

РЕЦЕНЗІЯ

**на дисертаційну роботу Шевченка Ярослава Олександровича
на тему: «Технологічні аспекти динамічної ідентифікації станів людини
в задачах мобільної медицини», що подана на здобуття ступеня доктора
філософії за спеціальністю 091 Біологія галузі знань 09 Біологія**

Визначення актуальності обраної теми. Двадцять перше століття ознаменувалося трансформаційними процесами в біомедицині. Сучасні інформаційні технології (ІТ) усе з більшою ефективністю використовуються в практичній охороні здоров'я. Проте проблеми кількісного оцінювання станів організму людини, інтерпретація ознак, а також інтеграція даних під час обстеження залишається. Процеси діагностики та вибору методів втручання мають чітко виражений міждисциплінарний, а в останній час трансдисциплінарний характер і потребують принципово іншого погляду спеціалістів, запровадження персоналізованого підходу на основі використання критеріїв ідентифікації стану організму, в тому числі динамічної ідентифікації показників життєдіяльності людини. Її основою має стати моніторинг показників стану організму людини, в режимі реального часу.

Актуальність дисертаційного дослідження Шевченка Я. О., в першу чергу, полягає в системному представленні принципів інформаційної підтримки під час ідентифікації та оброблення діагностичної інформації, обґрунтуванні прогнозу. У кінцевому результаті зазначене може сприяти якіснішому результату надання медичної допомоги. Тому використання мобільних програм в охороні здоров'я та біології уже сьогодні має велике значення.

Дисертаційна робота Шевченка Я. О. спрямована на вирішення актуального завдання та присвячена створенню концептуальної основи динамічної ідентифікації станів організму людини для підвищення ефективності мобільної медицини.

За обсягом, об'єктом і методами дослідження дисертація відповідає профілю спеціальності 091 Біологія галузі знань 09 Біологія та науковій спеціальності «Медична та біологічна інформатика і кібернетика».

Дисертаційна робота виконана у відповідності до плану науково-дослідних робіт кафедри інформатики, інформаційних технологій і трансдисциплінарного навчання Національного університету охорони здоров'я (НУОЗ) України імені П. Л. Шупика «Теоретичне обґрунтування засад створення систем отримання, оброблення та передавання медичних знань за допомогою інформаційно-комунікативних та інформаційно-когнітивних технологій» (номер державно реєстрації 0117U007598) та самостійної науково-дослідної роботи «Технологічні аспекти динамічної ідентифікації станів людини в задачах мобільної медицини» (номер державно реєстрації 0116U008376).

Обґрунтованість наукових положень і висновків, сформульованих у дисертації, оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності забезпечено: методологією дослідження, що базувалася на аналізі та систематизації нових методів і підходів для визначення станів організму людини (як біологічного об'єкта), а також за допомогою цифровізації процесів, які відбуваються в організмі людини, формалізації відображення їх динаміки, що в сукупності з технічними засобами дозволяють реалізувати можливості мобільної медицини з урахуванням факторів ризику та конфаундерів; високим методичним рівнем проведення дослідження, що базується на результатах інформаційно-експериментальних досліджень, а також клінічних спостережень (87 та 64 літературних джерела для теоретичного дослідження, 510 пацієнтів санаторію «Квітка полонини», статистичні дані 14 спортсменів збірної команди України з біатлону та 700 людино-досліджень, 77 спостережень ефективності знань лікарів тощо), що підтверджують достовірність отриманих даних; значним обсягом отриманих у ході проведення дослідження даних для відображення процесів таксономії показників функціонального стану спортсменів-біатлоністів; застосуванням різнобічних методів для оброблення матеріалів досліджень: інформаційне та математичне моделювання, факторний, кореляційний і регресійний аналізи, структурно-логічний аналіз, таксономії та кластеризації, соціологічні методи, методи контролю конфаундінга, експертних оцінок.

Висновки дисертаційної роботи адекватні отриманим результатам і відображують обсяг проведених досліджень.

Дослідження виконано на матеріалах ГО «Федерація біатлону України», на базах санаторію «Квітка полонини» ТОВ «Сузір'я» та кафедри інформатики, інформаційних технологій і трансдисциплінарного навчання НУОЗ України імені П. Л. Шупика протягом 2017-2022 рр.

