

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗАДАЧ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ МОБІЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ

О. І. Дорош¹, І. Й. Ермакова¹, О. В. Бойко², Н. В. Дорош²

¹ Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН України та МОН України, м. Київ

² Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

Анотація. У роботі представлено концепцію та структурну організацію інноваційної модульної інформаційно-аналітичної мобільної системи зі зворотним зв'язком для проведення довготривалого моніторингу, аналізу та корекції інтегральних показників здоров'я. Описано алгоритм роботи системи та методи її оптимізації і адаптації до практичних задач персоналізованої медицини. Приведено результати тестових випробувань роботи системи.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, персоналізована мобільна медицина, медичні гаджети, сервісна платформа, психофізіологічні показники.

Вступ

Актуальною задачею сучасної персоналізованої мобільної медицини є розроблення методів та інформаційно-комунікаційних засобів, що дозволять оперативно визначати та контролювати психоемоційний та фізичний стан здоров'я людей, своєчасно надавати їм необхідну допомогу та проводити профілактичні заходи для зміцнення їх здоров'я [1-4].

Зараз розробники мобільних технологій пропонують велику кількість різних гаджетів (розумні фітнес-браслети, годинники, окуляри, одяг та ін.), мобільні додатки для контролю окремих фізіологічних показників і ментальних функцій, які характеризують стан здоров'я: наприклад пульс (Instant Heart Rate, Runtastic Heart Rate Monitor), артеріальний тиск (Blood Pressure Monitor), кількість спалених калорій і пройденої дистанції (Googlefit, moves), рівень стресу (Stress Check), фази сну (Sleep Time) [5].

Для збору, експрес-аналізу і візуалізації вербальних і фізіологічних даних, отриманих від користувачів за допомогою медичних гаджетів і смартфонів розроблені сервісні платформи, які також забезпечують організацію інтерфейсу і зворотного зв'язку (Apple Health-сервіс, закритий додаток для здоров'я S-Health (Samsung), мобільна платформа ResearchKit™ Apple для iPhone та ін. [6]). Недоліком таких платформ є те, що вони в основному виконують функцію збору даних від користувачів без професійного аналізу з використанням методів доказової медицини і не можуть давати рекомендації, які засновані на медичній практиці з урахуванням особливостей

представників етнічних, гендерних та соціальних груп. До основних недоліків існуючих можна віднести наступне:

1. Кількість мобільних додатків стрімко зростає, однак відсутній систематизований аналіз отриманих даних, оцінка їх достовірності та комплексний персоналізований підхід при визначенні та оптимізації програм корекції, спрямованих на стабілізацію і поліпшення стану здоров'я.

2. Практично не реалізований багаторівневий підхід, коли на першому рівні аналізуються дані в межах одної групи показників, що характеризують стан певної підсистеми організму людини (наприклад, реєструються пульс, тиск для аналізу стану серцево-судинної системи; рівень цукру крові для аналізу стану ендокринної системи, проводиться анкетування для визначення психоемоційного стану здоров'я і т.д.), а на наступному рівні формуються інтегровані показники з врахуванням їх взаємного впливу для підвищення надійності оцінок стану здоров'я. Також не передбачений рівень комплексного професійного аналізу.

3. При створенні сервісних платформ відсутній багатофункціональний підхід, який міг би забезпечити збір і аналіз даних як від окремих користувачів, так і від цільових груп, дозволив провести класифікаційне виділення загальних ознак, характерних для кожної групи з метою оптимізації коригувальних програм з урахуванням ментальних відмінностей представників в кожній групі.

Для вирішення цих задач представлено концепцію мультифункціональної, багаторівневої інформаційно-аналітичної системи із зворотним

© Дорош О. І., Ермакова І. Й.,
Бойко О. В., Дорош Н. В., 2017

зв'язком, орієнтовану на потреби персоналізованої мобільної медицини [6].

Функціональні задачі при розробці системи полягають у наступному:

Медицина:

- Розробка методологічної бази досліджень
- Розробка алгоритмічної бази досліджень.
- Визначення бази фізіологічних показників, що характеризують стан здоров'я людини.
- Розробка бази тестових питань для скринінгових досліджень.
- Розробка алгоритму для визначення інтегрованих показників (на основі вербально-фізіологічних параметрів та з врахуванням їх взаємного впливу).
- Аналіз отриманих результатів, прогнозування та рекомендації.

Інформаційні технології (ІТ): (клієнт-сервер):

На стороні клієнтської частини:

- Реєстрація, передача та збереження у БД вхідних даних, що отримані від медичних гаджетів та результатів тестових опитувань.
- Розробка програмного забезпечення для аналітично-розрахункових модулів для проведення експрес-аналізу стану здоров'я.
- Розробка програмних модулів для проведення скринінгових досліджень.

