

*О.І. ДОРОШ*, магістр НАУ "КМА", м. Київ,  
*Г.Л. КУЧМИЙ*, к.т.н., доц. НУ "Львівська політехніка", м. Львів,  
*Н.В. ДОРОШ*, к.т.н., доц. НУ "Львівська політехніка", м. Львів

## **МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ІНТЕРАКТИВНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТРИВАЛОГО КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**

В статті розглянуто концепцію проектування інтерактивних медичних інформаційно-аналітичних систем комбінованого типу для аналізу та тривалого контролю біомедичних показників, що характеризують стан здоров'я людини. Система орієнтована на індивідуальне використання, має модульну структуру та програмно реалізована із веб-інтерфейсом, доступним через мережу інтернет. Розглянуто два метода програмної реалізації системи з використанням технологій GWT, HTML, CSS та бази даних MySQL: Лл.: 3. Бібліогр.: 10 назв.

**Ключеві слова:** аналіз, контроль, медичні інформаційно-аналітичні системи, біомедичні показники.

**Постановка проблеми.** Існуючі інформаційні медичні системи можна розділити на професійні та індивідуальні. До професійних відносять експертні системи та системи підтримки прийняття рішень, госпітальні медичні інформаційні системи, але вони не завжди доступні практикуючим лікарям сімейної медицини і звичайним користувачам. Індивідуальні інтерактивні медичні системи та медичні калькулятори доступні всім, прості у використанні, але мають обмежені можливості.

Доцільно розробити структурну концепцію та методи програмної реалізації індивідуальної інформаційно-аналітичної системи комбінованого типу (для користувача-пацієнта та його сімейного лікаря). Така система, в першу чергу, надавала б людині можливість самостійного контролю та тривалого спостереження за біомедичними показниками, що характеризують стан її власного здоров'я (артеріальний тиск, параметри серцевого ритму, індекс маси тіла та ін.) та, при необхідності, забезпечувала б можливість доступу до цих даних сімейному лікарю, якому надаються більш широкі функціональні можливості для аналізу біомедичних показників їх пацієнтів у режимі віддаленого доступу (наприклад, аналіз ЕКГ, розрахунок реографічних індексів та ін.). Результати порівняльного аналізу біомедичних показників накопичуються у базі даних протягом тривалого часу, що надає можливість оцінити динаміку їх зміни, а також використовувати для профілактичного моніторингу стану здоров'я населення [1 – 3].

**Аналіз літератури.** До професійних медичних інформаційних систем (МІС) можна віднести МІС "Доктор Елекс" [4], "Емсмед" [5], "Медіалог" [6], "TherDep" [7] та ін. Структурна організація таких МІС передбачає наявність таких підсистем, як електронна медична карта пацієнта, реєстратура, автоматизоване робоче місце лікаря, лабораторія, стаціонар, готель, підсистема обробки відео і медичних зображень, журнали та звіти, підсистема бухгалтерського обліку та ін. Підсистема "Веб-клієнт" МІС "Доктор Елекс" дає можливість лікарям оперативно переглянути медичні дані пацієнта, призначати та контролювати додаткові обстеження та аналізи, слідкувати за процесом лікування [4]. Професійні МІС використовуються в медичних закладах та практично недоступні пацієнтам та лікарям за їх межами.

Одним з нових напрямків систем медичного призначення є медичні калькулятори, інтерактивні системи та соціальні мережі, які дозволяють за допомогою Інтернет-ресурсів самостійно оцінювати стан свого здоров'я в on-line режимі [8, 9]. С точки зору структурної організації медичні калькулятори – це прості програмні засоби, які дозволяють провести нескладні розрахунки окремих фізіологічних показників організму людини, порівняти їх з нормативними (еталонними) значеннями та встановити, наприклад, наявність відхилення від норми. Найбільш поширеними є медичні калькулятори, що оцінюють ростовагові показники людини, визначають ідеальну масу тіла, підраховують необхідну кількість калорій при споживанні вибраного набору продуктів харчування [8]. У роботі [9] приведено також приклади медичних калькуляторів для оцінювання концентрації кальція в організмі, "Шкала коми Глазго", "Шкала SCORE" та ін. Медичні калькулятори мають обмежені функції та не забезпечують можливості тривалого спостереження за станом здоров'я людини.

**Мета статті.** Розглянути структурну концепцію та особливості програмної реалізації основних модулів індивідуальної інформаційно-аналітичної системи (ІНАНС) комбінованого типу (пацієнт-лікар) для тривалого контролю та аналізу біомедичних показників, що характеризують стан здоров'я людини, а також навести результати її практичного використання для оцінювання фізичної інактивності молоді.

**Структурна та функціональна організація системи.** На основі проведеного аналізу структурної організації медичних інформаційних систем різного типу було запропоновано концепцію розроблення системи комбінованого типу [10]. В залежності від типу даних, що підлягають аналізу, структура та функції системи можуть змінюватися, тому для побудови такої системи доцільно вибирати модульну структуру, з тим що

набір модулів та функцій можна було змінювати та доповнювати залежності від поставленої задачі. Для функціонування подібної структури необхідно такі основні модулі, як модуль аутентифікації, модуль навігації, програмні аналітично-розрахункові модулі та модуль пам'яті.

Модуль аутентифікації призначений для того, щоб розпізнати зареєстрованого користувача. Модуль навігації несе в собі завдання розділити інформацію в системі на відповідні категорії та надати доступ до них за допомогою різних меню. Доступ до програмних модулів організований через меню вибору підсистем. Кожен з цих модулів містить в собі блок форми вводу даних, розрахунковий блок, блок, що порівнює отримані дані з нормативними та блок виводу результатів. До модуля пам'яті відноситься база даних та блок перегляду результатів. До бази даних можна заносити ім'я користувача, його вхідні дані, дату отримання результату, результати обчислення або контролю фізіологічних параметрів та їх оцінку (норма, наявність відхилення від норми, тип відхилення та ін.). Доступ здійснюється через меню результатів.

Функціональна організація програмних аналітично-розрахункових модулів передбачає можливість введення даних вимірювання біомедичних показників; проведення необхідних аналітичних розрахунків; вивід результатів порівняльного аналізу на екран, або їх запис у базу даних.

На рис. 1 показано схему функціональної організації системи для користувача-пацієнта, а на рис. 2 – для користувача-лікаря

В системі ІНАНС-1 користувачу-пацієнту доступна можливість аналізу частоти серцевих скорочень (ЧСС); визначення типу серцевого ритму (норма, ознаки брадикардії (сповільнений серцевий ритм), ознаки тахікардії (прискорений серцевий ритм), або ознаки аритмії (нерівномірний серцевий ритм)); аналізу артеріального тиску (АТ); оцінювання антропометричних показників (індекс маси тіла (ІМ), ростова ваговий показник (РВІ), індекс Кетгле, що дозволяє визначити тип тілобудови, ін.).

Користувач-пацієнт має доступ до модуля комплексного тестування, де може пройти ряд тестів та оцінити, наприклад, вірогідну тривалість життя, схильність до гіпертонії та інших патологій серцево-судинної системи та ін.

На даний час, користувачу-лікарю доступна можливість проведення таких спеціалізованих розрахунків з аналізом результатів (рис. 2.):

– можливість аналізу амплітудно-часових, інтервальних та сегментних параметрів електрокардіограм та визначення відхилень параметрів від норми;

- можливість проведення розрахунку та аналізу положення електричної осі серця (ЕВС);
- можливість аналізу амплітудно-часових параметрів реографічних сигналів (наприклад, реоенцефалограм), що характеризують стан судин головного мозку.
- розрахунок реографічних індексів та їх аналіз.