Представлені в дисертаційній роботі наукові положення, висновки, рекомендації узгоджуються з метою та завданнями роботи, що свідчить про їх вирішення, базуються на результатах експериментальних досліджень, достовірність яких не викликає сумнівів.

Наукова новизна представлених теоретичних і практичних результатів дослідження. Наукова новизна, теоретична та практична цінність дослідження Шевченка Я. О. полягає в тому, що вперше в Україні для визначення інформативності ознак при мобільному спостереженні за організмом людини запропоновано користуватися показниками ризику прогнозованих станів як універсальним методом. Надано нове визначення поняттю сталого стану в завданнях моніторингу та на цій основі встановлено наявність сталих станів організму людини відмінних від стану «норми» та можливі траєкторії переходу між ними. Запропоновано систему персоналізованого прийняття рішень у мобільній медицині.

Запропоновано використовувати ймовірнісні алгоритми, що ґрунтуються на значеннях ризику, а також на формулах Кульбаха та Шеннона для визначення тенденцій стану організму людини.

Рекомендовано застосовувати функцію інформативності ознак, а також набір підходів для їх комплексного оцінювання при онлайн-діагностиці стану організму людини під час дистанційного спостереження, оскільки інформативність ознак станів організму людини являється змінною величиною.

Запропоновано технологічну структуру сучасної мобільної медицини.

Рекомендації до використання результатів досліджень. Основу представлених у дисертаційній роботі Шевченка Я. О. практичних результатів

складають розроблені принципи індивідуалізації визначення станів організму людини для прийняття більш точного рішення стосовно подальших дій, оскільки доведено, що характерною рисою теперішнього періоду розвитку технологій мобільної медицини є те, що в задачах конструювання нових приладів з'являються завдання не тільки моніторингу, але й алгоритми прийняття рішень про подальші дії (профілактика, лікування тощо).

Сформульовані методи кількісного оцінювання стану організму людини та методи індивідуалізації прийняття рішень у мобільній медицині дозволили запропонувати нову аналітичну методику динамічної ідентифікації станів організму людини, засновану на концепції тимчасової сталості.

Корисними для застосування в діяльності закладів охорони здоров'я стануть запропоновані принципи індивідуалізації діагностичної, лікувальної, а також корекційної стратегії станів організму людини. Впровадження стратегії постійного моніторингу факторів ризику та конфаундерів, урахування динаміки інформативності ознак знизили кількість діагностичних помилок на $(11,3 \pm 1,6) \%$; специфічність при прийнятті рішень була $(96 \pm 3) \%$, а кількість хибнопозитивних і хибнонегативних результатів не перевищувала $(3,7 \pm 0,9) \%$.

Розроблено та впроваджено в діяльність лікарів різних спеціальностей загальний алгоритм ідентифікації стану організму людини та алгоритм динамічної ідентифікації станів організму людини в мобільній медицині.

Доведена ефективність мобільного навчання лікарів, при якому показники якості підготовки мають тенденцію до зниження з $(88,8 \pm 5,3) \%$ до $(84,0 \pm 5,4) \%$ (цифрові відмінності в даних статистично не вірогідні, $p > 0,05$).

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в діяльність ГО «Федерація біатлону України», санаторію «Квітка полонини» ТОВ «Сузір'я» Закарпатської області, а також використано в освітньому процесі, про що свідчать наявні акти впровадження.

Оцінювання наукового рівня дисертації за змістом. Дисертаційна робота Шевченка Я. О. представлена результатами власних досліджень і відповідає вимогам МОН України. Робота викладена українською мовою на

178 аркушах (основний текст подано на 136 аркушах), ілюстрована 4 таблицями та 16 рисунками, містить вступ і п'ять розділів власних досліджень, висновки із практичними рекомендаціями, список використаних джерел, що включає 254 найменувань, у тому числі 208 латиницею.

Вступ містить обґрунтування вибору теми дисертаційного дослідження, зазначено зв'язок із науковою темою, сформульовано мету, завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет і конкретизовано методи наукового дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, відомості про апробацію та публікації. Зміст вступу відповідає встановленим вимогам.

