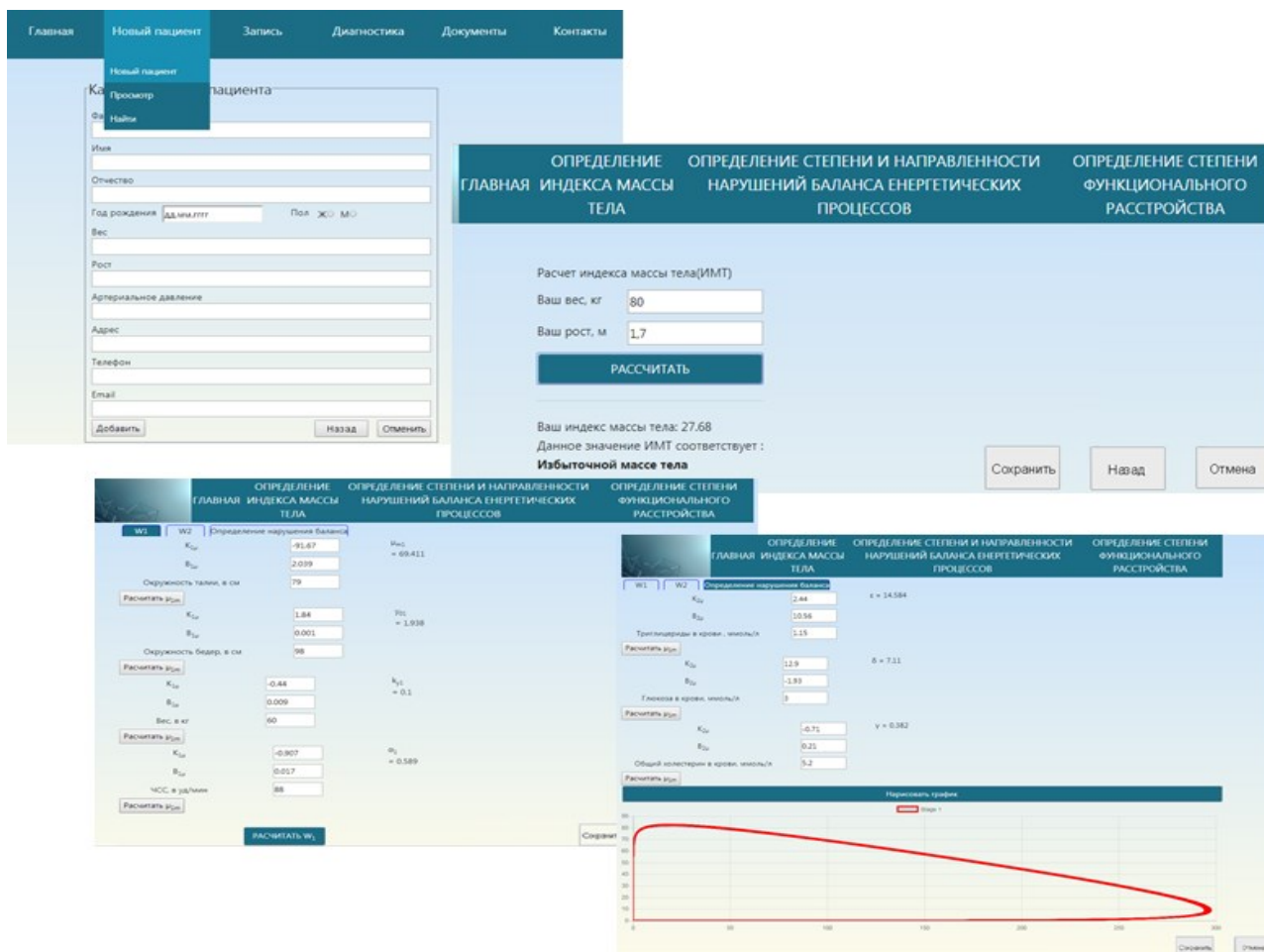


Рис. 3 – Діалогові вікна інформаційної системи «Functional disorders 1.0»

### Висновки

Таким чином, було розроблено БД ІС діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів, яка дозволяє зберігати інформацію необхідну для діагностики порушень обміну речовин такого складного біологічного організаційного об'єкта як організм людини.

Простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача забезпечує зручність введення нової інформації та комфортність відображення результатів запитів до розробленої БД.

Використання розробленої БД ІС «Functional disorders 1.0» надасть можливість комплексно оцінювати стан складних організаційних об'єктів та індивідуалізувати відповідні заходи для поліпшення стану кожного конкретного об'єкта, а також значно поліпшити умови праці лікарів.

### Список літератури

1. **Hutsa, O.** Development of the verification information technology of text procedures on logical connection and completeness / **O. Hutsa, N. Ihumenceva, N. Dovhopol, S. Yakubovska** // *Eastern - European Journal of Enterprise Technologies. Information and controlling system.* – 2017. –

- № 5/2 (89). – С. 55-64. – doi: 10.15587/1729-4061.2017.110660.
2. Діагностика в системі моніторингу. URL: <http://posibniki.com.ua/post-diagnostics-v-sistemi-monitoringu> (дата звернення: 12.04.2019).
3. **Kaur, R.** Hypertension diagnosis using fuzzy expert system / **R. Kaur, A. Kaur** // *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) National Conference on Advances in Engineering and Technology, AET-29th March.* – 2014. – P. 14-18.
4. **Furmankiewicz, M.** Artificial intelligence systems for knowledge management in e-health: the study of intelligent software agents / **M. Furmankiewicz, A. Soltysik-Piorunkiewicz, P. Ziuziański** // *Latest Trends on Systems: The Proceedings of 18th International Conference on Systems.* – 2014. – P. 551-556.
5. **Despres, JP.** Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardiometabolic Risk / **JP. Despres, I. Lemieux, J. Bergeron, et al.** // *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* – 2008. – 28(6). – P. 1039-1049. - doi: 10.1161/atvbaha.107.159228.
6. **Жук, Т. В.** Ожирение, репродукция и оксидативный стресс / **Т. В. Жук, С. Д. Яворская, В. В. Востриков** // *Ожирение и метаболизм.* – 2017. – 14(4). – С. 16-22. – doi: 10.14341/omet2017416-22.
7. **Farr, S. A.** Obesity and Hypertriglyceridemia Produce Cognitive Impairment / **S. A. Farr, K. A. Yamada, D. A. Butterfield, et al.** // *Endocrinology.* – 2008. – 149(5). – P. 2628-2636. – doi: 10.1210/en.2007-1722.



