

ВІДГУК

офіційного опонента доктора біологічних наук професора

Вакуленка Дмитра Вікторовича

на дисертаційну роботу Шевченка Ярослава Олександровича

**«ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНІВ
ЛЮДИНИ В ЗАДАЧАХ МОБІЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ»**

на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 09 «Біологія»
за спеціальністю 091 «Біологія», подану до захисту в разовій спеціалізованій
вченій раді Національного університету охорони здоров'я України

імені П. Л. Шупика, створеної відповідно до наказу

Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика

від 22.05.2023 р. № 2225

Науковий керівник – завідувач кафедри інформатики, інформаційних технологій і трансдисциплінарного навчання НУОЗ України імені П. Л. Шупика, заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук професор Озар Петрович Мінцер.

Ступінь актуальності обраної теми.

Безсумнівно, інформаційні технології (ІТ) як складова методології науки, знайшли належне застосування в дослідженнях біологічних процесів та об'єктів. Відомо, що ІТ суттєво підвищують якість діагностики станів організму людини, а відповідно їй допомагають скерувати подальші дії спеціалістів, зокрема щодо надання медичної допомоги. Звичайно, слід пам'ятати про поширення мобільної медицини, телемедицини, комп'ютерного моніторингового нагляду, системи доповненої реальності та штучний інтелект. Саме мобільна медицина сприяє ефективному розв'язанню програм диспансерного спостереження пацієнтів із хронічними захворюваннями, особливо у випадках значної кількості пацієнтів, які потребують динамічного контролю, постійного моніторингу показників функціонального стану організму людини.

Проте існують проблемні невирішені питання, що пов'язані з ідентифікацією та кількісним оцінюванням станів організму людини,

інтеграцією даних під час обстеження, визначенням інформативності діагностичних ознак і сталих станів функціонування організму людини та можливих траєкторій переходу між ними. Процеси діагностики та вибору методів лікування мають чітко виражений міждисциплінарний, а останнім часом трансдисциплінарний характер і потребують принципово нового погляду фахівців, запровадження персоналізованого підходу на основі використання інтегральних критеріїв, в тому числі динамічної ідентифікації показників життєдіяльності людини в режимі реального часу.

Отже, обрана здобувачем тема дисертаційного дослідження без сумніву являється актуальною та своєчасною для біомедицини.

Кваліфікаційна наукова праця Шевченка Я. О. виконана у рамках науково-дослідної роботи 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.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи базується на використанні математичних і сучасних методів статистичної обробки результатів, високому методичному рівні. Дисертантом використано системний метод, методи математичного й інформаційного моделювання, структурно-логічний аналіз, статистичні методи, кореляційний і факторний аналізи; таксономії та кластеризації; теорії ймовірностей; експертних оцінок, здійснено обчислення показників центральної тенденції тощо. Математична обробка здійснена на персональних комп'ютерах із використанням статистичних програм Statistica 10, Statgraphics for Windows.

Окремо розроблено дизайн експериментальної частини дослідження. Для складання пропозицій стосовно оптимізації діагностичного процесу проаналізовано ефективність застосування оцінок інформативності діагностичних ознак за даними обстеження 510 пацієнтів, які проходили санаторно-курортне лікування. Для з'ясування наявності сталих станів організму людини проведено аналіз даних станів функціонування організму під час фізичних навантажень на прикладі спортсменів-біатлоністів основного складу збірної команди України з біатлону (7 чоловіків і 7 жінок).

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.

Дисертант добре володіє знаннями сучасної літератури з питань, що вивчаються. Представлені в дисертаційній роботі наукові положення, висновки, рекомендації узгоджуються з метою та завданнями роботи, що свідчить про їх успішне розв'язання.

Наукова новизна представлених теоретичних і практичних результатів дослідження.

Наукова новизна полягає в тому, що вперше в Україні на основі інформаційних процесів представлено новий системний погляд на питання динамічної ідентифікації станів організму людини в завданнях мобільної медицини. Запропоновано систему персоналізованого прийняття рішень у мобільній медицині, з урахуванням конфаундерів. Встановлено наявність сталих станів організму людини відмінних від стану «норми» та можливі траєкторії переходу між ними. Для визначення інформативності ознак при мобільному спостереженні за пацієнтами запропоновано користуватися показниками ризику прогнозованих станів як універсальним методом. А для визначення тенденцій стану організму людини запропоновано використовувати ймовірнісні алгоритми, що ґрунтуються на значеннях ризику, а також на формулах Кульбаха та Шеннона. Доведена необхідність застосування

інформативності ознак, як змінної величини, а також набір підходів для їх комплексного оцінювання при онлайн діагностиці стану організму людини під час мобільного спостереження. Запропоновано нову аналітичну методику динамічної ідентифікації станів організму людини, засновану на концепції тимчасової сталості, що дозволяє ідентифікувати та кількісно оцінити мережеві взаємодії між різними фізіологічними системами в завданнях моніторингу. І, нарешті, створено структуру сучасної мобільної медицини.