Перший розділ присвячено дослідженню теоретичних підходів до ідентифікації станів організму людини. Складається він із чотирьох підрозділів, що відображають основні напрями досліджень із поставленого наукового завдання. Зроблено висновки про те, що для своєчасного виявлення відхилень від «норми» необхідно забезпечити постійний моніторинг показників функціонального стану організму людини і цьому сприяє мобільна медицина. У розділі представлено значення та суть кожної із трьох основних складових поняття технології мобільної медицини: методи, прийоми, технічні засоби їх реалізації, та з'ясовано, що питання застосування технічних засобів найбільше вивчені. Саме це дозволило акцентувати увагу дослідження на розкритті формалізації методів і прийомів ідентифікації станів організму людини та їх цифровізації.

У **другому** розділі представлено інформаційні процеси, пов'язані з оцінюванням функціонального стану організму людини та описано математико-статистичні методи розв'язання завдань дисертаційного дослідження. Описано запропоновану методіку оцінювання сталості функціональних станів організму людини. Надано кількісну складову експериментальної частини дисертаційного дослідження. Зазначено, що результати дослідження представлено пов'язаними між собою частинами дисертаційної роботи.

Третій розділ присвячено оцінкам інформативності для зменшення розмірності простору ознак та ідентифікації станів і доведено можливість такого підходу. Запропоновано ряд інноваційних методик під час мобільного спостереження за станом організму людини: 1) для онлайн-діагностики стану організму людини використовувати ймовірнісні алгоритми, що ґрунтуються на значеннях ризику змінення стану організму людини та на формулах Кульбаха і Шеннона; 2) як універсальний метод для встановлення інформативності ознак застосовувати показники ризику прогнозованих станів. Важливо відмітити визначення кожного запису про траєкторію організму людини як «речення» при формуванні цифрової моделі станів організму людини. Відповідно, виходячи зі змісту технології мобільної медицини, автором зроблено висновок, що при конструюванні нових приладів слід ураховувати завдання не тільки моніторингу, але й алгоритми прийняття рішень про подальші дії.

З метою підтвердження ефективності застосування оцінювання інформативності ознак для оптимізації діагностичного процесу, мінімізації часу для вирішення завдань розпізнавання за умови збереження якості діагностичного процесу проаналізовано дані 510 відпочиваючих, які знаходились на санаторно-курортному лікуванні в санаторії «Квітка полонини» ТОВ «Сузір'я» в 2017-2020 роках.

У **четвертому** розділі розкрито сутність ідентифікації станів організму людини, зокрема особливості динамічної ідентифікації. Для завдань моніторингу, пов'язаному з процесами ідентифікації станів, сформульовано нове визначення сталого стану організму людини. Представлено нову аналітичну методику динамічної ідентифікації станів організму людини, засновану на концепції тимчасової сталості, що дозволяє не тільки ідентифікувати, а й кількісно оцінити мережеві взаємодії між різними фізіологічними системами організму. На основі проведених досліджень дисертантом розроблено та впроваджено в діяльність лікарів різних спеціальностей два оригінальні алгоритми: 1) загальний алгоритм ідентифікації стану організму людини; 2) динамічної ідентифікації станів організму людини в мобільній медицині.

У п'ятому розділі представлено та проаналізовано результати комплексного впровадження розробок дисертанта. Адже розділ присвячено практичним питанням динамічної ідентифікації стану організму людини. Одна зі складових дослідження пов'язана з додатковими навантаженнями. Для цього проведено кластеризацію функціональних станів організму спортсменів високого рівня (на прикладі основного складу збірної команди України з біатлону) під час підготовки до змагань. Для аналізу індивідуальних ознак динамічної ідентифікації спортсменів проведено більше 700 людино-досліджень. Серед висококваліфікованих спортсменів-біатлоністів були олімпійські чемпіони в естафетних перегонах, бронзова призерка в спринтерських перегонах, чемпіони та призери чемпіонатів світу. Саме ці результати дослідження підтвердили гіпотезу автора про існування кількох сталих станів. Зокрема, отримання найкращого результату стає можливим при певній тривалості моніторингу та персоналізованому оцінюванні курсу змін. Більше того, доведено, що застосування для спортсменів запропонованої моделі сталих станів допомагає в прогнозуванні результатів тренувального процесу. Ще один важливий висновок дослідження: ідентифікація переходу від одного стану до іншого також пов'язана з особливостями онлайн діагностики, оскільки інформативність ознак станів організму людини постійно змінюється.

