

3D-ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ: СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

3D-технології, зокрема тривимірна візуалізація, 3D-друк та моделювання, дедалі активніше впроваджуються в медичну практику. Їх використання охоплює широкий спектр напрямів — від планування хірургічних втручань і виготовлення індивідуальних імплантатів до біодруку тканин і органів. У цій статті проаналізовано основні сфери застосування 3D-технологій у медицині, описано переваги цих методів та розглянуто виклики, які постають перед їх широким впровадженням.

Ключові слова: 3D-моделювання, медицина, діагностика, тестування, аналіз, протезування, друк, віртуальна реальність, доповнена реальність.

Abstract

3D technologies, including 3D imaging, 3D printing, and modeling, are increasingly being used in medical practice. Their use covers a wide range of areas, from surgical planning and custom implant manufacturing to tissue and organ bioprinting. This article reviews the main areas of application of 3D technologies in medicine, describes the advantages of these methods, and discusses the challenges facing their widespread adoption.

Keywords: 3D modeling, medicine, diagnostics, testing, analysis, prosthetics, printing, virtual reality, augmented reality.

Інноваційні технології суттєво трансформують сферу охорони здоров'я. Серед них особливої уваги заслуговують 3D-технології, які вже змінили підхід до діагностики, лікування і навчання медичного персоналу [1]. Тривимірне моделювання дозволяє створювати віртуальні копії анатомічних структур, що значно підвищує точність клінічних рішень. А 3D-друк — це вже не лише інструмент прототипування, а реальний засіб виготовлення медичних пристроїв, індивідуальних протезів та навіть живих тканин [2].

Одним із перших напрямів, у яких 3D-технології знайшли широке застосування, є діагностична візуалізація. Завдяки комп'ютерній томографії (КТ), магнітно-резонансній томографії (МРТ) та ультразвуку стало можливим створення точних 3D-моделей внутрішніх органів, кісток і судин пацієнта.

Ці моделі використовуються для точнішого аналізу анатомії, виявлення пухлин, аномалій розвитку чи посттравматичних змін. За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, 3D Slicer, Mimics, OsiriX) лікарі можуть «прокрутити» модель органу під різними кутами, обрати найзручніший доступ для операції та навіть «відрепетувати» втручання віртуально.

Одним із найвражаючих застосувань 3D-технологій у медицині є 3D-друк, або адитивне виробництво. Його активно використовують для створення:

Анатомічних моделей — точних копій органів пацієнта, на яких хірург може спланувати складну операцію (наприклад, на серці чи черепі).

Протезів та імплантатів — індивідуально підігнаних виробів, виготовлених з біосумісних матеріалів (титан, медичний пластик, полімери).

Ортопедичних систем — фіксаторів, брейсів та іншого оснащення, що враховує анатомію конкретної людини.

Унікальність 3D-друку полягає в можливості швидко виготовити складні об'єкти з високим рівнем деталізації та адаптацією до конкретного пацієнта. Це суттєво скорочує час до втручання і покращує результати лікування.

Одним з найперспективніших напрямів є 3D-біодрук [3] — створення живих тканин за допомогою спеціалізованих біопринтерів. Цей процес використовує біочорнила — суміші з клітин, гідрогелів і живильних речовин, які наносяться шарами для формування функціональних структур.

На сьогодні в лабораторних умовах уже створено:

Шматки шкіри для лікування опіків;
Хрящову тканину для ортопедії;
Судини для трансплантаційних досліджень;
Міні-органи (organoids) для тестування ліків.

Хоча повноцінний біодрук життєздатного органа (наприклад, серця чи печінки) поки що залишається недосяжним, технологія стрімко розвивається. Її головна перевага — створення тканин з клітин самого пацієнта, що майже повністю усуває ризик імунної відторгненості.

3D-технології кардинально змінюють підходи до навчання медичних фахівців. Традиційні навчальні засоби — анатомічні атласи, муляжі — поступово замінюються тривимірними інтерактивними моделями. З їх допомогою студенти можуть:

Досліджувати анатомію з усіх ракурсів;
Проводити віртуальні операції;
Тренувати навички в умовах, наближених до реальності.

Зокрема, у віртуальній реальності (VR)[4] та доповненій реальності (AR)[5] створюються тренажери для лапароскопічних операцій, серцево-легеневої реанімації тощо. Це дозволяє зменшити кількість помилок у реальній практиці та покращити якість підготовки медиків.

Попри очевидні переваги, широке застосування 3D-технологій у медицині супроводжується низкою викликів:

Вартість обладнання: 3D-принтери медичного класу та біоматеріали залишаються дорогими, що обмежує доступ до них у малозабезпечених регіонах.

Нормативне регулювання: створення імплантів або тканин потребує жорсткого контролю якості, клінічних випробувань та сертифікації.

Етичні питання: зокрема, щодо створення людських тканин, зміни тілесності або можливого «вирощування» органів.

Також виникає необхідність підготовки нових кадрів — медиків, які володіють знаннями у сфері інженерії, програмування та цифрових технологій.

Висновки

3D-технології відкривають нову епоху в медицині — точнішу, персоналізовану та ефективну. Вони вже сьогодні покращують планування операцій, зменшують ризики, скорочують тривалість лікування і роблять протези більш зручними. Біодрук — хоча поки на початкових етапах — обіцяє справжню революцію в трансплантології. Однак для повного розкриття потенціалу 3D-технологій потрібна тісна співпраця медиків, інженерів, біологів та законодавців. У такій міждисциплінарній взаємодії криється ключ до майбутнього медицини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Використання сучасних 3d-технологій у медицині та судово-медичній ПРАКТИЦІ [Електронний ресурс] – <http://forensic.bsmu.edu.ua/article/view/2707-8728.2.2020.4>
2. 3D-друк для протезування. Як на Промприладі використовують інновації для допомоги військовим [Електронний ресурс] – <https://promprylad.ua/ua/3d-druk-dlya-protezuвання-yak-na-prompriladi-vikoristovuyut-innovatsiyi-dlya-dopomogi-viyskovim/>
3. Біодрук [Електронний ресурс] – https://uk.wikipedia.org/wiki/Друк_органів
4. Віртуальна реальність [Електронний ресурс] – https://uk.wikipedia.org/wiki/Віртуальна_реальність
5. Доповнена реальність [Електронний ресурс] – https://uk.wikipedia.org/wiki/Доповнена_реальність

Гавриленко Олексій Русланович – студент групи 5ПІ-236, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: d46611957@gmail.com

Науковий керівник: **Романюк Олександр Никифорович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Havrylenko Oleksii R. – Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yurij.sulima876@gmail.com

Supervisor: **Katelnikov Denis I.** – Ph.D. technical of Sciences, Associate Professor of the Department of Software, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia