
DOI: <https://doi.org/10.15407/kvt205.03.084>

УДК 004.942:001.57+004.03+519.85+612.5

ЄРМАКОВА І.Й., д-р біол. наук, проф.,
провід. наук. співроб.,
ORCID: 0000-0002-9417-1120, e-mail: irena.yermakova@gmail.com

БОГАТЬОНКОВА А.І., канд. техн. наук,
старш. наук. співроб.
ORCID: 0000-0002-7536-5958, e-mail: bogatonkova@gmail.com

НИКОЛАЄНКО А.Ю., канд. техн. наук,
наук. співроб.
ORCID: 0000-0002-2402-2947, e-mail: n_nastja@ukr.net

ТАДЕЄВА Ю.П., канд. техн. наук,
старш. наук. співроб.,
ORCID: 0000-0001-5418-2848, e-mail: jbest0207@gmail.com

ГРИЦАЮК О.В., молодш. наук. співроб.,
ORCID: 0000-0002-9019-4894, e-mail: olegval1@gmail.com

СОЛОПЧУК Ю.М., наук. співроб.,
ORCID: 0000-0001-9712-6045, e-mail: jul.bast@gmail.com

Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України,
відділ комплексних досліджень інформаційних технологій,
пр. Акад. Глушкова 40, м. Київ, 03187, Україна

М-HEALTH ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЛЮДИНИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ СЕРЕДОВИЩА

***Вступ.** До засобів мобільної медицини (m-health), які стрімко розвивається, належать мобільні телефони, пристрої спостереження за пацієнтами, персональні цифрові помічники та інші бездротові пристрої для відстеження певних даних, наприклад, рівня фізичної підготовки, частоти пульсу, дозування ліків, циклів сну тощо. Це допомагає пацієнтам контролювати своє здоров'я, що важливо через нестачу медичних працівників. Пристрої та застосунки допомагають надавачам медичних послуг дистанційно збирати дані про пацієнтів. Актуальним засобом орієнтованою на особу медицини є створювані комбіновані інформаційно-комп'ютерні системи, які надають можливість пацієнтам самостійно контролювати життєво важливі показники власного здоров'я, а лікарям — відстежувати стан здоров'я пацієнтів за віддаленого доступу та аналізувати результати спостереження за допомоги мобільних застосунків для своєчасного та ефективного корегування лікувальних і профілактичних заходів.*

***Метою роботи** є розроблення m-health технології для оцінювання ризику погіршення здоров'я людини в екстремальних умовах середовища. Для цього розроблено комп'ютерний модуль визначення впливу навколишнього середовища на тепловий стан людини.*

***Результати.** Розроблено m-health технологію для прогнозу стану людини в екстремальних умовах середовища, основу якої становить комплекс математичних моделей терморегуляції людини, який дає можливість визначити низку важливих фізіологічних параметрів. Технологія враховує понад 490 показників людини та середовища, серед яких: антропометричні дані, анатомічні параметри, біофізичні харак-*

© ЄРМАКОВА І.Й., БОГАТЬОНКОВА А.І., НИКОЛАЄНКО А.Ю., ТАДЕЄВА Ю.П., 2021

теристики, базові фізіологічні характеристики, адаптаційні властивості людини, характеристики середовища та тривалість перебування людини у вибраних умовах.

Висновки. Використання комплексного методу моделювання в поєднанні із сучасними комп'ютерними технологіями дає змогу дослідити процеси теплообміну між людиною та середовищем, враховуючи безліч регуляторних реакцій та фізіологічних процесів. Основне завдання розробленої m-health технології для прогнозу стану людини в екстремальних умовах — запобігти ураженню здоров'я людини в екстремальних умовах середовища за фізичного навантаження. Застосунок дає змогу прогнозувати динаміку терморегуляторних фізіологічних реакцій людини за спеки. Мобільний застосунок видає висновок про небезпеку або безпеку виконання планованого фізичного навантаження за заданих умов середовища.

Ключові слова: моделювання, комп'ютерний модуль, екстремальний вплив, навколишнє середовище.

ВСТУП

До Mobile health (m-health), що стрімко розвивається, належать мобільні телефони, пристрої спостереження за пацієнтами, персональні цифрові помічники та інші бездротові пристрої відстеження певних даних [1], наприклад, рівня фізичної підготовки, частоти пульсу, дозування ліків, циклів сну [2] тощо. Це допомагає пацієнтам контролювати своє здоров'я, що важливо при все більшій нестачі медичних працівників. Пристрої та застосунки допомагають надавачам медичних послуг проводити віртуальні відвідування/зустрічі і збирати дані про пацієнтів.

Розробники пропонують велику кількість медичних гаджетів та мобільних застосунків для вимірювання окремих фізіологічних та вербальних показників, які характеризують стан здоров'я людини: пульс (Instant Heart Rate, Runtastic Heart Rate Monitor), артеріальний тиск (Blood Pressure Monitor), рівень глюкози в крові, спірометричні показники, якість слуху та зору тощо [3–4]. За допомогою мобільних засобів також можна визначати емоційний стан людини та рівень стресу (Stress Check); контролювати фізичну активність (Googlefit, moves) та кількість спалених калорій; фази та якість сну (Sleep Time) тощо [1–5].