8. **Dobrorodnia, H.** Development of an approach to mathematical description of imbalance in methabolic processes for its application in the medical diagnostic information system / **H. Dobrorodnia, O. Vysotska, M. Georgiyants, Y. Balym, L. Rak, O. Kolesnikova, V. Levykin, O. Dovnar, K. Nosov, A. Porvan** // *Eastern europeanjournal of enterprise technologies. Information technology*. – № 5/2(95). – 2018. – С. 29-39.
9. **Жукова, В. М.** Проектування та розробка інформаційної системи обліку контингенту дітей дошкільного та шкільного віку / **В. М. Жукова** // *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*. – 2015. – № 6 (295). – С. 20 – 30.
10. **Касім, А. М.** Склад і структура клієнт-серверної системи моделювання поведінки навігаційно-моніторингових комплексів змінного призначення / **А. М. Касім** // *Математичні машини і системи*. – 2016. – № 4. – С. 54-67.
11. **Хорозов, О. А.** Формування бази даних електронних медичних записів / **О. А. Хорозов** // *Компьютерная математика*. – 2014. – № 1. – С. 61-69.
12. **Кучко, А. В.** Разработка интерактивного Web-приложения для работы с данными рентгеновского малоуглового рассеяния / **А. В. Кучко, А. В. Смирнов** // *Компьютерные инструменты в образовании*. – 2015. – №2. – С. 25-32.
13. **Тимошин, Ю. А.** Технология распределенной обработки данных и приложений с использованием динамически интерпретируемых метамоделей / **Ю. А. Тимошин, Т. Г. Шемседінов, В. П. Ярченко, А. И. Мороз** // *Міжвідомчий науково-технічний збірник «Адаптивні системи автоматичного управління»*. – 2014. – №1(24). – С. 128-138.
14. **Ермаков, Е. Ю.** Проектирование, реализация и внедрение в эксплуатацию комплекса систем автоматизированного моделирования / **Е. Ю. Ермаков, О. Ю. Ермаков, А. А. Паничкина**. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/download/169/124/> (дата обращения: 17.04.2019).
15. **Завалій, Т. І.** Методи та засоби структурування і зберігання даних в електронних медичних картках / **Т. І. Завалій, Ю. В. Нікольський** // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2010. – № 689. – С. 158–168.
16. **Малых, В. Л.** Объектно-реляционный подход к построению хранилища данных / **В. Л. Малых, А. Н. Калинин, Т. Ш. Юсуфов** // *Программные системы: теория и приложения*. – 2017. – №3(34). – С. 169–187. – doi: 10.25209/2079-3316-2017-8-3-169-187.
17. **Высоцкая, Е. В.** Разработка базы данных информационной системы диагностики когнитивных расстройств у больных дисциркуляторной энцефалопатией / **Е. В. Высоцкая, И. Ю. Панферова, Л. М. Рисованая** // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2014. – Т.3. – №2(69). – С. 9-14.
18. **Высоцкая, Е. В.** Разработка базы данных информационной системы определения исхода инфаркта миокарда / **Е. В. Высоцкая, С. В. Якубовская, В. В. Никонов, И. Ю. Панферова, А. П. Порван** // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2016. – № 1(2). – С. 21-28.
19. **Демиденко, М. А.** Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / **М. А. Демиденко**. – Д.: 2016. – 104 с. URL: <http://nmu.org.ua> (дата звернення: 07.04.2019).
20. **Ясенова, І. С.** Тестування баз даних як невід'ємний етап створення та супроводу інформаційних систем / **І. С.**

**Ясенова, О. В. Тегельман, О. В. Щур.** URL: [http://avia.nau.edu.ua/doc/2011/4/avia2011\\_4\\_3.pdf](http://avia.nau.edu.ua/doc/2011/4/avia2011_4_3.pdf) (дата звернення: 12.04.2019).

#### References (transliterated)

1. **Hutsa, O., Ihumenceva, N., Dovhopol, N., Yakubovska, S.** Development of the verification information technology of text procedures on logical connection and completeness. *Eastern - European Journal of Enterprise Technologies. «Information and controlling system»*, 2017, № 5/2 (89), 55-64, doi: 10.15587/1729-4061.2017.110660.
2. **Diahnostyka v systemi monitorinha** [Diagnostics in the monitoring system]. Available at: <http://posibniki.com.ua/post-diaagnostika-v-sistemi-monitoringu> (application date: 04/12/2019).
3. **Kaur, R., Kaur, A.** Hypertension diagnosis using fuzzy expert system. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) National Conference on Advances in Engineering and Technology*, AET-29th March, 2014, 14-18.
4. **Furmankiewicz, M., Soltysik-Piorunkiewicz, A., Ziuziański, P.** Artificial intelligence systems for knowledge management in e-health: the study of intelligent software agents. *Latest Trends on Systems: The Proceedings of 18th International Conference on Systems*, 2014, 551-556.
5. **Despres, JP., Lemieux, I., Bergeron, J., et al.** Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardiometabolic Risk. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.*, 2008, **28**(6), 1039-1049, doi: 10.1161/atvbaha.107.159228.
6. **Zhuk, T., Yavorskaya, S., Vostrikov, V.** Ozhireniye, reproduktiya i oksidativnyy stress. [Obesity, reproduction and oxidative stress]. *Obesity and metabolism*, 2017, **14** (4), 16-22, doi: 10.14341/OMET2017416-22.
7. **Farr, S. A., Yamada, K. A., Butterfield, D. A. et al.** Obesity and Hypertriglyceridemia Produce Cognitive Impairment. *Endocrinology*, 2008, **149**(5), 2628-2636, doi: 10.1210/en.2007-1722.
8. **Dobrorodnia, H., Vysotska, O., Georgiyants, M., Balym, Y., Rak, L., Kolesnikova, O., Levykin, V., Dovnar, O., Nosov, K., Porvan, A.** Development of an approach to mathematical description of imbalance in methabolic processes for its application in the medical diagnostic information system. *Eastern europeanjournal of enterprise technologies. Information technology*, 2018, № 5/2(95), 29-39.
9. **Zhukova, V. M.** Proektuvannya ta rozrobka informatsiyanoi systemy obliku kontynhentu ditey doshkil'noho ta shkil'noho viku [Designing and developing an informational system for counting the contingent of children of preschool and school age]. *Visnyk Luhans'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka*, 2015, № 6 (295), 20-30.
10. **Kasim, A. M.** Sklad i struktura kliyent-servernoyi systemy modelyuvannya povedinky navihatsiyno-monitorynhovykh kompleksiv zminnoho pryznachennya [Composition and structure of the client-server system of simulation of behavior of navigation and monitoring systems of variable destination]. *Matematychni mashyny i systemy*, 2016, № 4, 54-67.
11. **Khorozov, O. A.** Formuvannya bazy danykh elektronnykh medychnykh zapysiv [Formation of the database of electronic medical records]. *Kompyuternaya matematyka*, 2014, № 1, 61-69.

