

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

*E. Timashov*

## **A SIMULATION MODEL WITH VIRTUAL REALITY INTERFAC- ES SIMULATOR DOCTOR IN DEVELOPING LDK**

*Analysis of the requirements for the trainer for the doctor mobile medical devices and information technology is considered to create an interface of virtual reality systems LDK.*

*Key words: mobile medical devices, computer simulators, virtual environment.*

*Проанализированы требования к тренажеру для врача мобильных приборов медицинского назначения и рассмотрена информационная технология создания интерфейса виртуальной реальности систем ЛДК.*

*Ключевые слова: мобильные медицинские приборы, компьютерные тренажеры, виртуальное окружение.*

*Проанализовано вимоги до тренажера для лікаря мобільних приладів медичного призначення та розглянута інформаційна технологія створення інтерфейсу віртуальної реальності систем ЛДК.*

*Ключові слова: мобільні медичні прилади, комп'ютерні тренажери, віртуальне оточення.*

© Є.О. Тимашов, 2014

УДК 004.3

Є.О. ТИМАШОВ

## **ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ З ІНТЕРФЕЙСОМ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ ТРЕНАЖЕРІВ ЛІКАРЯ ЛДК**

**Вступ.** Лікувально-діагностичні комплекси (ЛДК) – це автоматизовані системи для вироблення шляхом автоматизованої діагностики та реалізації лікарських впливів на пацієнта, що є у даному випадку об'єктом керування, на який спрямовані медикаментозні і процедурні впливи відповідно з критерієм керування, виробленим лікарем у процесі виявлення захворювання або групи захворювань як за допомогою ЛДК, так і за допомогою амбулаторних та інших методів. Виходячи з цього віднесемо ЛДК до одного з різновидів автоматизованих систем управління (АСУ), яким властиві такі ознаки, загальні для всіх АСУ: ЛДК – це людино-машинна система, в якій лікар відіграє найважливішу роль, приймаючи основну участь у виробленні рішень з діагностики та лікування. Істотне місце в ЛДК займають: різні датчики (сенсори), пристрій зв'язку з пацієнтом (ПЗП), засоби обчислювальної техніки, які виконують операції по збору, обробці та переробці інформації, з метою встановлення діагнозу і вироблення стратегії і тактики лікування. Важливу роль відіграють пристрої, що здійснюють лікувальний вплив на пацієнта, а також беруть участь у керуванні процесом отримання діагностичної інформації. Мета функціонування ЛДК – повна або часткова ліквідація діагностованих захворювань (оптимізація роботи об'єкта) шляхом відповідного вибору лікувальних впливів, здійснюваних як засобами, закладеними в ЛДК, так і

іншими [1]. Крім того, слід мати на увазі, що ЛДК забезпечує лікування в цілому, а його технічні засоби беруть участь у виробленні лікарем рішень за діагнозом і лікуванням. Цим ЛДК відрізняється від традиційних приладових медичних систем автоматизації і різноманітних локальних систем, які по суті являють собою технічні засоби для автоматизації дій лікаря або середнього медперсоналу на тій чи іншій ділянці процесу. На відміну від цього в ЛДК реалізується автоматизований процес прийняття рішень за діагнозом та лікуванням як єдиного цілого. Призначення будь-якої автоматизованої системи управління, її необхідні функціональні можливості, бажані технічні характеристики та інші особливості вирішальною мірою визначаються тим об'єктом, для якого створюється дана система. Для ЛДК керований об'єкт – найскладніший об'єкт – людина, що має одне або, як правило, кілька захворювань.

Здійснюючи процес діагностики та лікування, ЛДК впливає безпосередньо на ті чи інші органи, як з метою отримання інформації, так і здійснюючи процес лікування. Інтенсивність цих керуючих впливів вибирають так, щоб вони здійснювалися найбільш доцільним чином, визначеним лікарем.