Актуальними засобами орієнтованої на особу медицини є створювані комбіновані інформаційно-комп'ютерні системи, які надають можливість пацієнтам самостійно контролювати життєво важливі показники власного здоров'я, а лікарям — відстежувати стан здоров'я пацієнтів у режимі віддаленого доступу та аналізувати результати спостереження за допомогою спеціальних мобільних застосунків для своєчасного та ефективного корегування лікувальних та профілактичних заходів [6].

До категорії m-health застосунків також належать багатопараметричні системи моніторингу, носимі, тканеві та імплантовані сенсори життєвоважливих показників здоров'я, системи експрес-аналізу, застосунки контролю вживання ліків, системи тренінгу для стабілізації емоційного стану, покращення когнітивних функцій та працездатності. Активно розробляють системи віддаленого контролю та підтримки у разі хронічних захворювань (Care Innovations, Visi Mobile, hWear (ЕКГ), SugarSenz (діабет) тощо).

На основі аналізу функційних і аналітичних можливостей сучасних засобів вимірювання та оцінювання психофізіологічних функцій за допомогою медичних сенсорів, гаджетів і мобільних застосунків для смартфонів

розроблена концепція створення інноваційної мобільної інформаційної системи зі зворотним зв'язком на базі інтелектуального мобільного навігатора з сервісною платформою тривалого спостереження, аналізу і корекції інтегральних показників фізичного здоров'я людей, а також методи її практичної технічної реалізації для систем з ОС Android [7–8].

На основі запропонованої концепції розроблено модульну структуру, алгоритмічну базу та програмне забезпечення інноваційної мобільної інформаційної системи. Інформаційно-аналітична система містить медичні гаджети, мобільний навігатор, сервісну платформу та комплекс тестових програм, які дають змогу користувачам оцінити їхні основні фізіологічні та ментальні показники, а також визначити кореляцію показників з такими факторами, як тривалість сну, фізична активність, харчові звички, адекватне насичення тіла киснем на основі електронного щоденника, створеного у смартфоні.

Метою роботи є розроблення m-health технології для оцінювання ризику погіршення здоров'я людини в екстремальних умовах середовища. Для цього розроблено комп'ютерний модуль визначення впливу середовища на тепловий стан людини.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ

Об'єднання можливостей комплексу математичних моделей терморегуляції людини і сучасних засобів мобільної медицини дає змогу розробити унікальну інформаційну технологію прогнозування стану людини за різних умов середовища.

Запропонована інформаційна технологія надає нові можливості для підтримання здорового способу життя, оскільки дає змогу виявити і попередити фактори ризику для погіршення здоров'я людини, яка знаходиться чи опинилася в екстремальних умовах середовища.

Результати прогнозування можна використати для розв'язання завдань, пов'язаних з підтриманням здорового способу життя, перевіркою безпеки умов навколишнього середовища, розрахунку часу безпечного перебування людини в екстремальних умовах, підбору одягу і захисного спорядження, оцінювання резервних можливостей організму за фізичних навантажень високої інтенсивності та організації підготовчого етапу тренувань спортсменів.

Клієнт-серверна архітектура. Архітектура інтелектуальної інформаційної технології має клієнт-серверне рішення, яке передбачає доступ користувачів за допомогою застосунку на смартфоні до комплексу математичних моделей, централізованої бази даних і централізованого електронного сховища інформації (Рис. 1.). Термін «клієнт-сервер» тут означає мережеву архітектуру, в якій завдання логічно розподілені між постачальниками послуг (серверами) та замовниками послуг (клієнтами).

У цьому випадку клієнт — це програма для смартфона, яка взаємодіє з сервером через телекомунікаційну мережу за допомогою мережевих протоколів. Клієнт дозволяє вводити, первинно контролювати і передавати дані на сервер, а потім приймати і відображати результати на смартфоні. На сервері розміщено програмне забезпечення, яке серед іншого керує даними (приймає, обробляє, передає та зберігає у відповідних базах даних), автоматично контролює цілісність і несуперечливість отриманої та збереженої інформації. За допомогою серверу здійснюють керування доступом багатьох користувачів, дотримуючи конфіденційність баз даних користувачів, ведення журналу системних подій тощо.



Рис. 1. Структурна схема смартфон технології

Під час роботи інформаційної технології клієнт і сервер обмінюються пакетами даних (у разі доступного з'єднання і отриманої згоди користувача). Клієнт направляє запити по мережі серверу й обробляє отриману у відповідь інформацію. Сервер отримує і обробляє запити, робить відповідні запитам дії і передає клієнтові відповідні дані.

Відмінна риса розробленої технології — це комплекс математичних моделей для прогнозування стану людини на основі введених умов. Результати прогнозування аналізують і за результатами аналізу виявляють можливі чинники ризику погіршення здоров'я. На цій підставі формується висновок про резервні можливості організму або попередження про небезпеку їх вичерпання. Можливість автоматичного аналізу і ухвалення рішення дає підставу розглядати розроблену технологію як інтелектуальну інформаційну технологію.

