

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора біологічних наук професора  
**Коробейнікова Георгія Валерійовича** 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»

### Ступінь актуальності обраної теми.

Інформаційні технології істотно вдосконалюють роботу системи охорони здоров'я, являються важливою сполучною ланкою в міждисциплінарних і трансдисциплінарних дослідженнях. Крім того інформаційні технології сприяють доступності медичних послуг для населення та впливають на зростання ефективності надання медичної допомоги. Світовий досвід розроблення та застосування інформаційних технологій (ІТ), в тому числі в медицині, свідчить про необмежений потенціал можливості у вирішуванні соціальних завдань суспільства. Вже сьогодні широко впроваджуються різноманітні технологічні розробки: робототехніка, комп'ютерний моніторинговий нагляд за організмом людини, телемедицина, мобільна медицина, системи доповненої реальності, штучний інтелект. Подальше впровадження інформаційних технологій пов'язано із розробленням кількісних оцінок стану здоров'я, створення магістральних шляхів підвищення об'єктивності кількісного та якісного оцінювання стану здоров'я, запровадження індивідуалізованого (персоналізованого) підходу на основі використання шкал інтегральних критеріїв стану здоров'я пацієнтів.

Особливої уваги заслуговує динамічна ідентифікація показників життєдіяльності людини. Її основою має стати моніторинг показників стану організму людини, коли завдяки персоналізації та типізації оцінок динаміки з'явилася можливість допомогти лікарю-спеціалісту в прийнятті рішень про поточний стан організму людини в режимі реального часу. В такий спосіб можна забезпечити інформаційну підтримку в обробленні діагностичної інформації та надати прогностичні відомості, важливі для обґрунтування

методів спрямованої терапії. Усе це може сприяти позитивному результату надання медичної допомоги.

Виходячи з вищезгаданого, дисертаційна робота Шевченка Я. О. «Технологічні аспекти динамічної ідентифікації станів людини в задачах мобільної медицини» є актуальним та своєчасним дослідженням на стику завдань галузей біології та охорони здоров'я. Представлена дисертація є одним із перших в Україні комплексним дослідженням по створенню концептуальної основи динамічної ідентифікації станів організму людини для підвищення ефективності мобільної медицини.

**Зв'язок роботи з науковими темами та планами.** За обсягом, об'єктом і методами дослідження дисертація відповідає профілю спеціальності 091 Біологія у галузі знань 09 Біологія та наукової спеціальності «Біологічна та медична інформатика і кібернетика».

Дисертаційна робота виконана у відповідності до плану 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.**

У дисертаційній роботі використано адекватні та сучасні методи дослідження, враховуючи статистичну обробку результатів дослідження. Дисертантом застосовано системний метод, методи математичного й інформаційного моделювання, структурно-логічний аналіз, статистичні методи, кореляційний і факторний аналізи; таксономії та кластеризації; теорії



ймовірностей; соціологічні методи (опитування та анкетування), експертних оцінок. Здійснено обчислення показників центральної тенденції, а також виокремлювалися відповідні кластери через методи одиничного зв'язку, Уорда тощо.

Оснoву експериментальної частини роботи складають результати обстежень 510 відпочиваючих (пацієнтів) у санаторії «Квітка полонини» для визначення інформативності ознак у динамічних процесах оцінювання стану організму людини та ефективності їх застосування з метою покращання процесів диференціальної діагностики. Проведено більше 700 людино-досліджень для аналізу індивідуальних ознак динамічної ідентифікації спортсменів-біатлоністів та їхні середньо-групові дані, а також дані тренувань та динаміки ЧСС у 7 чоловіків і 7 жінок, основного складу збірної команди України з біатлону для визначення множин сталих станів функціонування організму спортсмена та кластеризації функціональних станів організму. Для визначення ефективності навчання лікарів принципам мобільної медицини проведено 77 спостережень.

Робота виконана на високому методичному та методологічному рівні. Стратегія аналізу матеріалів дослідження узгоджувалася з класичними твердженнями доказової медицини. Математичне оброблення даних здійснювалось із застосуванням сучасних пакетів прикладних програм: Statistica 10 (ліцензія № STA999K347156-W), Microsoft Excel 2016, Statgraphics for Windows.

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.

**Наукова новизна представлених теоретичних і практичних результатів дослідження.**

Дисертантом вперше в Україні запропоновано систему персоналізованого прийняття рішень у мобільній медицині та створено її сучасну технологічну структуру; розвинуто представлення класифікації мобільних пристроїв, їх місце в структурі мобільної медицини.