Таким чином, враховуючи всю складність завдань, що стоять перед лікарем, при комплексній діагностиці стану пацієнта, виборі методів (алгоритмів) лікування та необхідності ведення процесу в деякому оптимальному режимі, при якому може бути отриманий належний ефект лікування, до ЛДК необхідно підходити як до єдиного цілого, а не як до набору різних незалежних елементів. Важливо відзначити, що ЛДК, які розробляються сьогодні, належать до так званих складних систем, тобто характеризуються наявністю значного числа паралельних процесів, різноманітних за принципом дії пристроїв, наявністю пов'язаних між собою підсистем, що мають свої локальні цілі та критерії і, нарешті, наявністю розвиненої ієрархією рівнів управління [2]. Відповідно зростає необхідна "потужність" застосовуваних систем контролю і управління процесом діагностики та лікування. В результаті цього зростає ступінь взаємопов'язаності окремих підсистем і ускладнюються алгоритми отримання комплексної діагностичної інформації та процесу лікування в цілому.

**Основна частина.** Принципи й методи, закладені в основу, являють собою нові медичні технології експрес-діагностики та лікування різних категорій хворих, викладені в багатьох науково-технічних виданнях та затверджені МОЗ багатьох країн світу. ЛДК являє собою мініполіклініку і заснований на принципах електропунктурних методів діагностики і лікування. Основна ідеологія, закладена в ЛДК, – системність, комплексність, достатня простота процесу роботи лікаря, що полягають в об'єднанні інформаційно-енергетичних, біологічних і фізичних методів діагностики, профілактики та лікування людини з урахуванням факторів навколишнього середовища, для одночасної нормалізації функцій і циркуляції «життєвої енергії» порушених тканин, органів і систем людини. Перераховані фактори ускладнюють деяким чином роботу лікаря і потребують певної підготовки.

Навчання й тренування лікарів ЛДК на реальних пацієнтах і в реальних умовах практично не можлива. Альтернативою є створення тренажерних комп-

лексів, які в максимально можливій мірі наближені до реальних ЛДК і дозволяють лікарям, що тренуються, придбати правильні і стійкі навички. При досить повної імітації реальних пацієнтів вони, тим не менш, не можуть зробити шкоду віртуальному пацієнту і при здійсненні помилок стажистом тренажер тільки інформує його про це. Особливе значення застосування тренажерних технологій має у підготовці користувачів систем зі складними динамічними процесами. Для їх навчання та підвищення навичок, як правило, використовуються спеціальні імітаційно-тренажерні системи (комплекси). Ефективність функціонування тренажерних систем залежить від трьох основних показників:

- показника якості отриманих знань лікарем;
- показника швидкості навчання;
- показника формування помилкових навичок у лікаря.

Завдання підвищення ефективності навчальної системи вирішується шляхом збільшення значень перших двох показників і зниження значення останнього. Особливо небезпечним може бути формування помилкових навичок, так як ці навички можуть привести до неправильних дій у реальному процесі діагностики та лікування. Для підвищення ефективності тренажерних комплексів важливо знати, які основні параметри тренажера впливають на показники його ефективності. Ці параметри можна визначити, якщо дослідити структуру й особливості функціонування тренажерної системи.

Аналіз імітаційно-тренажерних систем показав, що чим якісніша яка надається тренажерної системою інформація і вище швидкість реакції системи на дії лікаря, тим краще якість і вище швидкість навчання. Тому одним з варіантів підвищення ефективності таких систем є підвищення якості виведеної інформації. Серед усієї цієї інформації особливо слід виділити візуальну, оскільки людина найбільшою мірою отримує уявлення про навколишнє оточення від органів зору, і якість цієї інформації відіграє велику роль у навчанні оператора. Аналіз існуючих тренажерних систем показав, що при імітації просторової обстановки підсистема візуалізації створює зображення, в чому невідповідне реальному простору, тому важливим напрямком підвищення ефективності тренажерних систем є збільшення ступеня адекватності відеоінформації, що представляється підсистемою візуалізації. Одним з рішень такого завдання є використання технологій віртуальної реальності.

В системі віртуальної реальності досягається повний контакт лікаря з моделюваною середовищем, завдяки зворотного зв'язку, яка може охоплювати практично всі системи взаємодії людини з «звичайним» зовнішнім світом [3]. Значення цієї можливості важко переоцінити в застосуванні до проведення обчислювального експерименту, в якому людина є однією з ланок цієї системи. Для підвищення ефективності роботи імітаційно-тренажерних комплексів у цілому і його підсистем можна використовувати методи досліджень, розроблені в системному аналізі. Ці методи дозволяють розбити систему на складові частини, дослідити закономірності їх функціонування, встановити і досліджувати системні та інформаційні зв'язки між ними, розробити інформаційні потоки та

оптимізувати їх обробку. Концепції і методи системного аналізу застосовуються для досліджень імітаційно-тренажерних комплексів та їх підсистем, зокрема, підсистеми віртуального оточення.

