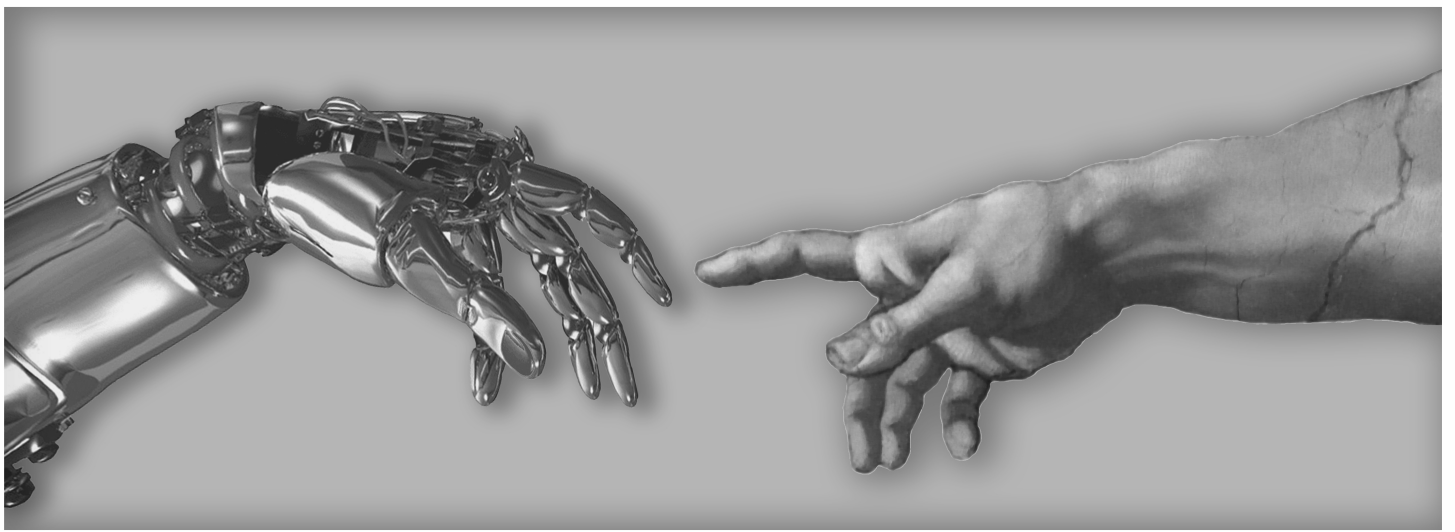


# MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ



PROCEEDINGS OF THE 5<sup>th</sup> INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND TECHNICAL CONFERENCE  
MAY 06-08, 2026

МАТЕРІАЛИ V МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
06-08 ТРАВНЯ 2026 РОКУ

Odesa, Ukraine / Одеса, Україна  
2026

Ministry of Education  
and Science of Ukraine  
Odesa Polytechnic National University  
Institute of Medical Engineering

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Одеська політехніка»  
Навчально-науковий інститут  
медичної інженерії

# MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

PROCEEDINGS OF THE 5<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE

MAY 06-08, 2026  
Odesa, Ukraine

# СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

МАТЕРІАЛИ V МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

6-8 ТРАВНЯ 2026 РОКУ  
м. Одеса, Україна

*Under the general editorship of  
I. Prokopovich, N. Manicheva*

*Під загальною редакцією  
І. Прокопович, Н. Манічева*

Odesa  
«Ecologiya»  
2026

Under auspice of the  
Social Organization “All Ukrainian Society of Biomedical Engineers and Technologists”  
За сприяння  
Громадської організації «Всеукраїнська асоціація біомедичних інженерів і технологів»

CONFERENCE  
ORGANIZING COMMITTEE:

*Oborskyi H.* (Ukraine) – Organizing Committee Chairman  
*Prokopovych I.* (Ukraine) – Organizing Committee  
Deputy Chairman  
*Titova N.* (Ukraine) – Organizing Committee  
Deputy Chairman  
*Manicheva N.* (Ukraine) – Organizing Committee  
Deputy Chairman

INTERNATIONAL  
PROGRAM COMMITTEE:

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Avrunin O.</i> (Ukraine)       | <i>Shlykov V.</i> (Ukraine)     |
| <i>Azarkhov O.</i> (Ukraine)      | <i>Storchun E.</i> (Ukraine)    |
| <i>Diadiura K.</i> (Ukraine)      | <i>Suchkov H.</i> (Ukraine)     |
| <i>Filatova A.</i> (Ukraine)      | <i>Sukhodub L.</i> (Ukraine)    |
| <i>Galkin A.</i> (Ukraine)        | <i>Sydorenko I.</i> (Ukraine)   |
| <i>Khudetskyi I.</i> (Ukraine)    | <i>Timchuk S.</i> (Ukraine)     |
| <i>Kovalenko O.</i> (Ukraine)     | <i>Vassilenko V.</i> (Portugal) |
| <i>Levashenko V.</i> (Slovakia)   | <i>Vysotska O.</i> (Ukraine)    |
| <i>Liashenko A.</i> (Ukraine)     | <i>Wójcik W.</i> (Poland)       |
| <i>Mamyrbayev O.</i> (Kazakhstan) | <i>Yavorska E.</i> (Ukraine)    |
| <i>Maksymenko V.</i> (Ukraine)    | <i>Yavorsky B.</i> (Ukraine)    |
| <i>Pavlov S.</i> (Ukraine)        | <i>Zaitseva E.</i> (Slovakia)   |

Recommended for publication by the Academic Council of Odesa  
Polytechnic National University, Minutes No. 18 dated May 13, 2026

*The authors are responsible for the uniqueness of the text of the  
materials and compliance with the requirements of academic integrity*

Free online access to printed materials at:

<https://drive.google.com/drive/u/3/folders/124-7xUMONfLFS2TB0ZiHBSScLI5COal>

ОРГКОМІТЕТ  
КОНФЕРЕНЦІЇ:

*Оборський Г.О.* (Україна) – голова оргкомітету  
*Прокопович І.В.* (Україна) – заступник  
голови оргкомітету  
*Тітова Н.В.* (Україна) – заступник  
голови оргкомітету  
*Манічева Н.В.* (Україна) – заступник  
голови оргкомітету

МІЖНАРОДНИЙ  
ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ:

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Аврунін О.Г.</i> (Україна)     | <i>Максименко В.Б.</i> (Україна) |
| <i>Азархов О.Ю.</i> (Україна)     | <i>Павлов С.В.</i> (Україна)     |
| <i>Вассіленко В.</i> (Португалія) | <i>Сідоренко І.І.</i> (Україна)  |
| <i>Висоцька О.В.</i> (Україна)    | <i>Сторчун Є.В.</i> (Україна)    |
| <i>Вуйцік В.</i> (Польща)         | <i>Суходуб Л.Ф.</i> (Україна)    |
| <i>Галкін О.Ю.</i> (Україна)      | <i>Сучков Г.М.</i> (Україна)     |
| <i>Дядюра К.О.</i> (Україна)      | <i>Тимчук С.В.</i> (Україна)     |
| <i>Зайцева О.</i> (Словаччина)    | <i>Філатова Г.Є.</i> (Україна)   |
| <i>Коваленко О.С.</i> (Україна)   | <i>Худецький І.Ю.</i> (Україна)  |
| <i>Левашенко В.</i> (Словаччина)  | <i>Шликов В.В.</i> (Україна)     |
| <i>Ляшенко А.В.</i> (Україна)     | <i>Яворська Є.Б.</i> (Україна)   |
| <i>Мамірбаєв О.</i> (Казахстан)   | <i>Яворський Б.І.</i> (Україна)  |

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Національного університету «Одеська політехніка»,  
протокол № 18 від 13 травня 2026 року

*Автори несуть відповідальність за унікальність тексту  
матеріалів та відповідність вимогам академічної доброчесності*

Комп'ютерна версія опублікованих матеріалів за адресою:

M78 **Modern technologies of biomedical engineering : proceedings of the 5-th international scientific and technical conference (May 06–08, 2026, Odesa, Ukraine) =** Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції (6–8 травня 2026 р., м. Одеса, Україна) / Under the gen. ed. of I. Prokopovich, N. Manicheva ; Ministry of Education and Science of Ukraine ; Odesa Polytechnic National University ; Institute of Medical Engineering. — Odesa : Ecologiya, 2026. — 268 с.

ISBN 978-617-8420-43-7

The collected volume of scientific reports presented at the international scientific and technical conference is a scientific and practical publication that contains scientific articles by students, graduate students, candidates and doctors of sciences, teachers, researchers, scientists and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries, and beyond. The topics of reports are very diverse and cover many topical problems of modern fundamental sciences related to biomedical engineering. Based on the relevance of the topics and the high level of the presented reports, the conference materials should be recommended to the relevant organizations of the countries for use and implementation of research results in the field of biomedical engineering and informatics.

UDC 615.47:616-89

Збірник наукових доповідей міжнародної науково-технічної конференції є науково-практичним виданням, яке містить наукові статті студентів, аспірантів, кандидатів та докторів наук, викладачів, науковців та практиків з різних країн та регіонів України. Тематика доповідей дуже різноманітна та охоплює багато актуальних проблем сучасних фундаментальних наук, пов'язаних з біомедичною інженерією. Виходячи з актуальності тематик і високий рівень представлених доповідей, матеріали конференції доцільно рекомендувати відповідним організаціям для використання та впровадження результатів досліджень в практичну та наукову діяльність.

ISBN 978-617-8420-43-7

© Odesa Polytechnic National University, Institute of Medical  
Engineering, 2026

© Social Organization “All Ukrainian Society of Biomedical Engineers  
and Technologists”, 2026

**Марко АНДРУЩЕНКО**, аспірант,  
**Карина СЕЛІВАНОВА**, к.т.н, доц.  
Національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна, e-mail: marko.andrushchenko@nure.ua

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ МОТОРИКИ ПАЛЬЦІВ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

**Анотація.** У роботі представлено результати емпіричного дослідження точності визначення відстані до руки за допомогою TrueDepth-камери iPhone 15 у контексті автоматизованого аналізу тесту FTT (Finger Tapping Test). Запропоновано модифіковану методику обчислення глибини за областю долоні замість кінчиків пальців, що значно знижує похибку при вимірюванні дистанції. Експериментально встановлено робочий діапазон сенсора (30...45 см) із міліметровою точністю та виявлено деградацію точності за межами 25...100 см. Отримані результати формують основу для стандартизації протоколу виконання FTT на мобільних пристроях із сенсором глибини.

**Ключові слова:** Finger Tapping Test, TrueDepth, Apple Vision Framework, калібрування глибини, хвороба Паркінсона, мобільна діагностика, діагностика брадикінезії

### Актуальність дослідження

Тест на швидкість стискання пальців (Finger Tapping Test, FTT) є стандартним інструментом оцінки дрібної моторики в клінічній неврології. У шкалі MDS-UPDRS він використовується для кількісної характеристики брадикінезії при хворобі Паркінсона, в ньому лікар оцінює швидкість, амплітуду та ритмічність повторюваних зімкнень великого та вказівного пальців [1, 2]. Традиційна візуальна оцінка обмежена суб'єктивністю та грубою шкалою (0 – 4 бали), що стимулює розробку автоматизованих систем на базі комп'ютерного зору [3].

У попередній роботі [4][5] нами запропоновано систему автоматизованого аналізу FTT на базі Apple Vision Framework, яка обчислює ключові метрики (TPS, CV, амплітуду, декремент) у реальному часі на мобільному пристрої. Для переходу від піксельних координат до метричних величин амплітуди використовується TrueDepth-камера iPhone, яка надає дані глибини для корекції відносної відстані між пальцями під час проведення тесту. Однак межі робочого діапазону сенсора глибини для даної задачі не були систематично досліджені, що залишає відкритим питання надійності метричної корекції.