Клієнт. Клієнтську програму написано мовою Java для смартфонів під операційну систему Android. Графічний інтерфейс складається з вікон для введення даних і відображення результатів на екрані. Інтерфейс автоматично адаптується до розміру екрана смартфона. Після встановлення програми новому користувачу пропонується зареєструватися, або увійти в систему, якщо користувач був зареєстрований раніше. Під час реєстрації надається анкета для реєстрації персональних даних і індивідуалізації математичних моделей: ім'я, дата народження (для розрахунку віку), стать, вага, зріст. Користувач може зареєструватися в системі за допомогою акаунтів соціальних мереж Twitter, Facebook, Google+ або електронної пошти. Залежно від профілю соціальної мережі і дозволу користувача, система може автоматично отримувати доступні персональні дані. Підключення до системи соціальних мереж сприяє популяризації програми.

Для прогнозування функційного стану людини використано або індивідуальні дані, введені користувачем, або усереднені показники. На основі введених даних ваги, зросту та статі розраховано індекс маси тіла і процентний вміст жирової тканини в організмі, що є необхідним для прогнозування стану людини в екстремальних умовах. Меню застосунка надає доступ до всіх його функцій: вибір середовища для прогнозування, відповіді на поширені запитання, наявна можливість переглянути збережені результати тощо.

Якщо застосунок встановлений, користувач зареєстрований, то вхід в систему відбувається автоматично і на екрані виводиться вікно вибору середовища: відкрите повітря, вода чи приміщення. Для кожного середовища перебування закріплене вікно введення вихідних даних. Вікна введення вихідних даних розділене на області: вид фізичної активності, її тривалість та інтенсивність, одяг чи захисне спорядження; умови середовища. Надано можливість вибрати вид фізичної активності: спокій, ходьбу, біг, їзду на велосипеді, плавання різними стилями і багато іншого. За даними геолокації застосунок автоматично отримує від кліматичних сервісів поточну температуру, вологість, швидкість руху повітря. Реалізовано можливість ручного введення характеристик середовища за бажанням користувача, що дає змогу прогнозувати стан людини у будь-яких умовах.

Введені дані передаються на сервер, де розміщено комплекс математичних моделей. Попередній прогноз стану людини автоматично аналізується, виявляються фактори ризику погіршення здоров'я і відображаються на екрані вибрані користувачем показники (система пропонує користувачу перелік прогнозованих даних). Потім на сервері формується і передається клієнтові відповідь на запит. Отримана відповідь обробляється у підсистемі клієнта і відображається у вікні результатів прогнозування.

У налаштуваннях програми користувач може вибрати показники стану людини, які будуть отримані після оброблення вихідних даних комплексом математичних моделей. У отриманій користувачем інформації надано всі доступні для відображення показники: значення загальної і локальних температур, кровотоки, теплопродукції, втрати тепла і води та інші показники.

На екрані смартфона у вікні результатів виводяться попередження про характер ризиків (якщо такі виявлені), практичні рекомендації, спрямовані на попередження екстремальних впливів, а також бажані значення фізіологічних показників до кінця заданого періоду часу. За бажанням користувач може переглянути графік зміни вибраного показника в динаміці, що дає змогу відстежувати перехідні процеси і безпечний термін перебування в заданих умовах. Отримані результати користувач може зберегти на сервері та подивитися пізніше за необхідності.

Сервер. Сервер системи складається з програми керування потоками даних, комплексу математичних моделей, бази персональних даних і бази збережених показників прогнозування («Архів»). Після з'єднання на сервер надходить ідентифікатор (ID) клієнта, який порівнюється з ID вже наявних облікових записів. Якщо запису в системі немає, то в базу даних додається запис щодо нового користувача, в іншому разі відбувається автентифікація.

Сервер допускає одночасне обслуговування великої кількості клієнтів. Розрахований на багато користувачів доступ накладає на сервер вимоги щодо дотримання конфіденційності, розмежування прав користувачів і забезпечення даних від несанкціонованого доступу. Тому після успішної автентифікації користувача в системі здійснюється перевірка прав. Після авторизації сервер надає клієнтам доступ до своїх ресурсів.

На сервер надходять запити від клієнтських програм і, залежно від типу запиту (наприклад, на зміну персональних даних), виконуються такі функції:

— збереження змін персональних даних;

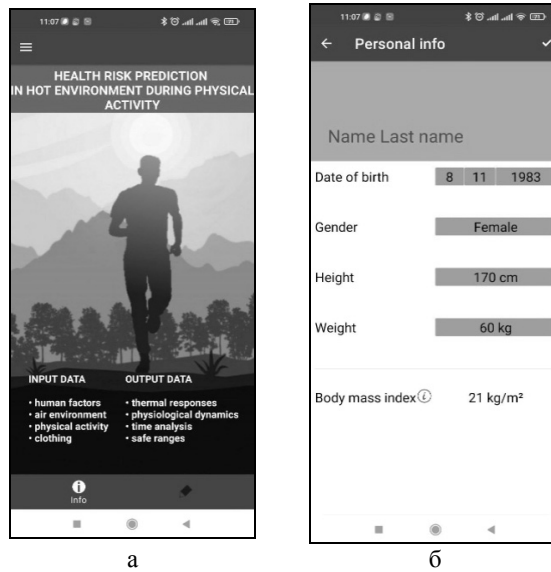


Рис. 2. Екранна форма застосунку: опис вхідних та вихідних даних (а) та надання особистих даних користувача (б)

— обчислення комплексом математичних моделей вибраних користувачем умов перебування та виду фізичної активності людини, аналіз результатів прогнозування, формування результатів залежно від персональних налаштувань користувача та відповідь клієнту;

— формування і збереження за запитом користувача результатів прогнозування в «Архів» сервера;

— передача клієнту результатів прогнозування з «Архіву».