Дослідження накопиченої інформації роботи ЛДК у різних застосуваннях показали, що архівна інформація може бути використана, зокрема, для об'єктивної оцінки діяльності лікаря. Водночас склалася ситуація, коли ретроспективні дані моніторингу об'єктів ЛДК (тобто архіви діагностики та лікування) у повному обсязі не доступні для дослідницьких організацій з причини комерційної таємниці. Альтернативою реальному ЛДК-архіву у проведеному дослідженні проблеми об'єктивної оцінки діяльності лікуючого лікаря є:

- інформаційна модель ЛДК-архіву, створена програмуванням алгоритмів статистичного моделювання сукупності псевдовипадкових послідовностей з урахуванням структури архіву та адекватної налаштування параметрів генераторів випадкових чисел;

- статистична імітаційна модель системи «лікар – ЛДК», що відображає випадковий процес реагування лікаря на що фіксуються події.

На сучасних ЛДК лікар є компонентом "технологічного" процесу. Режим його роботи – це дії над пацієнтом з використанням інформації, що надійшла на екран ЛДК. При цьому дії, що виконуються лікарем за допомогою вимірювальних пристроїв у різних точках тіла пацієнта при діагностиці та впливу на пацієнта за допомогою виконавчих пристроїв, зокрема, лазера, генератора понад високим частотам та інших, які регламентуються певними інструкціями, і знаннями, що отримані в процесі навчання роботі на конкретному ЛДК.

Існує безліч методів електропунктурної діагностики і величезна кількість різних видів впливу на біологічно активні точки (БАТ). ЛДК об'єднує у собі два абсолютно протилежних лікувально-діагностичних напрямки (підходи), Східний і Західний, які доповнюють один одного і дають досить ефективний результат.

Східний підхід представлений методом електропунктурної діагностики по Ю. Накатані, визнаний офіційною медициною і став найбільш популярним за останні три десятиліття в Японії. Даний метод знімає необхідність встановлення «Європейського» діагнозу і розглядає захворювання як порушення енергетичної рівноваги. Особливістю даного підходу є твердження, що збалансована взаємодія енергії між органами і системами людини повинна знаходитися у строгій рівновазі. При цьому загальний «енергетичний» стан знаходиться у нормі, що дає можливість організму самостійно справлятися із захворюваннями. Більш сильні форми захворювань або зниження імунітету може призвести до порушення енергетичного балансу між органами та системами, що знижує загальну енергетику і позбавляє організм можливості боротися з істинними причинами захворювань. Вчення Рюдоракі, розроблене Ю. Накатані, який з послідовниками прийшов до висновку, що меридіан має в основі феномен Рюдоракі (підвищеної електропровідності), особливо чітко проявляється при захворюваннях відповідних органів і систем. Проводячи вимірювання електропровідності визначених Ю. Накатані акупунктурних точок шкіри, можна за кілька хвилин об'єктивно встановити: відхилення енергетики від норми на кожному меридіані; порушення збалансовано-

го енергетичного зв'язку між внутрішніми органами і системами; загальний «енергетичний» стан пацієнта; з високою точністю припустити патологічні процеси, визначити спрямованість для подальшого поглибленого обстеження та лікування пацієнта. Результатом обстеження є надання точного, індивідуально підбраного акупунктурного рецепта (БАТ), стимулюючи або пригнічуючи (за необхідністю) як буде відбуватися відновлення енергетичного балансу, підвищення імунітету і як шуканий результат – отримання можливості самостійного відновлення організму як саморегулювальної системи. Для проведення акупунктурного впливу до складу ЛДК включені пристрій енергокорекції організму електромагнітним випромінюванням – високочастотний генератор і пристрій для проведення лазеропунктури.