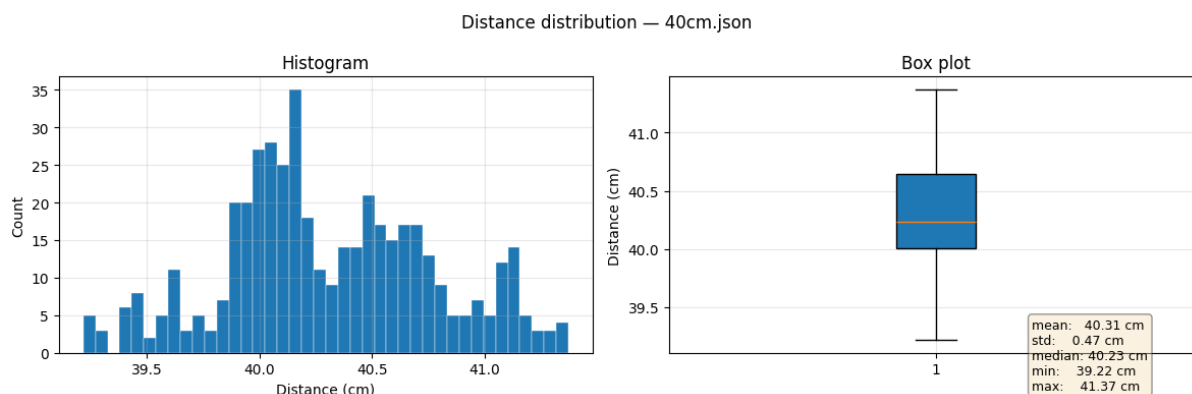
**Мета дослідження:** емпіричне визначення допустимого діапазону відстаней від камери до руки, в якому TrueDepth-сенсор забезпечує точність, достатню для коректного обчислення метричної амплітуди тесту, а також валідація модифікованої методики визначення глибини за областю долоні.

### Основні матеріали досліджень

Дослідження проведено на пристрої iPhone 15 (чіпсет A16, TrueDepth-камера). Відстань від камери до руки визначається за допомогою вбудованого сенсора глибини. У попередній реалізації [4] значення глибини обчислювалось як середнє глибини в областях інтересу навколо кінчиків великого та вказівного пальців. Даний метод вносив додаткову похибку, оскільки координати кінчиків пальців змінюються під час проведення тесту, а площа їх проекції на карту глибини є малою та нестабільною. У поточній роботі методику змінено, тепер глибина визначається за областю долоні (landmark wrist), яка залишається відносно нерухомою під час виконання тесту та має значно більшу площу ніж кінцівка пальця. Це дозволяє отримувати стабільне значення глибини з набагато менш зашумленої області, суттєво знижуючи дисперсію відстані між кадрами.