На стороні серверної частини:

- Організація передачі даних та результатів експрес-аналізу до серверної частини системи для проведення комплексного професійного аналізу.
- Формування звітів, корегуючих програм та рекомендацій для користувачів та їх передача на мобільні пристрої клієнтів у режимі зворотного зв'язку.
- Контроль та оптимізація корегуючих рекомендацій у режимі зворотного зв'язку.
- Розробка інтерфейсних програмних модулів для синхронізації роботи системи.

1. Структура та алгоритм роботи системи

На основі аналізу функціональних і аналітичних можливостей сучасних засобів вимірювання і оцінки психо-фізіологічних функцій, що характеризують стан здоров'я людини за допомогою медичних давачів, пристроїв і мобільних додатків для смартфонів [3-5], розроблено концепцію інноваційної модульної інформаційно-комунікаційної системи зі зворотним зв'язком для проведення довготривалого моніторингу,

аналізу та корекції інтегральних показників психічного і фізичного здоров'я населення і особливо молодих людей.

Реалізація багаторівневої комплексної персоналізованої інформаційно-комунікаційної системи з архітектурою клієнт-сервер виконана на базі ОС Android (а також планується реалізація для мобільних операційних систем ОС IOS і Windows). Структурна організація клієнт-серверної частини системи включає в себе модулі ідентифікації користувача, передачі даних з медичних датчиків та пристроїв (медичних гаджетів) та модуль вербального оцінювання, модуль формування локальної бази даних, локальний модуль обробки результатів вимірювання та проведених обстежень, модуль швидкого аналізу і відображення результатів. Сервер створює глобальну базу даних, в якій буде записана інформація про комплексні показники, що характеризують стан здоров'я користувачів і групи ризику, що будуть виявлені. Крім того, буде проводитись комплексний аналіз (наприклад, варіабельності серцевого ритму), результати, якого будуть використані при формуванні коригувальних рекомендацій, направлених на покращення стану здоров'я користувачів.

На рис.1 наведено загальну структурну організацію модульної системи.

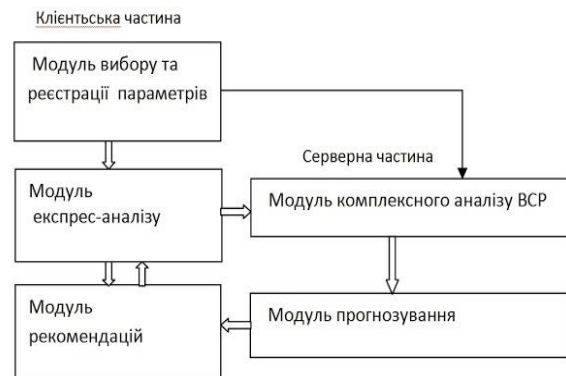


Рис. 1. Структурна організація системи

Швидкий експрес-аналіз дає можливість охарактеризувати поточний стан здоров'я користувача і повідомити його про небезпечні зміни психофізіологічних показників організму. Аналіз проводиться професійними лікарями для раннього виявлення можливих відхилень. Приклади реалізації і практичного застосування основних модулів такої системи описані в [6-10].

Алгоритм роботи системи представлено на рис. 2. Після реєстрації і ідентифікації в системі, користувач отримує на свій мобільний телефон завдання (тести + вимірювання). Завдання можуть надходити в режимі моніторингу з певним інтервалом часу. Вербально-фізіологічні резуль-

тати автоматично передаються на сервісну платформу, де в результаті їх порівняльного аналізу визначаються інтегральні показники, які надходять в модуль експрес-аналізу даних. За результатами експрес-аналізу, при наявності відхилень від норми, проводиться поділ користувачів за групами ризику (1-3). Залежно від групи ризику, формуються програми корекції, які передаються користувачеві в режимі зворотного зв'язку. Після цього здійснюється контроль параметрів користувача для визначення динаміки змін в результаті інтервенції. Якщо динаміка-негативна, то виконується оптимізація базових коригувальних програм з подальшим контролем за системою зворотного зв'язку. На наступному етапі здійснюється пошук кваліфікаційних ознак для поділу користувачів за гендерними, етнічними та соціальними групами з метою виявлення відмінностей між ними. Це дозволить провести оптимізацію програм корекції з урахуванням особливостей кожної групи. Процес продовжується до досягнення позитивної динаміки показників, що характеризують стан здоров'я користувачів. Результати зберігаються в серверній базі для подальшої статистичної обробки та формування доказової бази досліджень.