Для застосування в практиці охорони здоров'я розроблено та представлено у вигляді алгоритму інформаційні моделі загальної ідентифікації стану організму людини та динамічної ідентифікації станів організму людини в мобільній медицині.

Важливим практичним результатом роботи стало розроблення та впровадження стратегії постійного моніторингу факторів ризику та конфаундерів, при цьому врахування динаміки інформативності ознак знизило кількість діагностичних помилок щонайменше на $(11,3 \pm 1,6) \%$. Практично доведено, що застосування парадигми сталих станів як комбінації незмінних фізіологічних показників дозволяє суттєво полегшити прогнозування результатів тренувального процесу в спортсменів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в діяльність ГО «Федерація біатлону України», санаторію «Квітка полонини» ТОВ «Сузір'я». Основні положення роботи використано в освітньому процесі кафедр ряду університетів України.

Отримані здобувачем результати мають теоретичне та практичне значення у вирішенні актуального завдання сучасної біологічної та медичної інформатики і кібернетики.

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 форумах. 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.

Оцінювання наукового рівня дисертації за змістом. Дисертаційна робота Шевченка Я. О. представлена результатами власних досліджень і відповідає вимогам МОН України. Робота викладена літературною українською мовою на 178 сторінках (основний текст подано на 136 сторінках), містить 16 рисунків, 4 таблиці, 4 додатки. Список використаних джерел включає 254 найменування, у тому числі 208 латиницею.

У **першому** розділі представлено дослідження теоретичних підходів до ідентифікації станів організму людини, що складається з питань процесів трансформації біомедицини та інформаційних технологій у практичній біомедицині; виявленні проблемних питань ідентифікації стану організму людини в мобільній медицині; визначені мінімізація обсягів досліджень стану людини та інформативності ознак, а також з'ясуванні особливостей технологій дистанційного управління інформацією в мобільній медицині.

Зроблено висновок про основну проблему мобільної медицини – розробку стратегії використання окремих ознак та/або показників у системних питаннях діагностики стану організму людини, на основі визначення сталих станів функціонування організму людини та можливих траєкторій переходів між ними. Дисертантом слушно підкреслено, що для своєчасного виявлення переходів необхідно забезпечити постійний моніторинг ознак функціонального стану організму.

Також показано, що серед трьох основних складових поняття технології мобільної медицини (методи, підходи/прийоми, технічні засоби їх реалізації) краще вивчені питання використання та впровадження в практику охорони здоров'я різноманітних технічних засобів. Тому наразі найважливішим та найскладнішим у завданнях мобільної медицини виявляється формалізація методів і прийомів ідентифікації станів організму людини та їх цифровізація.

У другому розділі «Дизайн дослідження» представлено інформаційні процеси, пов'язані з оцінюванням функціонального стану організму людини; надано технологічні підходи та описано математико-статистичні методи розв'язання завдань дисертаційного дослідження. Надано кількісну складову експериментальної частини дисертаційного дослідження. Описано запропоновану методику оцінювання сталості функціональних станів організму людини із використанням сучасних технологій доказової медицини. Підкреслено, що лише комплексний аналіз досліджуваного матеріалу з використанням показників валідності отриманих даних, математичної валідності та експертної валідності може забезпечити швидкий розвиток напрямку.

Третій розділ присвячено питанням оцінок інформативності для зменшення розмірності простору ознак та ідентифікації станів. Запропоновано інноваційний підхід використання показників ризику прогнозованих станів як універсального методу для встановлення інформативності ознак під час мобільного спостереження за станом організму людини. Автор роботи надає критичне розуміння використання переліку станів організму людини у формі послідовності токенів і вивчення кожної послідовності як прикладу деякої формальної мови. Грунтуючись на цих міркуваннях, цифрова модель вивчає представлення ознак у низьковимірному просторі, використовуючи кожен запис траєкторії людини як «речення». Оцінено ефективність алгоритмів діагностики стану. Результати показують, що при ретельному застосуванні алгоритм може досягти досить високих результатів у діагностиці та прогнозуванні станів організму людини. Проте в задачах конструювання нових приладів з'являються завдання не тільки моніторингу, але й алгоритми прийняття рішень про подальші дії (профілактика, лікування тощо).