Встановлено наявність сталих станів організму людини відмінних від стану «норми» та можливі траєкторії переходу між ними. Зроблено низьку важливих висновків стосовно мобільного спостереження за станом організму людини, в тому числі при різних видах навантаження: доведена необхідність застосування інформативності ознак, як змінної величини, а також набір підходів для їх комплексного оцінювання при онлайн діагностиці стану організму людини. Для визначення інформативності ознак запропоновано користуватися показниками ризику прогнозованих станів як універсальним методом. Автором 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. Також обґрунтовано критерії ідентифікації стану організму людини для прийняття рішень і показана необхідність урахування конфаундерів для персоналізованого прийняття рішень.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Запропоновано принципи індивідуалізації діагностичної, лікувальної, а також корекційної стратегії станів організму людини. Доведено, що тільки за наявності певного обсягу інформації про стани організму можна досягти запланованого результату. При сталому стані організму та незначному відхиленні достатньо декількох показників (зазвичай не більше 2-3). Показано, що використання стратегії постійного моніторингу факторів ризику та конфаундерів, урахування динаміки інформативності ознак знижують кількість діагностичних помилок щонайменше на  $(11,3 \pm 1,6) \%$ .



Проведена кластеризація функціонального стану організму спортсменів в процесі змагальної діяльності підтвердила гіпотезу про існування декількох сталих станів. Переважна кількість методів автоматичної кластеризації станів у спортсменів забезпечують близькі результати, а стійкість сталих станів виявляється досить великою, про що свідчить невеликий розкид даних. Використання моделі сталих станів дає змогу значно спростити вирішення завдання прогнозування результатів тренувального процесу в спортсменів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в діяльність ГО «Федерація біатлону України», санаторію «Квітка полонини» ТОВ «Сузір'я», що супроводжено відповідними актами. Основні положення роботи використано в освітньому процесі кафедри інформатики, інформаційних технологій і трансдисциплінарного навчання НУОЗ України імені П. Л. Шупика, кафедри фізичної реабілітації ДВНЗ «Ужгородський національний університет», кафедри медичної та фармацевтичної інформатики та ІТ Запорізького державного медичного університету, кафедри біомедичної інженерії ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет».

**Повнота викладу в наукових публікаціях , зарахованих за темою дисертації.**

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.

**Оцінювання дисертаційної роботи за змістом.**

Дисертаційна робота є теоретико-експериментальним власним дослідженням 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. Матеріал викладено чітко та зрозуміло, зміст вступу відповідає встановленим вимогам.

**Перший** розділ присвячено дослідженню теоретичних підходів до ідентифікації станів організму людини. Показано роль інформаційних технологій у між- і трансдисциплінарних взаємодіях галузей біології та охорони здоров'я. Розвиток ІТ забезпечив створення нового підходу до надання медичної допомоги, що отримав назву інтрамуральної (комплексної) медицини. Персоналізація та постійний моніторинг стану організму людини визначають нове «середовище її існування», що характеризується не тільки постійним відстеженням стану, але його кількісним оцінюванням, прогнозуванням значень життєво важливих фізіологічних параметрів. Звідси і бере початок розвиток mHealth – області електронної охорони здоров'я (e-Health), що включає медичне обслуговування (моніторинг, профілактика захворювань, діагностика тощо) з використанням мобільних пристроїв і бездротових технологій передавання даних. Зауважено, що характерною особливістю сучасних мікроелектронних технологій відображається у конструюванні нових приладів та пошуку можливостей удосконалення моніторингу та оптимізації алгоритму прийняття рішень. Проте без коректної інтерпретації вся інформація позбавлена сенсу. Тому дисертантом актуалізується одна із основних проблем технології мобільної медицини - формалізація методів і прийомів ідентифікації станів організму людини та їх цифровізація.



У другому розділі детально описано інформаційні процеси, пов'язані із оцінюванням функціонального стану організму людини. Представлено дизайн дослідження, технологічні підходи та математико-статистичні методи розв'язання завдань дисертаційного дослідження. Сформульовано методику оцінювання сталості функціональних станів організму людини із використанням сучасних технологій доказової медицини. Наведено кількісну складову дисертаційного дослідження за напрямками досліджень.

У третьому розділі «Оцінки інформативності для зменшення розмірності простору ознак та ідентифікації станів» представлено вдало проведений аналіз інформативності ознак для визначення функціонального стану організму людини. Для визначення значення ознаки в класі явищ автор вводить поняття інтегральної діагностичної цінності ознаки для класу різних станів людини, що повинна дорівнювати математичному прогнозуванню діагностичної цінності ознаки для певних станів. Показано, що для кожної комбінації станів людини потрібно окремо знаходити інформативність ознаки. Нульова гіпотеза при проведенні частини дослідження про визначення інформативності така: очікуване значення матриці кореляційного співвідношення має рівні недіагональні елементи.

Розглянуто особливості розпізнавання станів у мобільній медицині. Для оцінювання інформативності ознак для переходу між двома станами людини в роботі використано формули Кульбака та Шеннона. Здобувачем влучно рекомендовано використовувати показники ризику прогнозованих станів як універсальний метод із метою встановлення інформативності ознак під час мобільного спостереження за станом організму людини.