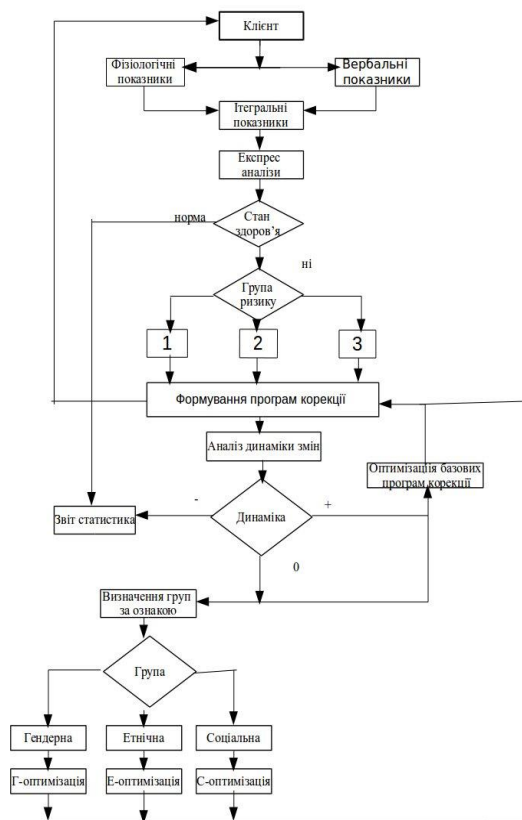


Рис. 2 Алгоритм роботи системи

Алгоритм роботи системи передбачає виконання наступних основних операцій [6]:

1. Визначення вербальних показників (суб'єктивних), які характеризують стан здоров'я конкретного користувача за допомогою тестування (персоналізований підхід).

2. Визначення фізіологічних показників (об'єктивних), які характеризують стан здоров'я конкретного користувача за допомогою медичних гаджетів, сенсорів і мобільних додатків.

3. Проведення порівняльного аналізу суб'єктивно-об'єктивних показників і розрахунок інтегральних індексів для підвищення достовірності та надійності отриманих даних.

4. Проведення експрес-аналізу інтегральних показників і розподіл користувачів за групами ризику (пошук групових ознак і навігація).

5. Формування програм корекції стану здоров'я (за групами або персоналізовано).

6. Реалізація функції зворотного зв'язку для перевірки вербально-фізіологічних показників після виконання програми корекції.

7. Проведення оптимізації базових коригувальних програм за відсутності позитивної динаміки зміни стану здоров'я.

8. Визначення класифікаційних маркерів і формування цільових груп, які враховують гендерні, етнічні та соціальні відмінності користувачів.

9. Проведення оптимізації коригувальних програм з урахуванням особливостей користувачів у кожній цільовій групі.

10. Реалізація функції зворотного зв'язку для перевірки вербально-фізіологічних показників після виконання коригувальних програм з урахуванням гендерних, етнічних і соціальних факторів.

11. Проведення досліджень з урахуванням впливу негативних факторів на стан здоров'я і встановлення кореляційних зв'язків між ними для оптимізації програм корекції.

12. Формування бази даних для статистичної обробки результатів.

Для оптимізації роботи системи та адаптації системи до практичних задач доцільно проводити імітаційне моделювання основних режимів роботи системи.

Моделювання передбачає:

1. На основі експрес-аналізу масиву даних, що отримані від медичних гаджетів та систем вербального опитування, проводити визначення основних груп ризику (серцево-судинна система (ССС), неврологія (НС), ендокринна система (ЕС) та ін.) – (наприклад, моделювання з використанням імовірнісної Байєсівської теорії підтримки прийняття рішень).

2. Для кожної групи ризику - проведення комплексного аналізу фізіологічних (психофізіологічних) показників (наприклад аналіз ВСР для групи ССС).

3. Синтез корегуючих програм.

4. Аналіз масиву даних після виконання корегуючих програм (режим зворотного зв'язку) для їх оптимізації.

5. Розрахунок інтегрованих вербально-фізіологічних показників з врахуванням взаємного впливу показників різних груп.

2. Тестові випробування системи

Тестові випробування системи проводилися з використанням фітнес-браслета MioFuse, за допомогою якого проводився моніторинг пульсу у 5 частотних діапазонах, формувалися об'єктивні фізіологічні показники для аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР).

Для визначення вербальних показників було використано декілька тестів, що дозволяють оцінити когнітивні функції, рівень тривожності, стресостійкості та інші суб'єктивні показники.

На основі комплексного аналізу вербально-фізіологічних показників та інтегрованих індексів, що характеризують поточний стан здоров'я користувача проводилась розробка та оптимізація корегувальних програм для його стабілізації та покращення.

2.1. Організація практичної роботи із системою з використанням гаджету MioFuse та мобільного додатку MioGo

Клієнт-серверна організація інформаційно-аналітичної мобільної системи передбачає використання медичних гаджетів для реєстрації та експрес-аналізу індивідуальних параметрів (наприклад, частоти серцевих скорочень), що характеризують стан здоров'я користувача з відповідними програмними мобільними додатками (клієнтська частина) та можливістю передачі даних на сервер для подальшого комплексного комп'ютерного аналізу (наприклад, аналізу ВСР) з графічним відображення результатів.

Порядок роботи з системою передбачає послідовне виконання наступних операцій:

1. Вибрати на браслеті MioFuse (рис.3) режим вимірювання пульсу (HOLD- FIND-80-GO) і тип активності (FuseWorkout). По закінченні процесу вимірювання (Pause-end).