12. **Kuchko, A. V., Smyrnov, A. V.** Razrabotka ynteraktyvnoho Web-prylozhenyia dlya raboty s dannymy renthenovskoho malouhlovoho rasseyaniya [Development of an interactive Web application for working with X-ray small-angle scattering data]. *Komp'yuternye ynstumenty v obrazovanuy*, 2015, №2, 25-32.
13. **Tymoshyn, Yu. A., Shemsedynov, T. H., Yarchenko, V. P., Moroz, A. Y.** Tekhnolohyya raspredelennoy obrabotky danykh y prylozheny y spopol'zovanyem dynamychesky ynterpretyruemykh metamodeley [Distributed Data and Application Processing Technology Using Dynamically Interpreted Metamodels]. *Mizhvidomchyy naukovotekhnichnyy zbirnyk «Adaptyvni systemy avtomatychnoho upravlinnya»*, 2014, №1(24), 128-138.
14. **Ermakov, E. Yu., Ermakov, O. Yu., Panychkina, A. A.** Proektyrovanye, realizatsyya y vnedrenye v éksplyuatatsyyu kompleksa system avtomatyzirovannoho modelyrovanyia [Design, implementation and implementation of the complex of automated modeling systems]. Available at: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/download/169/124/> (application date: 04/17/2019).
15. **Zavaliy, T. I., Nikol's'kyu, Yu. V.** Metody ta zasoby strukturuvannya i zberihannya danykh v elektronnykh medychnykh kartkakh [Methods and tools for structuring and storing data in electronic medical cards]. *Visnyk Natsional'noho universytetu «L'viv's'ka politekhnika»*, 2010, № 689, 158–168.
16. **Malykh, V. L., Kalynyn, A. N., Yusufov, T. Sh.** Ob"ektnorelyatsyonnyy podkhod k postroyenyu khranylyshcha danykh [Object-Relational Approach to Data Warehouse Building]. *Prohrammnye systemy: teoryya y prylozhenyia*, 2017, №3(34), 169–187, doi: 10.25209/2079-3316-2017-8-3-169-187.
17. **Vysotskaya, E. V., Panferova, I. Yu., Risovanaya, L. M.** Razrabotka bazy danykh informatsionnoy systemy diagnostiki kognitivnykh rasstroystv u bol'nykh distsirkulyatornoy entsefalopatiyey [Development of the database of an information system for the diagnosis of cognitive disorders in patients with dyscirculatory encephalopathy]. *East European Journal of Advanced Technology*, 2014, 3, No. 2 (69), 9-14.
18. **Vysotskaya, Ye. V., Yakubovskaya, S. V., Nikonov, V. V., Panferova, I. Yu., Porvan, A. P.** Razrabotka bazy danykh informatsionnoy systemy opredeleniya iskhoda infarkta miokarda [Development of a database of information system for determining the outcome of myocardial infarction]. *Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva*, 2016, № 1(2), 21-28.
19. **Demidenko, M. A.** Sistemi pidtrimki priynyattya rishen': navch. posib. [Systems of air-perceptions: Discrimination: navch. posib], 2016, 104 s. Available at: <http://nmu.org.ua> (date of the beast: 04/ 07/2019).
20. **Yasanova, I. S., Tehel'man, O. V., Shchur, O. V.** Testuvannya baz danykh yak nevid"yemnyy etap stvorennia ta suprovodu informatsiynykh system [Testing databases as an integral part of the creation and maintenance of information systems]. Available at: [http://avia.nau.edu.ua/doc/2011/4/avia2011\\_4\\_3.pdf](http://avia.nau.edu.ua/doc/2011/4/avia2011_4_3.pdf) (application date: 04/12/2019).