Західний підхід в акупунктурі так само ігнорує встановлення «європейського» діагнозу, але в протилежність Східному, не покладається на імунітет і на самовідновлювальні можливості організму, а визначає і усуває справжні етіопатологічні (етіологія + патологія) причини захворювання. Ці функції можливі завдяки електропунктурному лікувально-діагностичному методу д-ра Р. Фолль (Німеччина). Діагностика за Р. Фоллем так само заснована на вимірюванні електропровідності ділянки меридіана в точках акупунктури на стопах ніг і кистях рук. У даному методі першим етапом вирішується питання функціонального стану всіх органів і систем організму шляхом заміру електропровідності БАТ контрольно-вимірювальних пунктів (КВП) на кистях і стопах. Кожен КВП відображає стан окремого органа чи системи в цілому. При виявленні відхилень показань від норми. Якщо необхідно виявити точне місце функціонального порушення, виконується другий етап діагностики, що виконується шляхом заміру електропровідності БАТ у глибину меридіана, тому що в цьому випадку кожна наступна точка меридіана характеризує стан окремої ділянки або частки досліджуваного органу. Третім етапом методу є виявлення причин порушень, визначених на першому і уточнених на другому етапах. Для цього використовуються спеціальні тестуючі об'єкти (ТО), які підключаються до контуру «біооб'єкт – вимірювальний пристрій», що представляють собою спектрально-хвильові характеристики мікрофлори і її токсинів, патологічно змінених тканин різних органів і систем, алопатичних і гомеопатичних лікарських засобів, фітопрепаратів, радіонуклідів, мікроелементів, компонентів професійних захворювань та інше, записані в лікувально-діагностичному банку (ЛДБ) комплексу. Принцип роботи з ТО полягає у їх порівнянні (ідентифікації) з різними структурами організму людини через біологічно-активні точки акупунктури (БАТ). При безпосередньому контакті ТО з організмом людини, відбувається енергоінформаційний обмін між ними, що призводить до резонансу ідентичних біологічних спектрально-хвильових характеристик (наприклад, конкретного виду або типу вірусу, що знаходиться в організмі досліджуваного пацієнта, і його точною копією – ТО, який підключається з ЛДБ), і як результат – до змін електропровідності в БАТ, дані з яких вловлюються і обробляються. Виявлення резонансу ідентичних біологічних спектрально-хвильових характеристик і дає можливість гарантовано

констатувати факт наявності в організмі тих чи інших причин захворювань і їх наслідків, а також сумісність з організмом всього, що з ним може стикатися.

Весь склад програмного забезпечення комплексу працює за підтримки операційного середовища Microsoft Windows і складається з наступних шарів:

- взаємодії користувача з інформаційною базою даних;
- забезпечення спілкування (інтерфейсу) із зовнішнім середовищем, зокрема: інтерфейс спілкування з користувачем (лікарем); інтерфейс спілкування з апаратурою ПСО (пристрої зв'язку з об'єктом); програмних засобів, що реалізують режими діагностики та біоенергетичної корекції організму; програмного керування електронними модулями; обширна медична довідково-інформаційна база; справочно-рекомендаційна база даних щодо застосування електропунктури, акупунктури і медпрепаратів (фіто-, гомео- та алопатичних).

ЛДК – це складний апаратно-програмний [3] комп'ютерний комплекс, що вимагає від лікаря не тільки володіння знаннями у предметній області, але й розуміння сучасних тенденцій розвитку інформаційних технологій.

**Висновки.** У роботі описано методика формування і представлений результат імітаційного моделювання системи «лікар – ЛДК» для розробки тренажерних систем лікарів мобільних пристроїв. Імітаційна модель разом з можливістю формування «псевдоархівов» є полігоном для відпрацювання методики об'єктивної оцінки діяльності лікаря за параметрами:

- часу реакції на різні режими роботи ЛДК на протязі всього робочого дня;
- адекватності (повноті і послідовності) дій оператора у відповідних ситуаціях;
- загальний час рішення задачі з діагностики та лікування.

1. *Тимашов Е.А.* Системный анализ компьютерных лечебно-диагностических комплексов // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2004. – № 3. – С. 156–162.
2. *Тимашов Е.А.* Функциональные основы и алгоритмы работы распределенных биоинформационных систем диагностики и лечения // Зб. наук. пр. Нові комп'ютерні засоби, обчислювальні машини та мережі. – 2001. – Том 2. – С. 119–126.
3. *Віртуальний ресурс:* [//www.cs.unc.edu/~brooks/WhatsReal.pdf](http://www.cs.unc.edu/~brooks/WhatsReal.pdf)

Одержано 12.07.2014