2. Встановити на смартфоні мобільний додаток MioGo для роботи з гаджетом. На екрані смартфона вибрати програму MioFuse GO і перейти в режим синхронізації (сканування) (рис.4).



Рис. 3. Мобільний гаджет MioFuse

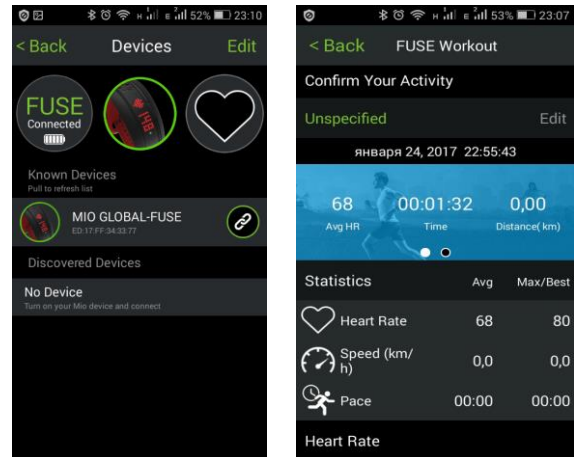


Рис. 4. Режим сканування даних (пульс)

3. Після закінчення сканування можна відкрити результат дослідження пульсу за певний період часу (Workout), зокрема і в графічному вигляді (рис.5).

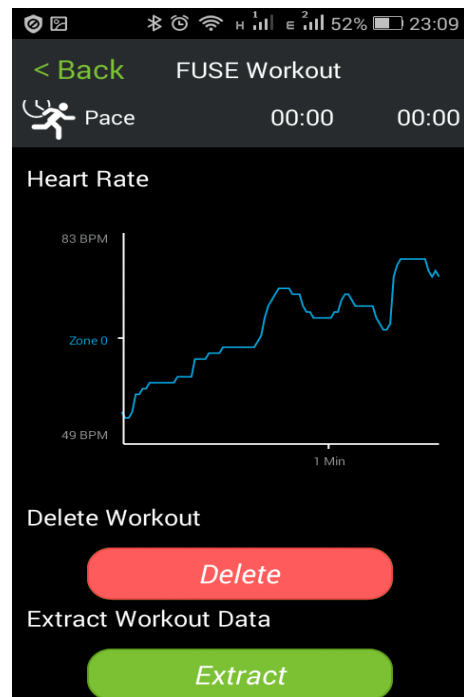


Рис. 5. Графічне відображення даних

4. Для передачі масиву даних на ПК потрібно вибрати опцію Extract Workout Data. Результат буде відображено у вигляді електронної таблиці.

5. В середовищі електронних таблиць можна проводити потрібні розрахунки та підготувати масив даних для аналізу ВСР.

Для аналізу ВСР розроблено спеціальну програму Project1 (автор - Малих Т.)

3. Організація роботи з програмою аналізу ВСР - Project1

Для роботи з програмою аналізу ВСР - Project1 (рис.6), необхідно завантажити файл з даними (у форматі .txt) і вибрати потрібну опцію (розрахунок кардіоінтервалів (рис.7), функція розподілу, спектральний аналіз (рис.8), результат).

3.1. Опція розрахунку кардіоінтервалів

Для аналізу кардіоінтервалограми використовуються наступні критерії [11]:

MHR – середня за період спостережень частота серцевих скорочень.

mRR – середня за період спостережень довжина RR-інтервалів.

pNN50 – кількість пар послідовних NN-інтервалів, що відрізняються більш ніж на 50 мілісекунд, приведена до загальної кількості інтервалів. Відсоток NN50 від загальної кількості послідовних пар NN-інтервалів, що розрізняються більш ніж на 50 мілісекунд, отримане за весь період запису.

NN50 – кількість пар послідовних NN-інтервалів, що відрізняються більш ніж на 50 мілісекунд.

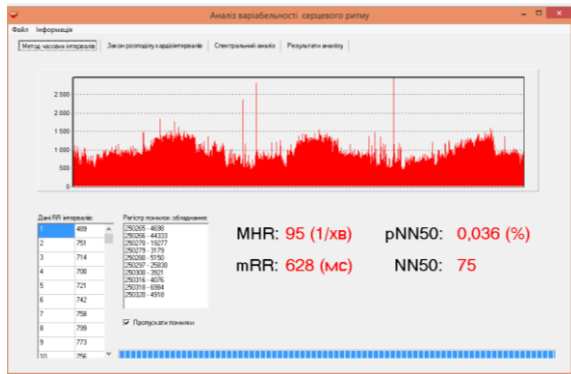


Рис.6. Вікно інтерфейсу програми

Дані RR-інтервалів – вікно, де відображається значення і порядковий номер кардіоінтервалу.

Регістр помилок обладнання – вікно, в якому відображається порядковий номер похибки та її значення.