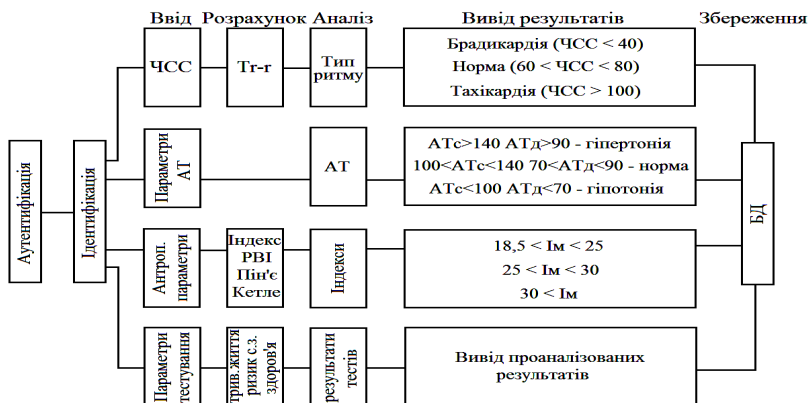


Рис. 1. Схема функціональної організації системи для користувача-пацієнта

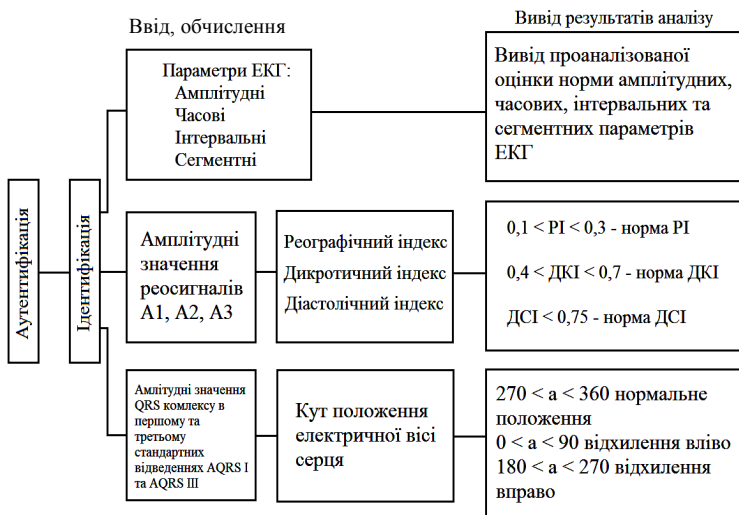


Рис. 2. Схема функціональної організації системи для користувача-лікаря

**Програмна реалізація системи.** Практично реалізовано дві модифікації системи (ІНАНС-1 та ІНАНС-2). Одна з перших версій системи ІНАНС-1 реалізована за допомогою мови PHP на базі середовища Denwer з використанням пакету Dreamweaver, як редактора коду. Перевагами системи ІНАНС-1 є низький поріг входження для програмістів, що хотіли б вести її подальше вдосконалення, простий, зручний інтерфейс, розширюваний програмний код. Недоліками системи ІНАНС-1 є вузькі можливості щодо ведення обліку користувачів, немасштабованість програмного коду.

Для програмної реалізації модернізованої версії системи (ІНАНС-2) було використано фреймворк Google Web Toolkit (GWT), що дозволяє створювати веб-застосування на мові Java. При компіляції GWT клієнтська частина транслюється у AJAX, відповідно, велика частина програмного коду виконується на стороні клієнта, що дозволяє зняти навантаження із сервера. Серверна частина продовжує працювати на мові Java, це дозволяє використовувати її широкі можливості, наприклад, під'єднання корисних бібліотек, а також зв'язок із СКБД. Зв'язок між клієнтом і сервером відбувається через інфраструктуру асинхронних викликів процедур (RPC). У ІНАНС-2 введено широкі можливості ведення спостереження за біомедичними показниками користувачів, також існує розширена служба облікових записів. Серверна частина системи написана таким чином, що нові модулі до неї можна під'єднувати без внесення модифікацій у код ядра. Це сприяє масштабованості системи, і дозволить програмістам створювати нові модулі, оперуючи відносно невеликим набором знань. У системі застосована низка патернів проектування, зокрема фабричний метод, сінглтон, та MVP. Недоліками системи є порівняно високий поріг входження програмістів для розробки додаткових модулів Система ІНАНС-2 має можливості до подальшої функціональної декомпозиції на рівні клієнта. Основні модулі розробленої системи практично реалізовані у вигляді веб-ресурсу, який доступний за адресою: <http://digger.ukma.kiev.ua:8080/war/>

За допомогою розробленої системи ІНАНС було проведено експериментальні дослідження антропометричних показників у студентів II курсу Національного Львівського медичного університету ім. Д. Галицького та учнів шкіл. Під час експерименту розраховувався індекс маси тіла, проводився контроль ваги та артеріального тиску (АТ), комплексне тестування. Було встановлено що у 79% досліджуваних параметри відповідали нормі, але фізичну інактивність (за даними опитування та комплексного тестування) було встановлено у 45%

підлітків і у 38% студентів, що в майбутньому може привести до ризику виникнення ожиріння, серцево-судинних захворювань, діабету та ін.

Розроблену систему буде також використано для профілактичного моніторингу стану здоров'я працівників у галузі освіти в рамках програми транскордонного співробітництва Польща – Україна – Білорусь.

**Висновки.** На основі проведеного аналітичного огляду сучасних інформаційних медичних систем було запропоновано структурну концепцію та методи програмної реалізації інтерактивної системи комбінованого типу, що орієнтована на індивідуальне використання (для користувача-пацієнта та його сімейного лікаря) для тривалого спостереження за станом здоров'я людини. Розроблена система має модульну структуру. Основні модулі: модуль аутентифікації, модуль навігації, аналітично-розрахункові модулі та модуль пам'яті для збереження результатів. На даний час доступними є аналітично-розрахункові модулі: "Антропометричні показники і АТ", "Серцево-судинна система" та модуль "Комплексне тестування". Передбачено можливість розширення функціональних можливостей системи за рахунок підключення інших модулів.

