

Голові разової спеціалізованої  
вченої ради  
Державного університету  
інформаційно-комунікаційних  
технологій  
доктору технічних наук, професору  
Чичкарьову Євгену Анатолійовичу  
03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7

## **ВІДГУК**

офіційного опонента – доктора технічних наук, професора,  
завідувача кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем  
Одеського національного університету імені І.І. Мечникова  
Малахова Євгенія Валерійовича на дисертаційну роботу  
Черевика Олексія В'ячеславовича на тему: «Методи синтезу 3D-моделей  
об'єктів засобами комп'ютерного зору та машинного навчання», подану на  
здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань  
12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

### **Актуальність теми дисертації.**

Стрімкий розвиток технологій комп'ютерного зору, машинного навчання та цифрової обробки зображень зумовлює необхідність створення нових підходів до автоматизованого синтезу тривимірних моделей об'єктів. Особливої актуальності ця проблема набуває у медичній галузі, де побудова високоточних 3D-моделей анатомічних структур людини дозволяє підвищити якість діагностики, планування оперативних втручань та післяопераційного супроводу пацієнтів.

Сучасні методи реконструкції тривимірних об'єктів на основі медичних зображень стикаються з низкою проблем, серед яких недостатня точність сегментації, нерівномірність воксельної структури медичних знімків, високі вимоги до обчислювальних ресурсів та складність забезпечення топологічної коректності отриманих моделей. У зв'язку з цим особливого значення набуває використання методів глибокого навчання та комп'ютерного зору для автоматизації процесів побудови тривимірних цифрових копій об'єктів.

Саме вирішенню зазначених актуальних проблем присвячено дисертаційну роботу Черевика О.В., що визначає її наукову та практичну значущість.

### **Оцінка обґрунтованості та достовірності наукових положень.**

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими та достовірними.

Для досягнення поставленої мети автором використано методи математичного моделювання, теорії графів, алгоритмів обробки даних, статистичного аналізу, методи комп'ютерного зору та глибокого навчання.

Достовірність отриманих результатів підтверджується використанням сучасних нейромережових архітектур, проведенням експериментальних досліджень на медичних даних комп'ютерної томографії, порівнянням результатів з існуючими підходами та практичним впровадженням розроблених рішень.

Наукові висновки логічно випливають із проведених досліджень та повною мірою підтверджуються результатами експериментів.

### **Оцінка новизни наукових результатів дисертаційного дослідження.**

У дисертаційній роботі одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено метод інтелектуальної сегментації медичних зображень для побудови 3D-моделей, який базується на ансамблюванні прогнозів декількох гібридних 2D-3D нейромереж архітектури U-Net у різних площинах проєкції багатопланових медичних знімків, що дозволило підвищити точність сегментації анатомічних структур та якість подальшої тривимірної реконструкції.

2. Вперше запропоновано метод згортки багатопланового сканованого зображення із нерівномірними розмірами вокселів шляхом запровадження анізотропних 3D-фільтрів, адаптованих до товщини зрізу початкового зображення, що дозволило підвищити якість просторового аналізу та точність побудови тривимірних моделей.

3. Вперше запропоновано алгоритм післяобробки сегментованих даних, що базується на урахуванні міжзрізової узгодженості в поєднанні зі стандартними операціями післяобробки та забезпечує просторову безперервність між зрізами у локальній області, що дозволило покращити топологічну коректність 3D-моделей без залучення додаткових обчислювальних потужностей CPU та GPU.

Отримані результати є новими та мають суттєве значення для розвитку методів комп'ютерного зору, машинного навчання та сучасних технологій тривимірного моделювання.

### **Практична цінність отриманих результатів.**

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у створенні автоматизованої цифрової системи обробки медичних зображень, що забезпечує високу якість та швидкість сегментації багатопланових медичних знімків і подальшого синтезу 3D-моделей анатомічних структур людини.