3.2. Опція «Закон розподілу кардіоінтервалів»

Основні показники [11]:

Mo – Мода, значення рівня функціонування серцево-судинної системи, що найбільш часто спостерігається.

Амо – Амплітуда моди, значення потужності впливів симпатичної ланки нейрогуморальної регуляції, що найбільш часто спостерігається.

VAR – Варіаційний розмах - міра потужності впливів нейрогуморальної регуляції.

SI – Індекс напруги регуляторних систем. (міра переваги активності центральних механізмів регуляції над автономними).

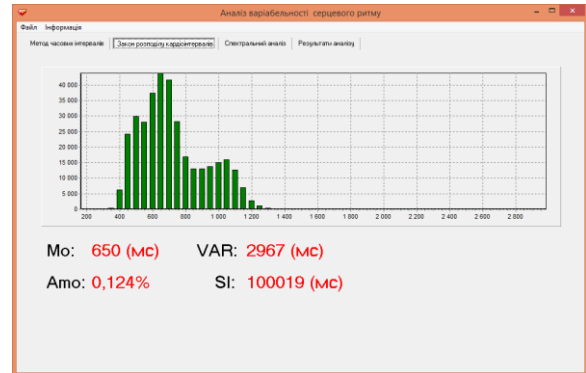


Рис. 7. Вікно «Розрахунок кардіоінтервалів»

3.3 Опція «Спектральний аналіз»

Основні показники [11]:

ULF – Потужність наднизької частотної компоненти. Міра потужності дуже низькочастотних впливів нейрогуморальної регуляції, пов'язують з терморегуляцією, іншими довготривалими системами, наприклад, симпатичною нервовою системою.

LF – Потужність низької частотної компоненти. Міра потужності низькочастотних впливів нейрогуморальної регуляції, пов'язують переважно з симпатичним і частково парасимпатичним ланками регуляції.

HF – Потужність високочастотної компоненти. Міра потужності високочастотних впливів нейрогуморальної регуляції, пов'язують переважно з парасимпатичною ланкою регуляції.

TP – Загальна потужність спектру ВСР. Міра потужності впливів нейрогуморальної регуляції.

LFnorm – Нормована потужність низькочастотної компоненти. Відносний рівень низькочастотної ланки нейрогуморальної регуляції, пов'язують з відносним рівнем симпатичної ланки.

HFnorm – Нормована потужність високочастотної компоненти. Відносний рівень високочастотної ланки нейрогуморальної регуляції, пов'язують з відносним рівнем парасимпатичної ланки.

LF/HF – Відношення потужностей низькочастотних та високочастотних складових. Міра

балансу низько- і високочастотних ланок регуляції, часто розглядають як міру симпатовагального балансу.

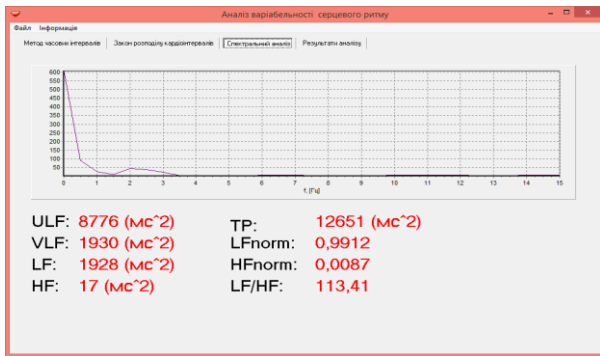


Рис.8. Вікно «Спектральний аналіз»

3.4 Опція «Результати аналізу»

На основі зведення показників, що отримані за допомогою різних методів аналізу ВСР формуються висновки для медиків (рис.9).

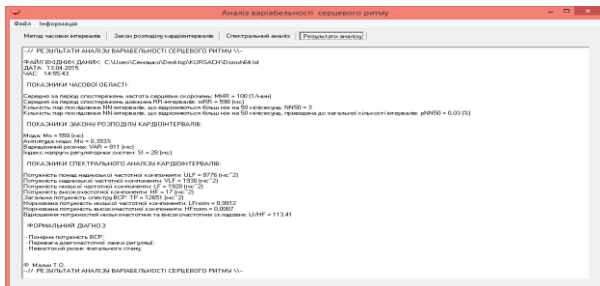


Рис. 9. Вікно «Результат аналізу»

Функціональні можливості системи дозволяють проводити довготривалий контроль фізіологічних параметрів, що характеризують стан здоров'я людини у режимі віддаленого доступу (рис.10-11) зі збереженням результатів в базі даних системи.

