

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ CAE/CAD/CAM СИСТЕМ В БІОМЕДИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ**

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** У роботі виконаний аналіз застосування CAE/CAD/CAM систем в біомедичній інженерії.

**Ключові слова:** CAE/CAD/CAM системи, імпланти, 3D-зображення, 3D-друк.

Системи автоматизації CAE/CAD/CAM широко використовуються в біомедичній інженерії як під час різнопланових досліджень так і під час проектування та виготовлення об'єктів медичного застосування (пристрої, імпланти, інструмент і т.п.).

Сучасні системи CAE/CAD/CAM інтенсифікують процеси створення нових зразків медичної техніки, адже дозволяють скоротити час розробки, дослідження, виготовлення та апробації нового зразку. Серед великої гами задач, що вирішують новітні САПР можна виділити такі:

- роботи пов'язані з використанням імплантів;
- аддитивне виробництво;
- оптимізація та реалізація хірургічних операцій;
- прикладні медичні задачі (розробка нових та модернізація нових зразків техніки); – дослідження нових напрямів та можливостей медицини; – навчання та перепідготовка фахівців.

На території України найбільш розвинутими напрямками застосування систем CAE/CAD/CAM є травматологія та стоматологія. Адже ці напрями є найбільш привабливими в комерційному плані. Комерційні стоматологічні системи CAD/CAM інтенсивно розвиваються в напрямі створення керамічних коронок, вкладок та вінірів. Використання стоматологічних систем CAD/CAM є перспективним не лише в області нез'ємних конструкцій, але і в інших областях стоматології, зокрема для складного протезування. Використання технології CAD/CAM в ортопедичній стоматології є відносно новим. Можна виділити три основних напрями застосування:

- трьохмірні реконструкції скелетної структури на основі візуалізації (КТ, МРТ, рентгену);
- виробництво моделей для хірургів (покращує розуміння, віалізує прийняття можливих рішень по операції, наприклад, під час операції на кістковій системі челюстно-лицьової області); – для проектування та виготовлення оптимальних стандартних та спеціальних імплантів.

В травматології системи CAE/CAD/CAM широко застосовують під час створення та виготовленні протезів. Новим напрямом протезуванні є налаштування імплантів за допомогою оброблення 3Dзображення [3]. Точне встановлення імплантатів на колінах, стегнах та інших медичних пристроях має вирішальне значення для зниження ризику дискомфорту та необхідності дорогих повторних операцій. Імплантати та моделювання, розроблені на індивідуальне замовлення, стають все більш важливою областю, надаючи клініцистам і дизайнерам можливість адаптувати конструкцію для пацієнтів та приймати більш обґрунтовані хірургічні рішення. Крім оптимізації виробничого процесу, цей підхід дозволяє розглядати кілька варіантів імплантатів та патологій на віртуальному етапі за

допомогою адитивного виробництва. Це протилежно пошуку та виправленню проблем методом проб та помилок.

Можливості доопераційного планування на основі індивідуальних вимог та моделювання перетинаються з багатьма важливими тенденціями: оптимізація топології, аналіз методом кінцевих елементів, випробування матеріалів, зворотний інжиніринг, 3D-друк та дотримання нормативних вимог. Деякі компанії використовують моделювання на основі тривимірних зображень для розробки та тестування імплантатів неінвазивним способом. Робота, виконана Corin Group, 360 Knee Systems та іншими підприємствами, демонструє успішні та повторювані робочі процеси для зв'язку 3D-сканування пацієнтів із програмними інструментами, такими як Synopsys Simpleware™, 3D-друк та хірургічні операції під лазерним наведенням. У наступних тематичних дослідженнях описані кроки, які використовуються для вирішення проблем у конструюванні імплантатів з використанням методів на основі зображень, з метою виділити деякі з ключових питань, пов'язаних із розробкою та використанням цієї технології. Дані медичних зображень, такі як комп'ютерна томографія (КТ) або магнітно-резонансна томографія (МРТ) фіксують реалістичну геометрію пацієнтів при скануванні. Використовуючи цю індивідуальну анатомію пацієнта, процедури та дизайн імплантатів можуть бути адаптовані до індивідуальних потреб та патологій. Замість того, щоб використовувати загальний підхід до конструкції медичних пристроїв, дослідники та клініцисти беруть до уваги відмінності. Крім того, сканування імплантатів, що вийшли з ладу, може допомогти краще зрозуміти, чому деякі пристрої виходять з ладу і які кроки – у процесі хірургічного планування – можна змінити, щоб знизити ризик рецидиву.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Alghazzawi T.F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. J Prosthodont Res, 2016, vol. 60, no. 2, pp. 72–84. doi: 10.1016/j.jpor. 2016.01.003. Epub 2016 Feb 28
2. Miyazaki T. 1., Hotta Y., Kunii J., Kuriyama S., Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J, 2009, vol. 28, no. 1. pp. 44–56.
3. Режим доступу:  
<https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/features/articles/33562?m=1747>

*Слабкий Андрій Валентинович* — канд. техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: slabkiyandrey@vntu.edu.ua.

*Коваль Леонід Григорович* — канд. техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: koval.l@vntu.edu.ua.

## FEATURES OF APPLICATION OF CAE / CAD / CAM SYSTEMS IN BIOMEDICAL ENGINEERING

**Abstract.** The analysis of application of CAE / CAD / CAM systems in biomedical engineering is executed in the work.

**Keywords:** CAE/CAD/CAM systems, implants, 3D-images, 3D-printing.

*Slabkyi Andrii* - Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: slabkiyandrey@vntu.edu.ua.

***Koval Leonid*** - Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: koval.l@vntu.edu.ua.