Відповідно до запиту сервер передає клієнту дані або підтвердження виконаної операції, після чого повертається до режиму очікування запиту від клієнта. У разі завершення роботи клієнта з'єднання завершується до наступного запиту на вхід у систему.

Титульне вікно (Рис. 2). Надано можливість введення *початкових даних* (Рис. 2а): характеристик людини, умов навколишнього середовища, вид і рівень фізичної активності людини, біофізичні властивості одягу та *заключних даних* (Рис. 2б): теплові реакції людини, динаміка фізіологічних показників, часовий аналіз, висновок — «безпечно/небезпечно».

Особисті дані користувача: ім'я та прізвище, дата народження, стать, зріст, вага, індекс маси тіла (розраховується автоматично) — вага/площа поверхні тіла людини.

Для аналізу і прогнозування стану людини за різних умов надано можливість введення початкових даних (антропометричні дані людини, дані площі поверхні тіла людини, вік) та заключних даних (характеристики середовища та фізичного навантаження).

Характеристиками середовища (Рис. 3) для виду середовища «Повітря» (Air environment) є: температура повітря (temperature), вологість повітря (humidity), швидкість руху повітря (velocity).

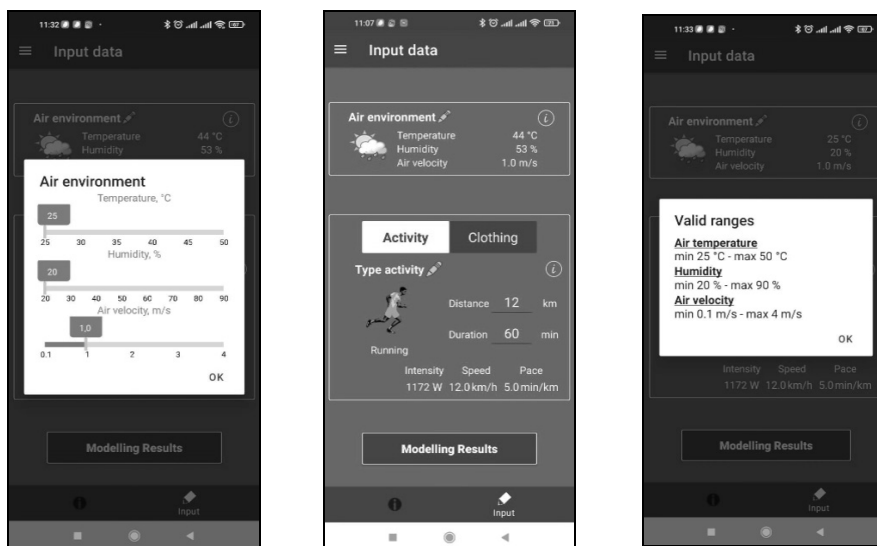


Рис. 3. Екранна форма для введення характеристик середовища

Передбачено аналіз для таких **видів фізичної активності** людини, як: спокій (Rest), ходьба (Walking), біг (Running), навантаження (Exercise).

Характеристики навантаження містять (Рис. 4): віддаль прогулянки/ пробігу (Distance), тривалість фізичної активності (Duration), напруженість фізичної активності (Intensity), швидкість ходьби/бігу (Speed), темп ходьби/бігу (Pace).

Для аналізу впливу захисного одягу задають його характеристики як початкові дані (Рис. 5): теплоізоляція одягу (Thermal resistance), випарний опір одягу (Evaporative resistance), ступінь/ відсоток покриття тіла одягом (Covered body), одяг (Clothes), взуття (Shoes).

