

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Цапенка Валентина Валентиновича

на тему «Вдосконалення бароподометричного методу визначення
біомеханічних параметрів стопи»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування

за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Цапенка Валентина Валентиновича присвячена розширенню функціональних можливостей бароподометричного методу визначення біомеханічних параметрів стопи шляхом комбінованого оцінювання опорно-ресорних властивостей стопи та циклу кроку для підвищення інформативності вимірювань. Актуальність даного дослідження визначається необхідністю удосконалення методів вимірювань у сфері біомеханіки стопи, з метою точного визначення та моніторингу функціональних параметрів стопи, як частини опорно-ресорного апарату. Статистичні дані свідчать про широке розповсюдження різних порушень та захворювань, пов'язаних із стопою. Наприклад, більше 75% населення стикається з певними формами плоскостопості та болю в області стопи. Порушення біомеханіки стопи також часто спостерігаються серед осіб хворих цукровим діабетом, де понад 60% розвивають діабетичну нейропатію, що впливає на структуру та функції стопи. Існуючі методи вимірювань, включаючи бароподометрію, виявляють обмеження у точності та можливостях врахування різних аспектів біомеханічної динаміки стопи. Попередні наукові дослідження, здебільшого, фокусувалися на статичних показниках, тоді як динамічні аспекти та вплив різних факторів на опорно-ресорні властивості стопи залишаються недостатньо дослідженими. Таким чином, вдосконалення бароподометричного методу є критичним для подальшого розвитку точних та всебічних методів визначення біомеханічних параметрів стопи. Дослідження, яке б враховувало як статичні, так і динамічні компоненти, а також взаємозв'язки опорно-ресорних властивостей стопи, буде важливим кроком у напрямку забезпечення більш точного розуміння та ефективного управління функціональними аспектами стопи, що впливає на якість життя та здоров'я пацієнтів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: вдосконалено бароподометричний метод визначення біомеханічних параметрів стопи, за допомогою комбінованого оцінювання взаємозв'язку опорної та ресорної функцій стопи в статичних і динамічних положеннях. Це дозволяє враховувати їх вплив на параметри деформації стопи, що становить значний крок у покращенні точності та комплексності вимірювань. Також, в ході виконання дисертаційного дослідження вперше розроблено математичні моделі для визначення взаємозв'язку динамічного модуля пружності з коефіцієнтом перенавантаження та статичним модулем пружності. Це дозволяє ідентифікувати тип порушення функцій стопи, що є важливим внеском у розуміння біомеханічних характеристик стопи та покращення діагностики порушень опорно-рухової системи.

Обґрунтованість наукових результатів дисертації підтверджується ретельним біомеханічним аналізом опорно-ресорних параметрів стопи, де акцентується увага на важливості врахування динамічних навантажень під час руху. Вперше запропонована нова біомеханічна модель, що ілюструє чутливість до асиметричних навантажень та їх вплив на опорно-ресорні властивості стопи. Методика біомеханічного аналізу стопи розроблена та успішно випробувана експериментально на групах середнього шкільного віку. Результати дослідження вказують на зменшення сили поштовху в експериментальних групах, особливо в передньому і задньому відділах стопи при збільшенні швидкості та довжини кроку. Детальний аналіз опорних динамічних реакцій підтверджує неправильний розподіл навантаження. Використання методу дисперсійного аналізу підкреслює, що критерії опорної сили можуть служити інтегральним діагностичним показником деформацій стопи. Завдяки узагальненій біомеханічній моделі вивчено пружні характеристики стопи, встановлено їхній взаємозв'язок з опорними та розроблено математичні моделі опорно-ресорних властивостей для різних груп. Отримані результати та розрахунки біомеханічних параметрів враховують невизначеність згідно міжнародних стандартів, забезпечуючи цілісність та надійність дослідження.

Про достовірність отриманих результатів свідчить узгодженість результатів теоретичних та експериментальних досліджень, використання методів статистичного аналізу для обробки експериментально отриманих просторово-часових параметрів стопи та тиску, а також застосування положень теорії невизначеності вимірювань для оцінювання результатів дослідження біомеханічних параметрів стопи.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів КПІ ім. Ігоря Сікорського згідно ініціативної науково-дослідної роботи ВП/МПС – 1/2018 Комплексна біометрична система вимірювання та контролю біомеханічних параметрів стопи (д/р № 0118U004676 від 16.05.2018 р). під керівництвом доцента кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів КПІ ім. Ігоря Сікорського, к.т.н., доц., Терещенка Миколи Федоровича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання вдосконалення бароподометричного методу визначення біомеханічних параметрів стопи шляхом комбінованого вимірювання опорно-ресорних властивостей стопи та складових циклу кроку виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Цапенка В.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Цапенка Валентина Валентиновича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

В роботі систематизовано значний обсяг наукових знань і емпіричних даних. Структура роботи логічно відповідає темі дослідження. В дослідженні проведено групування викладеного матеріалу з урахуванням специфіки наукового напрямку.

Дисертація складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 165 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено зв'язок роботи з науковою програмою, описана мета та завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, а також наукова та

практична новизна отриманих результатів. Описано особистий внесок здобувача та наведено наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел з дослідження існуючих проблем вимірювання біомеханічних параметрів стопи, проведено огляд сучасних методів дослідження. Особливу увагу приділено бароподометричному методу, як ключовому у сфері вивчення біомеханіки ходи та стану опорно-рухової системи. Визначено конкретні критерії для системи проведення інструментального аналізу та зібрано вимірювальний стенд, подано його структурну схему та описано технічні параметри. Запропоновано загальну методику проведення експериментальних досліджень визначення біомеханічних параметрів стопи.

У другому розділі виконано аналіз циклу кроку, визначено його ключові етапи у відсотковому співвідношенні. Проведено докладний аналіз пружних та опорних характеристик стопи, що дало змогу ретельно обґрунтувати критерії для оцінки як опорної функції (з урахуванням короткочасних ударних навантажень), так і ресорної функції (з урахуванням статичного та динамічного модуля пружності). Результатом є нова біомеханічна модель для комплексного аналізу впливу різноманітних навантажень на функціональний стан стопи та нова методика біомеханічного аналізу, що сприяють більш глибокому розумінню біомеханічних параметрів стопи та її реакції на різні види фізичних навантажень.

У третьому розділі запропоновано аналітичні принципи вдосконаленого бароподометричного методу для визначення біомеханічних параметрів стопи. Ці принципи ґрунтуються на оцінці критеріїв пружних та опорних характеристик, що дозволяє комплексно визначити опорно-ресорні параметри стопи за допомогою коефіцієнта перенавантаження. З використанням вимірювального стенду за запропонованим методом проведено експериментальні дослідження опорно-ресорних властивостей стопи. Визначено основні біомеханічні параметри та критерії опорних характеристик стопи. Проведено статистичну обробку отриманих експериментальних даних та розроблено математичні моделі, які розкривають взаємозв'язок динамічного модуля пружності з коефіцієнтом перенавантаження та статичним. Оцінені невизначеності вимірювання біомеханічних параметрів стопи, а також визначені довірчі інтервали для прогнозованих значень математичних моделей. Розроблено методику контролю ефекту розвантаження стопи в процесі ортезування.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 27 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 4 патенти України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 16 наукових фахових конференціях.

За ступенем новизни, обґрунтованістю і достовірністю результатів, повнотою їх викладення в опублікованих здобувачем наукових працях, робота має високе науково-прикладне значення. В усіх наукових публікаціях здобувачем дотримано принципи академічної доброчесності. Основна частина результатів представлена здобувачем особисто на вітчизняних та міжнародних науково-практичних конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В підрозділі 1.4 не розписано технічні аспекти побудови вимірювального стенда – параметри, марки тензосенсорів, модулі, блоки, складові.

2. В третьому розділі доцільно було б посилання на досить широкі експериментальні дослідження Афанасьєва та порівняння з власними дослідженнями.

3. В третьому розділі є згадування відомих формул щодо статистичного аналізу даних їх краще прибрати та надавати виключно посилання на довідники.

4. Наявність у тексті роботи пунктуаційних та орфографічних помилок.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Цапенка Валентина Валентиновича на тему «Вдосконалення бароподометричного методу визначення біомеханічних параметрів стопи» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування.

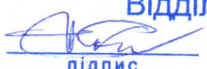
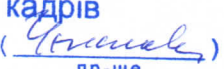
Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Цапенко Валентин Валентинович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Рецензент:

доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів, КПП ім. Ігоря Сікорського
К.Т.Н., С.Н.С.



Підпис гр. <u>Тетяна КЛЮЧКО</u>	
ЗАСВІДЧУЮ	
Відділ кадрів	
 підпис	 пр-ще



« 23 » січня 20 24 року