#### Відомості про авторів (About authors)

**Доброгородня Ганна Сергіївна** — Харківський національний університет радіоелектроніки, аспірантка кафедри біомедичної інженерії, Харків, Україна, ORCID: [orcid.org/0000-0002-3651-1000](https://orcid.org/0000-0002-3651-1000), e-mail: [hanna.dobrorodnia@ukr.net](mailto:hanna.dobrorodnia@ukr.net).

**Hanna Dobrorodnia** - Postgraduate student, Department of biomedical engineering, Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine, ORCID: [orcid.org/0000-0002-3651-1000](https://orcid.org/0000-0002-3651-1000), e-mail: [hanna.dobrorodnia@ukr.net](mailto:hanna.dobrorodnia@ukr.net).

**Висоцька Олена Володимирівна** – доктор технічних наук, професор, Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», завідувач кафедрою радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій, Харків, Україна, ORCID: [orcid.org/0000-0003-3723-9771](https://orcid.org/0000-0003-3723-9771), e-mail: [evisotska@ukr.net](mailto:evisotska@ukr.net).

**Olena Vysotska** - Doctor in Technical Sciences, Professor, National Aerospace University H.E. Zhukovsky «Kharkiv Aviation Institute», Head of Department of radio-electronic and biomedical computer-aided means and technologies, Kharkiv, Ukraine, ORCID: [orcid.org/0000-0003-3723-9771](https://orcid.org/0000-0003-3723-9771), e-mail: [evisotska@ukr.net](mailto:evisotska@ukr.net).

**Панфорова Ірина Юрївна** – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри інформаційних управляючих систем, Харків, Україна, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7032-9109](https://orcid.org/0000-0001-7032-9109), e-mail: [iryna.panforova@nure.ua](mailto:iryna.panforova@nure.ua).

**Iryna Panforova** - PhD in Technical Sciences, Kharkov National University of Radio Electronics, Associate of Professor Department of Information Control Systems, Kharkiv, Ukraine, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7032-9109](https://orcid.org/0000-0001-7032-9109), e-mail: [iryna.panforova@nure.ua](mailto:iryna.panforova@nure.ua).

**Печерська Анна Іванівна** – кандидат технічних наук, Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», доцент кафедри радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій, Харків, Україна, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7069-0674](https://orcid.org/0000-0001-7069-0674), e-mail: [pecherska.a@ukr.net](mailto:pecherska.a@ukr.net).

**Anna Pecherska** - PhD in Technical Sciences, National Aerospace University H.E. Zhukovsky «Kharkiv Aviation Institute», Associate of Professor Department of radio-electronic and biomedical computer-aided means and technologies, Kharkiv, Ukraine, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7069-0674](https://orcid.org/0000-0001-7069-0674), e-mail: [pecherska.a@ukr.net](mailto:pecherska.a@ukr.net).

**Рисована Любов Михайлівна** – кандидат технічних наук, Харківський національний медичний університет, старший викладач кафедри медичної та біологічної фізики і медичної інформатики, Харків, Україна, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7937-4176](https://orcid.org/0000-0001-7937-4176), e-mail: [rluba\\_24@ukr.net](mailto:rluba_24@ukr.net).

**Lyubov Rysovana** – PhD in Technical Sciences, Kharkiv National Medical University, Head teacher, Candidate of Technical Science, Department of Medical Biophysics and Medical Informatics, Kharkiv, Ukraine, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7937-4176](https://orcid.org/0000-0001-7937-4176), e-mail: [rluba\\_24@ukr.net](mailto:rluba_24@ukr.net).