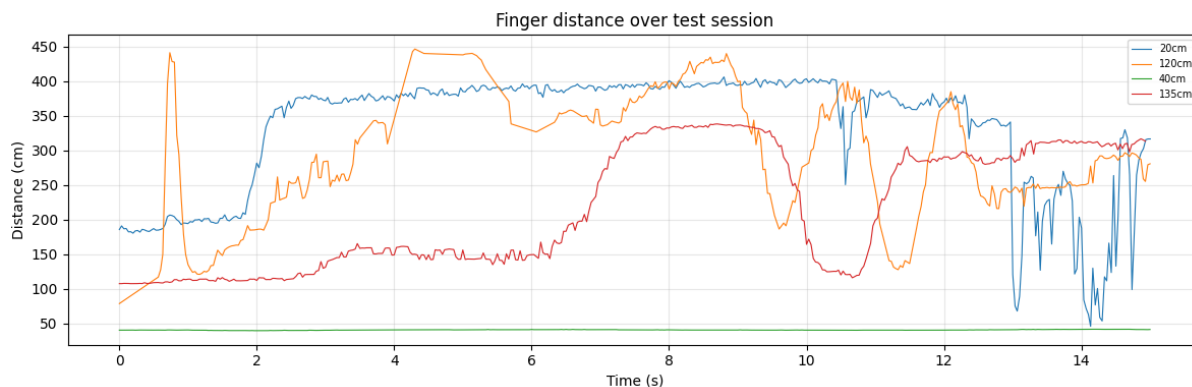
### Результати

На відстані 40 см сенсор демонструє високу стабільність та точність, виміряні значення знаходяться в діапазоні 39,2...41,3 см при реальній відстані 40 см. Розподіл обумовлений випадковими рухами руки, утримуваної без опори і частково похибкою сенсора, але динаміка сигналу є плавною та відтворює природне коливання кінцівки. Фактична точність визначення глибини на цій дистанції становить кілька міліметрів (рис. 1).



**Рис. 1.** Розподіл зафіксованої дистанції на відстані 40 см від камери

Емпіричним шляхом було визначено робочий діапазон сенсору глибини, за межами якого дані перестають мати значення. На відстані 20 см сенсор видає похибку в ~190...200 см із різними стрибками, що свідчить про некоректну роботу алгоритмів реконструкції глибини в ближній зоні. На відстанях більше 100 см виміряні значення демонструють значний шум, нестабільність та систематичне відхилення від реальної дистанції, з амплітудою коливань до 100...200 см (рис. 2), що можна пояснити ослабленням відбитого ІЧ-сигналу та зниженням просторового розділення патерну. Будова сенсора обумовлює найбільшу чутливість чітко по середині оскільки там найменше радіальне викривлення.



**Рис. 2.** Порівняльний графік реєстрації дистанції на різних відстанях

Таким чином, експериментально встановлено робочий діапазон TrueDepth-сенсора для задачі визначення відстані до руки – від 25 до 100 см. Оптимальна зона з мінімальним шумом – 30...45 см, що узгоджується з типовою відстанню використання смартфона та забезпечує комфортну позу при виконанні тесту.

### Висновки

Емпірично підтверджено, що TrueDepth-камера iPhone 15 забезпечує міліметрову точність визначення відстані до руки в діапазоні 30...45 см, що є достатнім для метричної корекції амплітуди при проведенні FTT тесту. Модифікована методика обчислення глибини за областю долоні замість кінчиків пальців дозволяє суттєво знизити шум вимірювань під час виконання тесту. За межами діапазону 25...100 см точність різко деградує, що робить результати непридатними для кількісного аналізу. Встановлений робочий діапазон є необхідною умовою для коректної роботи системи та має бути реалізований у вигляді програмного обмеження з попередженням користувача. Результати створюють основу для стандартизації протоколу виконання FTT на мобільних пристроях із TrueDepth-сенсором.

### Література

1. Hallett M. Overview of human tremor physiology. *Mov. Disord.*, vol. 13, suppl. 3, pp. 43–48, 1998. <https://doi.org/10.1002/mds.870131304>.

2. Movement Disorder Society. MDS Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS) – finger tap right hand score. [Online]. Available: <https://www.movementdisorders.org/MDS/MDS-Rating-Scales/MDS-Unified-Parkinsons-Disease-Rating-Scale-MDS-UPDRS.htm>.
3. Khan T., Nyholm D., Westin J., Dougherty M. A computer vision framework for finger-tapping evaluation in Parkinson's disease. *Artif. Intell. Med.*, vol. 60, no. 1, pp. 27–40, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2013.11.004>
- Petrovici, Ilaria Lorena; Tenovici, Mihai Catalin; Vaduva, Razvan Cristian; Tarnita, Danut Nicolae; Vintila, Georgiana About three-dimensional models of osteosynthesis systems. *Journal of Industrial Design and Engineering Graphics*. 2019;14(1):159-162.
4. Selivanova K., Andrushchenko M., Misochenko S., Avrunin O. Clinical Applications and Future Directions of Apple Vision Framework for Quantitative Assessment of Hand Motor Dysfunction. *IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2025. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61436.2025.11288401>.
5. M. Andrushchenko, K. Selivanova, "Challenges of Tracking Motor Disorders Using Smartphone-based Computer Vision," 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2024. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61434.2024.10878082>.