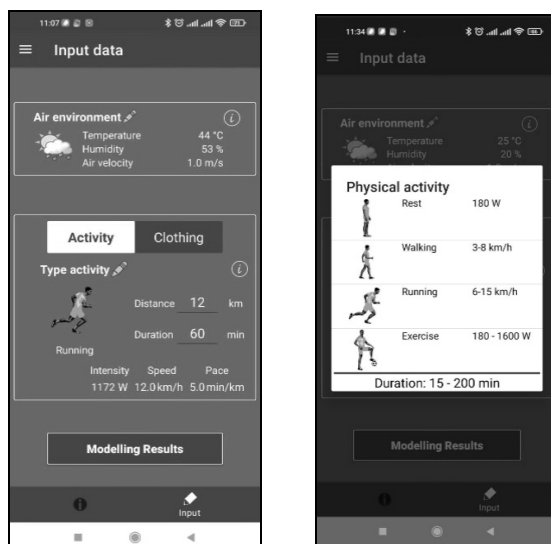


Рис. 4. Екранна форма для введення характеристик навантаження

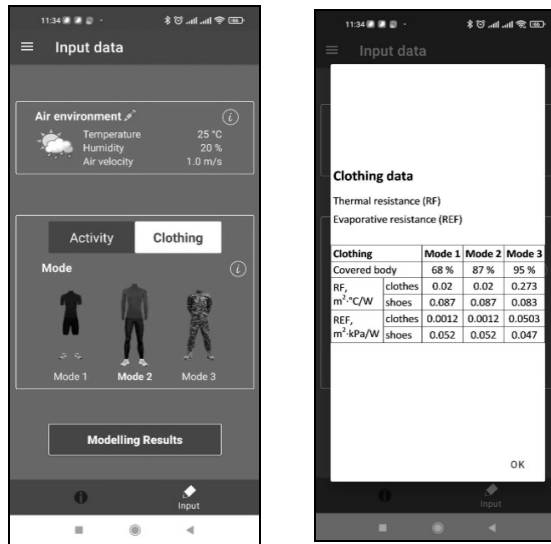


Рис. 5. Екранна форма для введення характеристик захисного одягу

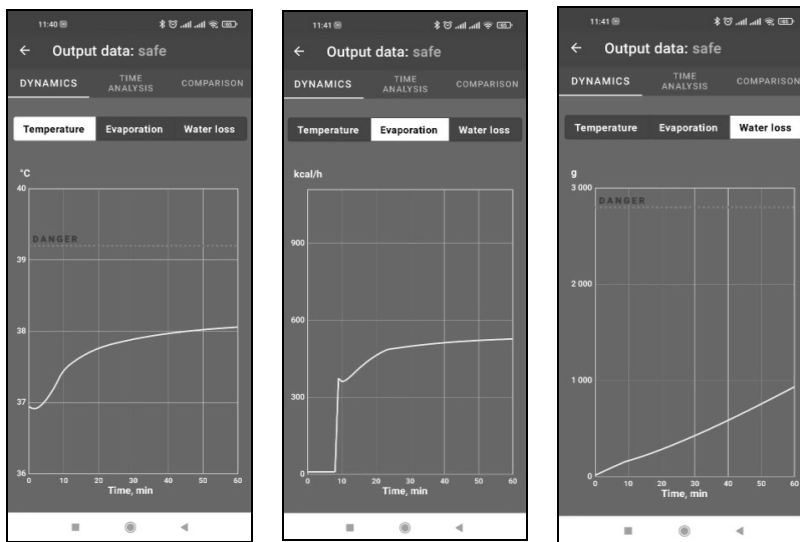


Рис. 6. Динаміка температури, випаровування поту і втрати води у людини під час навантаження — скріншоти з мобільного

Використання розробленої ІТ, реалізованої у мобільному застосунку, надає можливість проаналізувати результати моделювання, визначивши динаміку температури, випаровування поту і втрати води у людини під час навантаження.

Часовий аналіз забезпечує визначення таких показників функційного стану людини під впливом чинників навколишнього середовища та різного виду фізичної активності (Рис. 7):

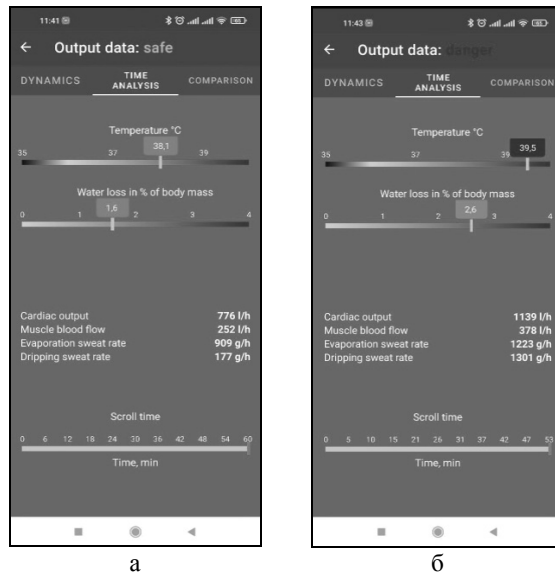


Рис. 7. Результати моделювання — часовий аналіз — показники функційного стану людини: температура тіла людини за безпечних (а) та небезпечних (б) даних

- температура внутрішніх органів (Body temperature);
- втрати води в % від маси тіла (Water loss in % of body mass);
- серцевий викид (Cardiac output);
- швидкість крові в м'язах (Muscle blood flow);
- швидкість випаровування поту (Evaporation sweat rate);
- швидкість стікання поту (Dripping sweat rate);
- смуга прокрутки шкали часу для зміни експозиції (Scroll time).

ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ІТ ТА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКА

Розроблена технологія, реалізована у мобільному застосунку, надає змогу провести аналіз та порівняння результатів модельних експериментів за різних умов як середовища, так і характеристик фізичної активності чи захисного одягу. У цих експериментах задано однакові умови середовища, однаковий одяг, але різна потужність навантаження, а саме 1172 Вт та 828 Вт.

Розглянемо детальніше початкові дані цих експериментів та результати аналізу за допомогою розробленої ІТ.

Експеримент №1. Початкові дані, відображені на Рис. 8, містять характеристики середовища: температура 35°C, вологість 70%, швидкість руху повітря 1 м/с; а також активність: потужність навантаження 800 Вт, тривалість 60 хвилин.