Сформовано ключове розуміння, що переліки станів організму людини слід розглядати як послідовність маркерів і вивчати кожну послідовність як приклад деякої формалізованої мови. Відповідно цифрова модель вивчає представлення ознак у маловимірному просторі, використовуючи кожний запис про траєкторію людини як «речення».

Дисертантом доведено, що впровадження аналізу інформативності

діагностичних ознак не тільки дозволяє скоротити їх кількість, але й більш адекватно відобразити зміни, що проходять в організмі людини. Фактично стає можливим отримання нового знання з емпіричних даних, що в свою чергу, сприяє скороченню строків діагностичного періоду.

**Четвертий** розділ «Ідентифікація станів організму людини» присвячено концептуалізації та обґрунтуванню методологічного підходу до ідентифікації станів організму людини, кількісному оцінюванню фізіологічних взаємодій показників. Дисертантом висловлено важливу думку, що перехід біологічної системи з одного стійкого стану в інший практично завжди відбувається через деякі нестійкі стаціонарні стани. Запропонована експериментальна перевірка гіпотези, що полягала у вимірюванні величини відгуку фізіологічно значущого показника на тестове навантаження під час наростання зовнішнього впливу на систему, визначення дисперсії й ентропії.

Запропоновано нове визначення сталого стану організму людини в завданнях моніторингу. Представлено розроблені та впроваджені: загальний алгоритм ідентифікації стану організму людини, що є дієвим інструментом для практичної охорони здоров'я та алгоритм динамічної ідентифікації станів організму людини в мобільній медицині. Описано 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.

**П'ятий** розділ присвячено практичним питанням динамічної ідентифікації стану організму людини. Дисертантом пропонується змінити підхід до аналізу в процесах інтегрального оцінювання стану людини з фіксації показників на дослідження динамічних перемінних, що дозволяє виявити індивідуальні варіації реакції на фізіологічні навантаження.

Автором чітко сформульовані та досягнуті завдання цієї частини дослідження, зокрема встановлення кластерів стабільних фізіологічних станів спортсменів-біатлоністів, їх повторюваності, взаємозв'язку з фізіологічними показниками, а також встановлення факторів, що негативно впливають на



вчасне корегування їх функціональних станів.

Показано, що використання парадигми сталих станів (як комбінації значень фізіологічних показників, що утворюються під час неекстремальних впливів зовнішніх чинників), дає змогу значно спростити вирішення завдання прогнозування результатів тренувального процесу в спортсменів.

Поєднавши власні розробки з раніше зробленими пропозиціями розроблена та представлена структура сучасної мобільної медицини.

Враховуючи системний підхід дисертанта до досягнення сформульованої мети надано результати частини роботи, пов'язані з дослідженням ефективності мобільного навчання лікарів при навчанні за напрямом «Інформаційні аспекти мобільної медицини».

Кожен із розділів дисертації Шевченка Я. О. закінчується висновками, що стисло висвітлюють основні положення та посиланням на власні публікації.

Висновки дисертації відповідають поставленим завданням дослідження, закономірно випливають із проведених досліджень та відображають основні результати дисертаційної роботи. Надані рекомендації мають суттєве значення, підтверджуються документами, що засвідчують проведення таких досліджень, конкретні та можуть бути використані в роботі профільних спеціалістів.

Дисертаційна робота написана грамотно та доступно, ілюстрована достатньою кількістю рисунків і таблиць.

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

#### **Зауваження до дисертації.**

У роботі є незначні стилістичні та орфографічні помилки; в деяких випадках не зовсім коректне вживання термінів, що, проте, жодною мірою не знижують наукової цінності дослідження та суттєво не впливають на загальне позитивне враження від нього. Принципових зауважень за результатами рецензування дисертації немає. Разом із тим хотілося б отримати від дисертанта відповідь на декілька запитань.

### **Питання до автора дисертації в межах наукової дискусії:**

1. Які Ви бачите переваги та недоліки в методиці кластерного аналізу показників функціонального стану організму спортсменів відповідно до протоколу тестування на тредмілі в лабораторії спортивної медицини ?

2. Показники якості підготовки при мобільному навчанні мають тенденцію до зниження. Які перспективи подальшого удосконалення методів мобільного навчання Ви бачите?

3. Для обґрунтування концепції сталого стану організму людини автор застосував теорію інформації та теорію імовірності. Однак, виникає питання стосовно сталого стану як результат адаптаційних процесів організму людини. Нам здається що як би автор застосував теорію функціональних систем, теоретичне обґрунтування отриманих результатів було б більш повним.

### **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).

**ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ:**

**Професор кафедри спортивних  
єдиноборств та силових видів спорту  
Національного університету фізичного  
виховання і спорту України  
доктор біологічних наук, професор**



**Коробейніков Г. В.**

**Підпис Коробейнікова Г.В. засвідчую  
Перший проректор з науково-  
педагогічної роботи  
Національного університету фізичного  
виховання і спорту України,  
доктор наук з фізичного виховання і спорту,  
професор**

**Дутчак М.В.**