Четвертий розділ присвячено ідентифікації станів організму людини. Здобувачем зроблено важливе зауваження про те, що дисперсійний характер показника можна вважати найкращим доказом того, що організм виходить зі стабільного стану та може переходити в новий, менш стабільний стан.

Представлено експериментальну перевірку цієї гіпотези, що полягає у вимірюванні величини реакції фізіологічно важливих показників на тестове навантаження при зовнішніх впливах на систему, визначенні дисперсії та ентропії. Підкреслено, що значення випробувального навантаження не повинно перевищувати допустимого діапазону, щоб викликана ним зміна контрольованого показника швидко відновилося після припинення випробувального впливу. Висловлена думка, що основний досліджуваний фактор відображає лише приблизну якість загальної статистичної моделі.

Запропоновано нове визначення сталого стану організму людини в завданнях моніторингу. Слід підкреслити, що для кожного стану організму людини наявність статистично ймовірного зв'язку з представниками кластеру була основою для початкового рішення. Підкреслено, що остаточне рішення слід приймати шляхом ітераційного порівняння обраних кривих.

Також представлено розроблені загальний алгоритм ідентифікації стану організму людини, що являється дієвим інструментом для практичної охорони здоров'я, та алгоритм динамічної ідентифікації станів організму людини в мобільній медицині.

У п'ятому розділі представлено практичні питання динамічної ідентифікації стану організму людини. Автором проведена кластеризація функціональних станів організму спортсменів під час підготовки до змагань. Отримані результати підтвердили гіпотезу про існування кількох сталих станів, визначення та інтерпретація змінення яких заради отримання якомога вищого результату ймовірна в разі гарантування відповідної тривалості моніторингу, а також персоналізованого оцінювання курсу змін. Результати використання моделі сталих станів надало можливість значно спростити вирішення завдання прогнозування результатів тренувального процесу в спортсменів.

Автором розроблено та представлено структуру сучасної мобільної медицини, проте бажано було б її детальніше описати в тексті дисертації.

Реалізуючи системний підхід при розкритті мети дослідження на завершення розділу надано результати ще однієї його складової, пов'язані

з розумінням і застосуванням лікарями понять і можливостей мобільної медицини у вигляді оцінювання знань лікарів за курсом «Інформаційні аспекти мобільної медицини». Досліджено ефективність мобільного навчання лікарів. Показано, що показники якості підготовки при мобільному навчанні мають тенденцію до зниження з $(88,8 \pm 5,3) \%$ до $(84,0 \pm 5,4) \%$ (цифрові відмінності в даних статистично не вірогідні, $p > 0,05$).

Кожен із розділів дисертації Шевченка Я. О. завершується висновками, що стисло висвітлюють його основні положення.

Висновки дисертаційної роботи складаються з 12 пунктів, що сформульовані відповідно до поставлених завдань, відображають основні наукові теоретичні та практичні результати. Практичні рекомендації мають чітку практичну спрямованість та можуть бути використані у роботі профільних спеціалістів.

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

Зауваження до дисертації.

У цілому позитивно оцінюючи результати дисертаційної роботи, при її аналізі було виявлено наступні недоліки:

1) дисертаційна робота є доволі системною працею, що вирішує значну кількість завдань, відповідно деякі з них висвітлено доволі стисло;

2) у п'ятому розділі гарно представлено нову сучасну структуру мобільної медицини (рис. 5.8). Бажано було б її детальніше описати в тексті дисертації.

Питання до автора дисертації у межах наукової дискусії:

1. Які Ви бачите ризики при використанні кількісних систем прийняття рішень із точки зору персоналізованої стратегії?

2. Поясніть, будь ласка, які індивідуальні відмінності виявили у спортсменів при обґрунтуванні механізму виникнення стійких станів?

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 – створення концептуальної основи динамічної ідентифікації станів організму людини для підвищення ефективності мобільної медицини.

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 і значимістю практичних результатів, а також оволодінням здобувачем методологією наукової діяльності дисертаційна робота повністю відповідає встановленим вимогам. Методи, використані автором в дослідженні, актуальні. Наукові положення, висновки, рекомендації, що сформульовані в дисертації, отримані на достовірних матеріалах. Використані в роботі математико-статистичні методи адекватні.

Отже, 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, а її автор Шевченко Я. О. заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія (наукова спеціальність – Біологічна та медична інформатика і кібернетика).

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри медичної інформатики
Тернопільського національного медичного
університету імені І. Я. Горбачевського
Міністерства охорони здоров'я України
доктор біологічних наук, професор



Д. В. Вакуленко