**Довнар Олександр Йосипович** – кандидат технічних наук, Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», доцент кафедри радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій, Харків, Україна, ORCID: [orcid.org/0000-0001-7171-0024](https://orcid.org/0000-0001-7171-0024), e-mail: [dov.alexandr@yandex.ru](mailto:dov.alexandr@yandex.ru).



**Olexandr Dovnar** - PhD in Technical Sciences, National Aerospace University H.E. Zhukovsky «Kharkiv Aviation Institute», Associate of Professor Department of radio-electronic and biomedical computer-aided means and technologies, Kharkiv, Ukraine, ORCID: orcid.org/0000-0001-7171-0024, e-mail: dov.alexandr@yandex.ru.

*Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:*

**Добrorодня, Г. С.** База даних для системи діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів / **Г. С. Добrorодня, О. В. Висоцька, І. Ю. Панфьорова, А. І. Печерська, Л. М. Рисована, О. Й. Довнар** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 10 (1335). – С. 45-53. – doi:10.20998/2413-4295.2019.10.06.

*Please cite this article as:*

**Dobrorodnia, H., Vysotska, O., Panforova, I., Pecherska, A., Rysovana, L., Dovnar, O.** Database of the system for diagnostic the functional disorders of complex organizational objects. *Bulletin of NTU «KhPI». Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU «KhPI», 2019, **10** (1335), 45-53, doi:10.20998/2413-4295.2019.10.06.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Добrorодня, А. С.** База данных для системы диагностики функциональных нарушений сложных организационных объектов / **А. С. Добrorодня, Е. В. Высоцкая, И. Ю. Панферова, А. И. Печерская, Л. М. Рисованая, А. И. Довнар** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 10 (1335). – С. 45-53. – doi:10.20998/2413-4295.2019.10.06.

**АННОТАЦИЯ** Рассмотрены особенности автоматизации процесса диагностики функциональных нарушений сложных организационных объектов. В статье сложным организационным объектом выступает организм человека, который способен к самообновлению и саморазвитию через обновление клеток, обмен веществ и энергии и другие физиологические процессы. Актуальность данной статьи заключается в том, что на сегодняшний день функциональные нарушения обмена веществ являются одной из основных проблем в большинстве промышленно развитых стран мира. Важными остаются вопросы изучения механизмов формирования и специфики клинических проявлений данного нарушения именно у трудоспособного населения. Для изучения проблемы возникновения функциональных нарушений данной нозологической группы характерно наличие большого количества лабораторно-диагностической информации, что затрудняет процесс своевременной постановки диагноза, поэтому в работе рассмотрена необходимость разработки информационной системы диагностики функциональных нарушений сложных организационных объектов. Одним из аспектов разработки информационной системы является создание и ведение баз данных, поэтому в статье предложена база данных информационной системы диагностики функциональных нарушений сложных организационных объектов, которая позволит накапливать и хранить данные о человеке и его лабораторно-диагностические показатели функционального состояния. Были разработаны концептуальная и логическая модели базы данных информационной системы диагностики функциональных нарушений сложных организационных объектов. Как систему управления базой данных была выбрана MySQL. Концептуальная модель базы данных раскрывает смысловую структуру предлагаемой информационной системы. Логическая модель, основанная на объектно-реляционной модели, имеет схему данных в виде таблиц, связанных между собой логически, что предотвращает нарушение работы базы данных при ее возможной модификации. Разработанная база данных может использоваться как модуль хранения данных о сложном организационном объекте и его лабораторно-диагностических показателях функционального состояния. Структура базы данных позволяет в дальнейшем использовать ее для решения задач автоматизации диагностического процесса похожих нарушений. Такая модель базы данных упрощает доступ медицинского персонала эндокринологических и терапевтических отделений к данным с целью своевременного и корректного диагностирования нарушений обмена веществ.

**Ключевые слова:** информационная система; функциональные нарушения; сложный организационный объект; субъект исследования; база данных; концептуальная и логическая модель

Поступила 27.04.2019