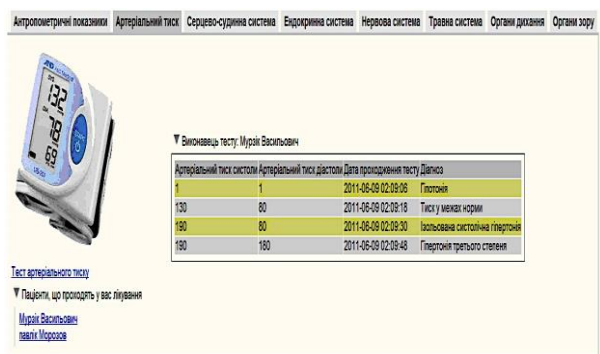


Рис.10. Реєстрація АТ у режимі віддаленого доступу

4. Застосування мобільної інформаційно-аналітичної системи для покращення ментального здоров'я молоді.

Мобільні технології активно використовуються молодими людьми у повсякденному житті

і можуть бути ефективно використані ними для того, щоб контролювати стан здоров'я і отримання рекомендації щодо зміни способу життя, а також індивідуальної професійної допомоги лікарів, психотерапевтів і психологів.

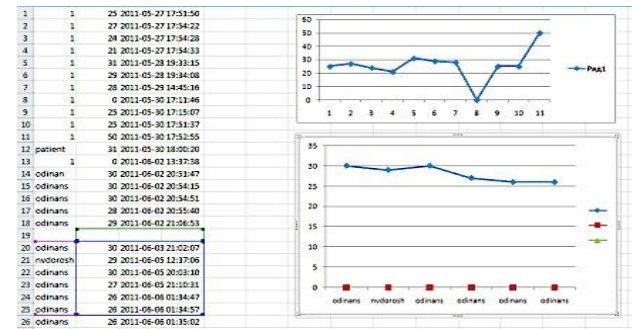


Рис.11. Графічні результати спостереження

Розроблена інформаційно-аналітична система пропонує також молодим людям мобільну платформу, яка дозволить досліджувати і вивчати їх поведінкові моделі, їх модифікації для поліпшення їхнього життя в індивідуальному порядку.

В інформаційно-аналітичну систему входять медичні гаджети, мобільний навігатор, сервісна платформа та комплекс тестових програм, що дозволять молодій людині оцінити її пізнавальні здібності, основні фізіологічні показники, а також кореляції показників з такими факторами, як тривалість сну, фізична активність, харчові звички, адекватне насичення киснем тіла і т.д. на основі електронного щоденника, створеного у його смартфоні.

Основна мета впровадження такої системи - поліпшення здоров'я молодих людей в суспільстві шляхом створення доступної інноваційної інформаційної технології із зворотним зв'язком від фахівців в області охорони здоров'я для моніторингу, аналізу та поліпшення основних психофізіологічних параметрів. Стратегічною метою проекту є створення нового напрямку в когнітивно-поведінковій терапії. Це дозволить підвищити якість нейрокогнітивних процесів (пам'ять, увага, мислення) і значно поліпшити лікування депресивних станів, а також якість довгострокового спостереження та аналізу інтегральних показників психічного і фізичного здоров'я молоді [12].

Висновки

Розроблена інформаційно-аналітична система є інноваційною мобільною системою зі зворотним зв'язком, яка за допомогою інтегрованих медичних пристроїв і мобільних додатків дозволяє визначити об'єктивно-суб'єктивні показники і оцінити когнітивні функції, які характеризують

психофізіологічний стан людини, визначити рівень стресу та інші негативні фактори впливу. Моніторинг та експрес-аналіз даних дозволяє визначити групи ризику і забезпечити надання персоналізованих програм і технологій для нефармакологічних, фізіологічно обґрунтованих і доведених методами доказової медицини профілактичних заходів, спрямованих на швидку стабілізацію та зміцнення здоров'я людей.

Система матиме високий потенціал за рахунок інноваційного підходу, можливості застосування в різних цільових групах населення, доступності для користувача, а також застосування психотерапевтичних підходів з використанням методу когнітивно-поведінкової терапії.

Впровадження зручної для користувача інформаційної платформи для моніторингу і стабілізації психофізіологічних функцій з використанням особистого мобільного навігатора здоров'я допоможе молодим людям підвищити їх особисту мотивацію в здійсненні контролю за станом свого здоров'я.

Список використаної літератури

1. Апанасенко, Г. Л. Індивідуальне здоров'я: теорія і практика [Текст] / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова. – К. : Медкнига, 2011. – 108 с.
2. Havlik, J. Possibilities of personal health status monitoring [Text] / J. Havlik, J. Dvorak, J. Parak, M. Pokorny // Eur. J. Biomed. Inf. - 2014. – Vol. 10 (1) – P. 11–17.
3. Мінцер, О. П. Особливості діагностики стану здоров'я пацієнта з позиції мобільної медицини. Постановка проблеми [Текст] / О. П. Мінцер, Я. О. Шевченко // Медична інформатика та інженерія. - 2016, - № 4 – С. 31–36.
4. Персоналізована медицина: сучасне становище і перспективи [Текст] / И. И. Дедов, А. Н. Тюльпаков, В. П. Чехонин [и др.] // Вестник РАМН. – 2012. – № 12. – С. 4–10.
5. Абдулаев, В. Г. Мобильные приложения для здоровья [Текст] / В. Г. Абдуллаев, Т. К. Аскеров, И. В. Чуба // Радиотехника и информатика. – 2014. – Т. 1, № 64.
6. Дорош, Н. В. Розробка модульної концепції інформаційно-комунікаційної системи для задач охорони здоров'я [Текст] / Н. В. Дорош, О. В. Бойко, Г. Л. Кучмій, О. І. Дорош // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Фізико-технологічні проблеми передавання, обробки та зберігання інформації в інфокомунікаційних системах”. – Чернівці, 2016. – С.255–256.
7. Dorosh, N. Mobile information feedback system for m-health [Text] / N. Dorosh, O. Zayach-