Запропоновані методи можуть бути використані при створенні високоточних цифрових копій анатомічних структур для потреб медицини, зокрема для планування хірургічних втручань, підготовки медичного персоналу та створення індивідуалізованих моделей органів пацієнтів.

Практичне значення роботи підтверджується впровадженням результатів дослідження у виробничий процес ТОВ «Нові медичні технології» при створенні апаратно-програмного комплексу для інтеграції інструментів штучного інтелекту у процеси медичної діагностики та планування оперативних втручань.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконана відповідно до наукових напрямів Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій та присвячена розвитку методів комп'ютерного зору, машинного навчання та синтезу тривимірних моделей для медичних інформаційних систем.

### **Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.**

Основні результати дисертаційної роботи достатньою мірою опубліковані у наукових працях автора.

За темою дисертації опубліковано статті у фахових виданнях України, а також тези доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях. Опубліковані праці повною мірою відображають зміст дисертаційного дослідження та основні отримані результати.

### **Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення.**

Дисертаційна робота має логічну структуру та складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Матеріал викладено послідовно, аргументовано та на належному науковому рівні.

Оформлення дисертації відповідає вимогам, встановленим до кваліфікаційних наукових праць на здобуття ступеня доктора філософії.

### **Зауваження до проведеного дисертаційного дослідження.**

Разом із позитивною оцінкою роботи слід висловити окремі зауваження та побажання:

1. З роботи не зрозуміло, наскільки універсальними є запропоновані методи, через те, що основна увага приділена медичним даним комп'ютерної томографії колінного суглоба. Було б доцільно привести результати дослідження на інших анатомічних структурах.

2. В роботі для оцінки якості сегментації та реконструкції розглядається використання коефіцієнтів Дайса та Жаккара, а для оцінювання узгодженості поверхонь – відстань Хаусдорфа і середнє відхилення поверхні. Проте при проведенні експериментів в якості критеріїв застосовано середньоквадратичну похибку і коефіцієнт Дайса. Було б доцільно застосувати і показати результат оцінювання тривимірної реконструкції додатковими метриками, зокрема зазначеними відстанню Хаусдорфа і середнім відхиленням поверхні.

3. При розробці методів побудови 3D-моделей використано набори даних, в яких присутні лише знімки комп'ютерної томографії, що мають певну специфіку. Для аналізу універсальності запропонованих методів чи можливості їх адаптації до обробки даних доцільно провести апробацію на датасетах інших видів медичних зображень, наприклад, магнітно-резонансної томографії чи рентгенівських.

4. В якості обладнання для реалізації методів використано достатньо «стандартні» робочі станції, хоча і з потужними графічними процесорами. Проте на сьогодні є спеціалізовані апаратні прискорювачі, на кшталт FPGA та TPU, на яких доречно реалізувати окремі компоненти розробленої системи і провести відповідне тестування.

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер, не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та не знижують наукової цінності отриманих результатів.

### **Висновок.**

Дисертаційна робота Черевика Олексія В'ячеславовича на тему «Методи синтезу 3D-моделей об'єктів засобами комп'ютерного зору та машинного навчання» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання у галузі комп'ютерної інженерії, пов'язане з підвищенням ефективності процесів побудови тривимірних моделей на основі медичних зображень із застосуванням методів комп'ютерного зору та машинного навчання.

За актуальністю, науковою новизною, теоретичним та практичним значенням отриманих результатів дисертація відповідає вимогам 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 року № 44, а її автор – Черевик Олексій В'ячеславович – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний опонент  
доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри математичного  
забезпечення комп'ютерних систем  
Одеського національного університету  
імені І. І. Мечникова

Євгеній МАЛАХОВ



*проф. Малахов Є.В.*  
**ЗАСВІДЧУЮ**  
Вчений секретар ОНУ імені І. І. Мечникова  
*С. В. Курандо*  
12. 06. 2026 р.