Ансамбль одягу № 1 (тренувальні шорти, футболка, кросівки, характеристики): теплоізоляція одягу — 0,02 m²C / W, опір одягу — 0,0012 m²kPa / W, теплоізоляція взуття — 0,087 m²C / W, опір взуття — 0,052 m²kPa / W, ступінь вкривання одягом — 68%.

Заключні дані експерименту №1 (Рис. 9.) охоплюють аналіз динаміки та прогноз досліджуваних показників, за якими зроблено висновок щодо безпечності такої активності — «безпечно»!

Експеримент №2. Початкові дані (Рис. 10) містять такі характеристики середовища: температура 35°C, вологість 70 %, швидкість руху повітря 1 м / с; активність: потужність навантаження 1200 Вт, тривалість 60 хвилин та результати аналізу.

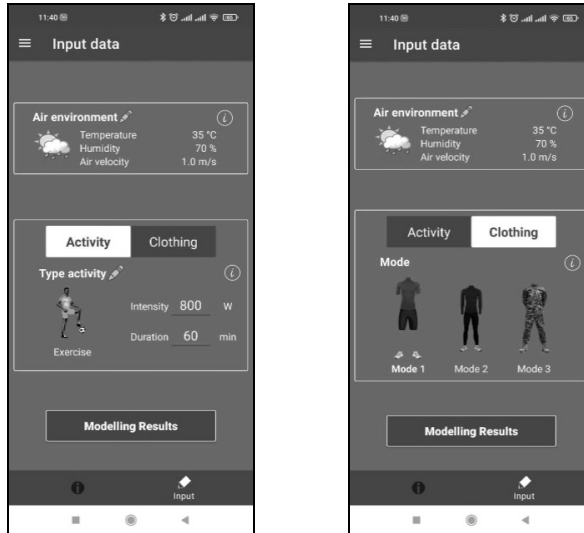
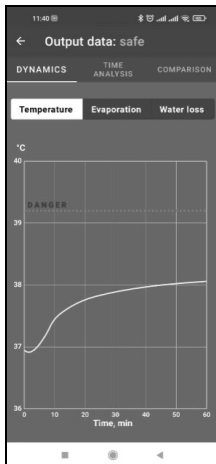
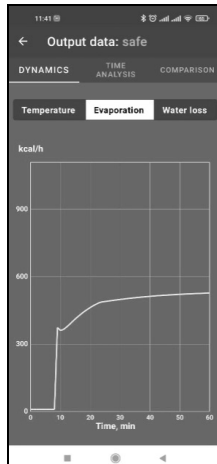


Рис. 8. Екранна форма для введення початкових даних експерименту 1

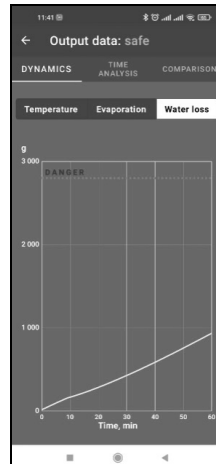
температура:



випаровування:



втрати води:



часова шкала:

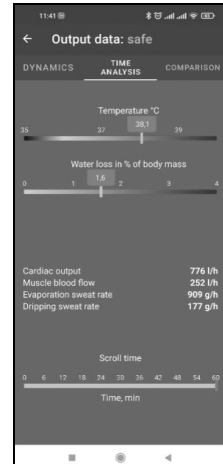


Рис. 9. Результати визначення динаміки досліджуваних показників та висновок щодо безпечності такої активності

Ансамбль одягу № 1 (тренувальні шорти, футболка, кросівки, характеристики): теплоізоляція одягу — $0,02 \text{ m}^2\text{C/W}$, опір одягу — $0,0012 \text{ m}^2\text{kPa/W}$, теплоізоляція взуття — $0,087 \text{ m}^2\text{C/W}$, опір взуття — $0,052 \text{ m}^2\text{kPa/W}$, ступінь вкривання одягом — 68 %.

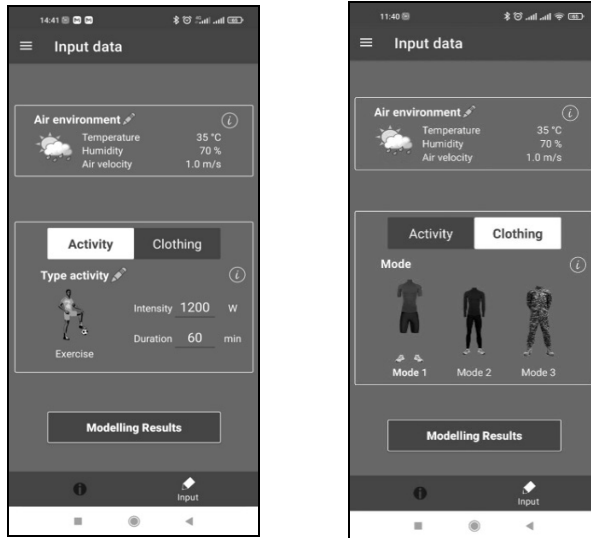
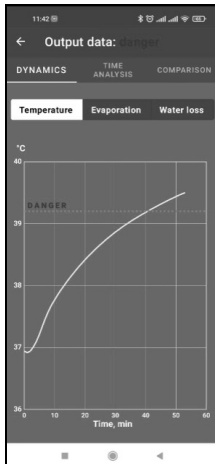
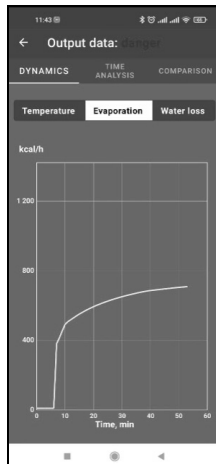