Отже, узагальнивши існуючі пропозиції складових технології мобільної медицини та додавши сформульовані та доведені власні напрацювання дисертантом представлено структуру сучасної мобільної медицини. Проте системний підхід до розкриття мети дослідження дозволив представити й питання кваліфікації лікаря та його обізнаності в інформаційних аспектах мобільної медицини. Для цього проведено оцінювання знань лікарів за курсом «Інформаційні аспекти мобільної медицини» та представлено ефективність мобільного навчання, при якому показники якості підготовки мають тенденцію до зниження з $(88,8 \pm 5,3) \%$ до $(84,0 \pm 5,4) \%$, хоча цифрові відмінності в даних статистично не вірогідні, $p > 0,05$.

Розділи дисертаційної роботи дійсно логічно пов'язані між собою, мають сформульовану мету певного завдання та його реалізацію, закінчуються

висновками, що стисло висвітлюють основні положення, а також посилання на власні публікації здобувача з теми розділу.

Висновки дисертаційної роботи складаються з 12 пунктів, що сформульовані відповідно до поставлених завдань, відображають найважливіші наукові теоретичні та практичні результати. В додатках представлено перелік основних понять, що застосовано в роботі, підтвердження практичного впровадження пропозицій дисертанта.

Оцінювання наукового рівня публікацій. Результати дисертаційних досліджень повністю представлені в опублікованих працях у фахових виданнях, що рекомендовані МОН України. Результати дисертаційної роботи апробовані на науково-практичних конференціях, з'їздах, виставках. За темою дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, серед яких: 7 статей у фахових виданнях, рекомендованих МОН України (у тому числі 2 – одноосібні), 1 стаття в закордонному періодичному науковому виданні, 6 тез доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій, 1 методичні рекомендації.

При розгляді дисертаційної роботи Шевченка Я. О. на здобуття ступеня доктора філософії **порушень академічної доброчесності не виявлено.**

Зауваження до змісту й оформлення дисертації:

1) результати застосування окремих математичних підходів доволі стисло відображено в тексті дисертації;

2) у першому розділі роботи деякі загальновідомі поняття представлено надто детально;

3) у дисертації зустрічаються поодинокі стилістичні помилки та описки.

Викладені зауваження не є принциповими та не знижують науково-практичну цінність дисертаційної роботи.

При рецензуванні дисертаційної роботи виникли такі дискусійні питання:

1. Яка Ваша думка про можливість широкого використання методів оцінювання інформативності для діагностики та прогнозування станів?

2. Чи можна вважати стратегію виявлення сталих станів універсальною для застосування в галузі охорони здоров'я?

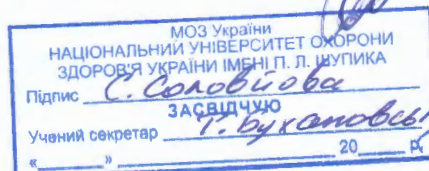
Висновок.

Дисертаційна робота Шевченка Ярослава Олександровича на тему: «Технологічні аспекти динамічної ідентифікації станів людини в задачах мобільної медицини» є завершеною самостійно виконаною науковою працею, що вирішує сучасне науково-прикладне завдання біологічної та медичної інформатики та кібернетики.

За своєю актуальністю, рівнем виконання поставленого наукового завдання, ступенем обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності, повнотою викладу в опублікованих працях, науковою новизною теоретичних результатів і практичною значимістю отриманих результатів, а також оволодінням здобувачем методологією наукової діяльності дисертаційна робота повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а також вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 із змінами, її автор Шевченко Я. О. заслуговує на присудження ступеня доктора філософії галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія (наукова спеціальність – Медична та біологічна інформатика і кібернетика).

Рецензент:

**Професор кафедри мікробіології та вірусології
НУОЗ України імені П. Л. Шупика
доктор фармацевтичних наук
кандидат біологічних наук доцент**



С. О. Соловйов