kivska, O. Dorosh, I. Yermakova // Proceeding of the of 10th International Forum on Innovative Technologies for Medicine (ITMED-2016). – Warsaw, 2016. – P.18.

8. Вербально-фізіологічні методи оцінювання стану здоров'я та стилю життя студентів з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та мобільних медичних гаджетів [Текст] / Дорош Н.В., Бойко О.В., Заячківська О.С. [та ін.] // Медична інформатика та інженерія.- 2016. – №1. – С.65–66.

9. Zayachkivska, O. Detection of early risk factors of stress in students using “Smart Lion” M-health technology [Text] / O. Zayachkivska, N. Dorosh, M. Zvir, O. Dorosh // Proc. Shevchenko Sci. Soc. Medicine. – 2015. –Vol. X LIII. – P. 139–149

10. Дорош, О.И. Медицинское мобильное устройство на базе ОС ANDROID [Text] / О.И. Дорош // Вестник НТУ “ХПИ”. Серия: Информатика та моделювання. – Харков: НТУ “ХПИ”. – 2015. – № 32 (1141).– С.60–68.

11. Баевский, Р. М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации [Текст] / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–86.

12. Dorosh, O. Multifunctional information system for evaluation and stabilization of mental health [Text] / O.Dorosh, O.Boyko, N. Dorosh, I. Yermakova // Proceeding of the of 10th International Forum on Innovative Technologies for Medicine (ITMED-2016). – Warsaw, 2016. – С.17.

References

1. Apanasenko, G. L., Popova, L. A. (2011), “Individual Health: Theory and Practice” [“Individual'noe zdorov'e: teoriya i praktyka”], Medbook, Kyiv, 108 p.
2. Havlik, J., Dvorak, J., Parak, J., Pokorny, M. (2014), “Possibilities of personal health status monitoring”, Eur. J. Biomed. Inf., Vol.10 (1), pp.11–17.
3. Mintser, O. P., Shevchenko, Ya. O. (2016), “Specificity of diagnostics will become health of the patient in the positions of mobile medicine. Statement of problems” [Osoblyvosti diagnostyky stanu zdorov'ya patsienta z pozysyii mobil'noi medytsyny. Postanovka problemy], Medical Informatics and Engineering, No. 4, pp. 31–36
4. Dedov, I. I., Tul'pakov A. N, Chekhonin V.P (2012), Personalized medicine: the current state and prospects [Personalizirovannaya meditsina: sovremennoe sostoyanie i perspektivy] // Vestnik NAM RAMS, No. 12, pp. 4–10.

5. Abdulaev, V. G., Askerov, T. K., Chuba I. V. (2014), "Mobile applications for health" ["Mobil'nye prilozheniya dlya zdorov'ya"], Radioelektronika and informatics, T. 1, No. 64.
6. Dorosh, N. V., Boyko, O. V., Kuchmiy, G. L., Dorosh, O. I. (2014), "The module conception of the information and communication system for the tasks of health care system", ["Rozrobka modul'noi kontseptsii informatsiyno-komunikatsiynoi systemy dlya zadach okhorony zdorov'ya"], Proceeding of the International Scientific and Practical Conference "Fiziko-tehnologichni problemy peredavannya, obrobky ta zberigannya informatsii v infokomunikatsiynych system", Chernivtsi, pp. 255–256.
7. Dorosh, N., Zayachkivska, O., Dorosh, O., Yermakova, I. (2016), "Mobile information feedback system for m-health", Proceeding of the 10th International Forum on Innovative Technologies for Medicine (ITMED-2016), Warsaw, p.18.
8. Dorosh, N. V., Boyko, O. V., Zayachkivska, O. S., Dorosh, O. I., Stepanyuk O. Yu. (2016), "Verbally and physiological methods for assessing health status and lifestyle of students using ICT and mobile medical gadgets" [Verbal'no-fiziologichni metody otsynuyannya stanu zdorov'ya ta stylu zhittja studentiv z vykorystannyam informatsiyno-komp'yuterhnykh tehnologiy ta mobilnyh medichnyh gadg-etiv"], Medicinal Informatics and Engineering, Kyiv, No.1, pp.65–66.
9. Zayachkivska, O., Dorosh, N., Zvir, M., Dorosh, O. (2015), "Detection of early risk factors of stress in students using "Smart Lion" M-health technology", Proc. Shevchenko Sci. Soc. Medicine, Vol. X LIII., pp. 139–149.
10. Dorosh, O. I. (2015), "Medical mobile device based on OC ANDROID" ["Meditsinskoe mobil'noe ustroystvo na baze OS ANDROID"], Vestnik NTU "KhPI", Series: Informatics and Modelling, Kharkov, No. 32 (1141), pp. 60–68.
11. Bayevsky, R. M., Ivanov, G. G. (2001), "Analysis of the variability of heart rhythm with the use of various electrocardiographic systems: methodical recommendations" ["Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem: metodicheskie rekomendatsii"], Vestnik aritmologii, No. 24., pp. 65–86.
12. Dorosh, O., Boyko, O., Dorosh, N., Yermakova, I. (2016), "Multifunctional information system for the evaluation and stabilization of mental health", Proceeding of the 10th International Forum on Innovative Technologies for Medicine (ITMED-2016), Warsaw, p.17.

INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM FOR PERSONAL MOBILE MEDICINE TASKS

O. I Dorosh¹, I. Y. Yermakova¹, O. V. Boyko², N. V. Dorosh²

¹ International Research and Training Center for Information Technologies and Systems NAS and MES of Ukraine, Kyiv

²Lviv national medical university of Danylo Galytskyi.

Abstract. In this article, a concept and structure of an innovative modular information-analytical mobile system with feedback for performing long term monitoring, analysis and correction of population health integral indicators are shown. Special focus is set on youth. An algorithm of work, methods of optimization and adaptation to practical tasks of personalized medicine are described. The results of system tests with usage of medical gadgets (Mio fuse), mobile applications (Mio go), and a special program of heart rate variability analysis are stated. The monitoring and express analysis of data allows determining risk groups and providing personalized programs and technologies for non-pharmaceutical, physiologically reasonable and proven by means of demonstrative medicine prophylactic procedures, targeted to a quick stabilization and human health strengthening. The project has social significance. Implementation of the user friendly information platform for monitoring and stabilization of health function with the use of personal mobile health navigator will help people to increase their personal motivation in monitoring the state of their health, to identify early risks of changes in cognitive reserve during the preclinical stage and quickly get science-based forecast of cognitive reserve, which will help to correct the dysfunctions, quickly stabilize and improve health. This will make the program adaptable to the needs of all user groups. We have developed a strategy, which will combine the psychological, psychotherapeutic, social, education and medical approaches and improve operation in all spheres of life.

Key words: information-analytical system, personalized mobile medicine, medical gadgets, service platform, psycho-physiological indicators.

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЗАДАЧ
ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МОБИЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ**

О. И. Дорош¹, И. Й. Ермакова¹, О. В. Бойко², Н. В. Дорош²

¹ *Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и
МОН Украины, г. Киев*

² *Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого*

Аннотация. В работе представлена концепция и структурную организацию инновационной модульной информационно-аналитической мобильной системы с обратной связью для проведения длительного мониторинга, анализа и коррекции интегральных показателей здоровья. Описан алгоритм работы системы и методы ее оптимизации и адаптации к практическим задачам персонализированной медицины. Приведены результаты тестовых испытаний работы системы.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, персонализированная мобильная медицина, медицинские гаджеты, сервисная платформа, психофизиологические показатели.

Отримано 15.04.2017



Бойко Оксана Василівна – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри медичної інформатики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна
E-mail: oхана_boyko@ukr.net, тел. +38-097-314-70-64

Oksana Boyko - Candidate of technical sciences, Associate professor, Head of the Department of Medical Informatics, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska St., Lviv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-8810-8969



Дорош Наталія Володимирівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри медичної інформатики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна
E-mail: nvdorosh54@mail.ru, тел. +38-097-314-70-64

Nataliya Dorosh - Candidate of technical sciences, Associate professor, Associate professor of the Department of Medical Informatics, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska St., Lviv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-4934-6814



Ермакова Ірена Йосипівна – д-р біол. наук., професор, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН України та МОН України, пр. Академіка Глушкова, 40, м. Київ, Україна
E-mail: irena.yermakova@gmail.com, тел. +38-050-289-19-99

Irena Yermakova – Doctor of biological sciences, Professor, Leading Researcher of the International Scientific - Training Centre for Information Technologies and Systems, National Academy of Sciences, 40 Acad. Glushkova Ave., Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-9417-1120



Дорош Олег Ігорович – аспірант, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН України та МОН України, м. Київ
E-mail: olehdd@gmail.com, тел. +38-097-969-51-46

Oleg Dorosh – postgraduate of the International Scientific - Training Centre for Information Technologies and Systems, National Academy of Sciences, 40 Acad. Glushkova Ave., Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-2488-0500