Рис. 10. Екранна форма: початкові дані експерименту 2

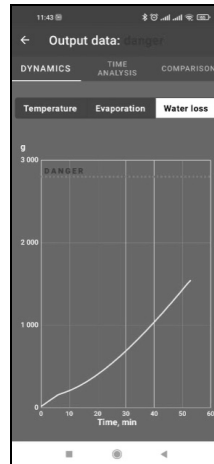
Динамика температури:



Динамика випаровування:



Динамика втрати води:



Часова шкала:

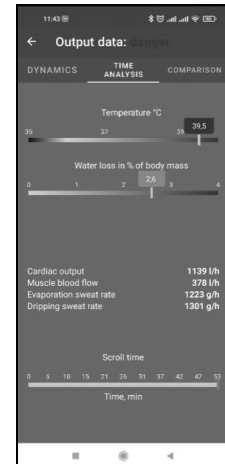


Рис. 11. Результатами проведеного дослідження (експеримент 2)

За результатами проведеного дослідження (Рис. 11) зроблено висновок — «небезпечно!» і надається застереження на екран: «Увага! Гіпертермія! Ви можете виконувати вправи лише 53 хв.».

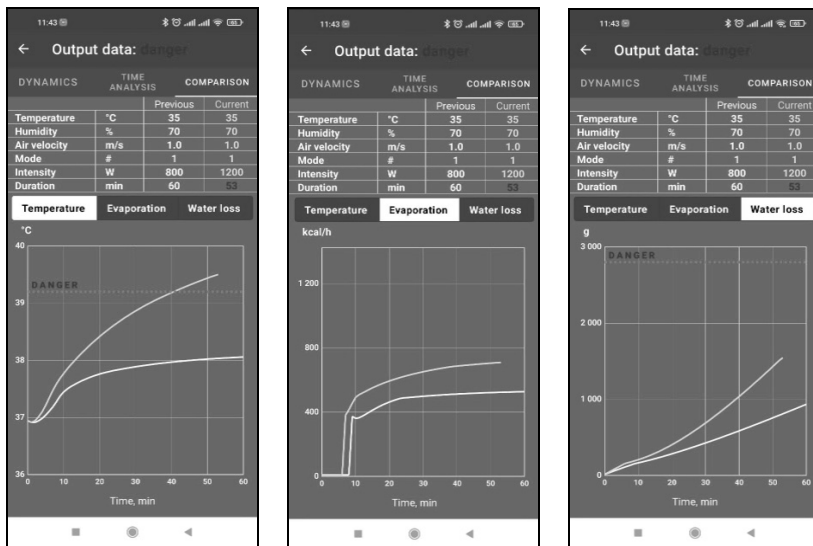


Рис. 12. Порівняння результатів двох експериментів

Отже, враховуючи результати проведеного аналізу та надані попередження, експеримент було перервано на 53 хвилині — виявлено загрозу теплового удару (температура тіла 39,5°C).

Порівняння двох експериментів. Технологію створено таким чином, що її використання дає змогу переглянути та порівняти два модельних дослідження (Рис. 12). У верхніх частинах скріншотів зазначено таблиці вхідних даних двох описаних експериментів, а під ними — графіки порівняння. Білою лінією зображено результати попереднього експерименту (експеримент № 1), зеленою — поточного (експеримент № 2). Як було зазначено вище, поточний експеримент було перервано на 53 хвилині через загрозу теплового удару.

Запропонована ІТ, реалізована у мобільному застосунку, становить інтерес для військових, служб порятунку, організаторів спортивних змагань (чемпіонати, Олімпійські ігри тощо), тренерів, спортсменів та людей, які працюють в екстремальних умовах середовища.

ВИСНОВКИ

Використання комплексного методу моделювання як основи розробленої інформаційної технології m-health у поєднанні з комп'ютерними технологіями дає змогу дослідити процеси теплообміну між людиною та середовищем, враховуючи велику кількість регуляторних реакцій та фізіологічних процесів. Основне завдання ІТ — попередити ураження здоров'я людини в екстремальних умовах середовища під час фізичного навантаження.

Мобільний застосунок, який реалізує ІТ, забезпечує введення початкових даних про умови діяльності конкретної особи, аналіз та прогнозування стану людини за введених даних та видає висновки про **небезпеку** або **безпеку** виконання планованого фізичного навантаження в заданих умовах середовища.

Мобільний застосунок у модельному експерименті дає змогу здійснювати порівняльний аналіз змін стану людини за різної фізичної активності людей, які працюють в екстремальних умовах середовища.

ЛІТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Абдулаев В.Г., Аскеров Т. К., Чуба И. В. Мобильные приложения для здоровья. *Радиоэлектроника и информатика*. 2014. Т. 1, № 64. [Abdulaev V.G., Askerov T.K., Chuba I.V. Mobilnyie prilozheniya dlya zdorovya. *Radioelektronika i informatika*. 2014. Т. 1, № 64. (In Russian)]
2. McCarthy M., Spachos P., "Wellness assessment through environmental sensors and smart-phones", *Communications (ICC) 2017 IEEE International Conference on*, 2017, pp. 1–6.
3. Khudetskyi I., Antonova-Rafi Yu. Development of the module for data processing psycho-physiological indicators based on the Android OS *Materials of the XII International Scientific and Methodical Conference "Physical Education in the Context of Modern Education,"* Kyiv, 2016, pp. 115–116.
4. Hotra O., Boyko O., Zyska T. Improvement of the operation rate of medical temperature measuring devices *SPIE Proceedings*. Vol. 92914, 2014, pp. 92910A.
5. Holyaka R., Kostiv N. Energy-efficient signal converters of thermocouple, temperature sensors *Informatyka, Automatyka, Pomiar y w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2011, pp. 26–28.
6. Yermakova I., Nikolaienko A., Tadeieva J., Bogatonkova A., Solopchuk Y., Gandhi O., Computer model for heat stress prediction during physical activity. *Proceedings of the 40th International scientific conference electronics and nanotechnology* Institute of Electrical and Electronics Engineers, Kyiv, Ukraine, 22–24 April 2020. pp. 569–573
7. Hrytsenko V., Nikolaienko A., Solopchuk Y., Yermakova I., Regan M. Dynamics of Physiological Responses during Long Distance Run: Modelling. *Proceedings of the 38th International scientific conference electronics and nanotechnology*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Kyiv, Ukraine, 24–26 April 2018, pp. 439–442. ISBN 978-1-5386-6382-0. doi:10.1109/ELNANO.2018.8477470.
8. Dorosh N., Ilkanych K., Kuchmiy H., Boyko I., Yermakova I., Dorosh O., Voloshyn D. Measurement modules of digital biometric medical systems based on sensory electronics and mobile-health applications. *Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*. IEEE, Slavske, Ukraine, 20–24 February 2018, pp. 687–691. doi:10.1109/TCSET.2018.8336294.

Отримано 03.06.2021

Yermakova I.I., Doctor of Biological Sciences, Full Professor,
Leading Researcher of Department of Complex Research
of Information Technologies

ORCID: 0000-0002-9417-1120, e-mail: irena.yermakova@gmail.com

Bogatonkova A.I., Ph.D (Engineering), Senior Researcher,
Department of Complex Research of Information Technologies

ORCID: 0000-0002-7536-5958, e-mail: bogatonkova@gmail.com

Nikolaienko A.Yu., Ph.D (Engineering), Researcher,
Department of Complex Research of Information Technologies

ORCID: 0000-0002-2402-2947, e-mail: n_nastja@ukr.net

Tadeeva J.P., Ph.D (Engineering), Senior Researcher,
Department of Complex Research of Information Technologies

ORCID: 0000-0001-5418-2848, e-mail: jbest0207@gmail.com

Hrytsaiuk O.V., Junior Researcher,
Department of Complex Research of Information Technologies

ORCID: 0000-0002-9019-4894, e-mail: olegval1@gmail.com

Solopchuk J.M., Researcher,

Department of Complex Research of Information Technologies

ORCID: 0000-0001-9712-6045, e-mail: jul.bast@gmail.com

International Research and Training Center for Information Technologies

and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine

and Ministry of Education and Science of Ukraine,

40 Acad. Glushkov av., Kyiv, 03187, Ukraine

M-HEALTH TECHNOLOGY FOR THE FORECAST OF THE HUMAN CONDITION IN EXTREME ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Introduction. Rapidly evolving Mobile health (m-health) includes mobile phones, patient monitors, personal digital assistants, and other wireless devices for tracking certain data, such as fitness level, heart rate, medication dosage, sleep cycles, and more. This helps patients control their health, which is important in the face of growing medical shortages. Devices and applications help healthcare providers make visits / appointments and collect patient data. An important means of person-centered is the creation of combined information and computer systems that allow patients to independently monitor vital indicators of their own health, and doctors — to monitor the health of patients remotely and analyze the results of monitoring using mobile applications for timely and effective adjustment of treatment and prevention measures.

The purpose of the paper is to develop m-health technology to assess the risk of deterioration of human health in extreme environmental conditions. To do this, a computer module for determining the impact of the environment on the thermal state of man has been developed.

Results. M-health technology for forecasting the human state in extreme environmental conditions, based on a set of human thermoregulation mathematical models, which allows to determine a number of important physiological parameters, has been developed. The technology takes into account more than 490 human indicators and the environment parameters, including: anthropometric data, anatomical parameters, biophysical characteristics, basic physiological characteristics, human adaptive properties, environmental characteristics and duration of human stay in selected conditions.

Conclusions. The use of a complex method of modeling in combination with modern computer technology makes it possible to study the processes of heat exchange between humans and the environment, given the huge number of regulatory reactions and physiological processes.

The main task of the developed m-health technology for forecasting the human state in extreme environmental conditions is to prevent damage to human health in these conditions during physical activities. The application makes it possible to predict the dynamics of thermoregulatory physiological reactions of a person during heat. The mobile application issues a conclusion about the danger or safety of the planned physical activity under the given environmental conditions.

Keywords: *simulation, computer module, extreme impact, environment.*