Практично розроблено програмне забезпечення для модулів з використанням мов програмування: HTML – для розмітки сторінки, GWT – для створення захисту і розрахунків, а також забезпечення зв'язку із сервером через систему віддалених викликів процедур, CSS – для дизайну та СКБД MySQL – для збереження результатів. Створене програмне забезпечення передбачає розмежування доступу до ресурсів системи в залежності від рівня користувачів.

Розроблено методичне забезпечення системи у вигляді інструкцій для користувача та адміністратора. Проведено тестування працездатності системи, а також експериментальні дослідження рівня інактивності молоді з використанням системи ІНАНС.

Структура системи є достатньо універсальною, її також можна використовувати для навчання та оцінювання рівня знань студентів та медичного персоналу та адаптувати для інших галузей науки та техніки.

**Список літератури:** 1. Абакумов В.Г. Біомедичні сигнали та їх обробка / В.Г. Абакумов, В.О. Геранін та ін. // К.: Нора-принт. – 2003. – 516 с. 2. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних електрографічних сигналів. Навчальний посібник / За ред. З.Ю. Готри. – Л.: Ліга-Прес. – 2010. – 308 с. 3. Нечипоренко Ю.Л. Стандарти та взаємодія складових медичних інформаційних систем / Ю.Л. Нечипоренко // Збірник праць першого всеукраїнського з'їзду "Медична та біологічна інформатика і кібернетика". – 2010. – С. 61. 4. Медична Інформаційна Система "Доктор Елекс". – Режим доступу <http://www.doctor.eleks.com/Home-uk.aspx>. 5. Медична Інформаційна Система "ЕмсiМЕД". – Режим доступу: <http://mcmед.ua/>. 6. Медична Інформаційна Система "МЕДИАЛОГ" –

Режим доступу: <http://www.medialog.ru/>. 7. Медична Інформаційна Система "Therdep5". – Режим доступу: <http://www.therdep5.narod.ru>. 8. Медичні калькулятори. – Режим доступу: <http://www.klinrek.ru>. 9. Медичні калькулятори. – Режим доступу: <http://golodanie.su/forum/showthread>. 10. *Дорош О.І.* Структурна та програмна реалізація інтерактивних медичних систем комбінованого типу / *О.І. Дорош, М.П. Девда, Н.В. Дорош, О. Степанюк* // Збірник праць конференції з міжнародною участю "Медична та біологічна інформатика і кібернетика: віхи розвитку". – Київ, 20-23 квітня 2011 р. – С. 56-57.

*Стаття представлена д.т.н. проф. НУ "Львовская политехника" Голякою Р.Л.*

**УДК 651.84**

**Методы создания индивидуальных интерактивно-аналитических систем для длительного контроля и анализа биомедицинских показателей / Дорош О.И., Кучмий Г.Л., Дорош Н.В.** // Вестник НТУ "ХПИ". Тематический выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2011. – № 36. – С. 71 – 77.

В статье рассмотрена концепция проектирования интерактивных медицинских информационно-аналитических систем комбинированного типа для анализа и длительного контроля биомедицинских показателей, что характеризуют состояние здоровья человека. Система ориентирована на индивидуальное использование, имеет модульную структуру и программно реализована с веб-интерфейсом, доступным через сеть Интернет. Рассмотрены два метода программной реализации системы с использованием технологий GWT, HTML, CSS и базы данных MySQL. Ил.: 2. Библиог.: 10 назв.

**Ключевые слова:** анализ, контроль, медицинские информационно-аналитические системы, биомедицинские показатели.

**UDC 651.84**

**The methods of designing of individual interactively-analytical systems for long control and analysis of biomedical indexes / Dorosh O.I., Kuchmiy H.L., Dorosh N.V.** // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2011. – № 36. – P. 71 – 77.

The article considers the concept of designing interactively medical information analytical systems of the combined type for long controls of of human health parameters . System The system has a modular construction and software is implemented with a Web interface accessible via the Internet. We consider Two methods of program implementation system are considered. Promising technologies is the use of GWT, HTML, CSS and database MySQL. Figs.: 2. Refs.: 10 titles.

**Keywords:** analysis, control, medical information analytical systems, biomedical indexes.

*Надійшла до редакції 30.06.2011*