

*Мельниченко М.А.<sup>1</sup>, Співак О.А.<sup>1</sup>, Козленко О.В.<sup>2</sup>, Климук О.С.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,  
пр.Берестейський 37, email: uis\_oksspivak@ukr.net*

*<sup>2</sup> Національний технічний університет України “Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, пр.Берестейський 37,  
email:ovkozlenko@gmail.com*

## **СУЧАСНЕ ПРОТЕЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ**

***Анотація.** В роботі розглянуто сучасні технології протезування кінцівок та суглобів. Показано, що найбільш перспективною є технологія 3D-друку. Розроблено прототип для протезування колінного суглобу.*

***Abstract.** Modern technologies for limb and joint prosthetics are considered. 3D printing technology is stated to be the most promising among them. A prototype for knee joint prosthesis has been developed.*

***Ключові слова:** протезування, 3D-друк, колінний суглоб.*

***Key words:** prosthetics, 3D printing, knee joint.*

У сучасному світі, актуалізуються проблеми пов’язані зі збереженням здоров’я людей та створення інклюзивних умов для людей, які цього потребують. Для України ці проблеми є особливо гострими в умовах широкомасштабної агресії з боку РФ. Кількість людей з інвалідністю зростає щодня. Втрата кінцівок або ураження суглобів серед різних груп населення обмежує їх повсякденну активність та якість життя. Саме тому, використання технологій 3D-друку для виготовлення протезів є перспективним рішенням. Це дозволяє створювати індивідуально адаптовані протези, враховуючи анатомічні особливості користувача та вибираючи оптимальні матеріали за критеріями якості та вартості [1].

Використання технології 3D-друку надає унікальні можливості для виробництва тривимірних структур, зокрема протезів. Така технологія передбачає додавання матеріалів шар за шаром, що складає сутність адитивного виробництва. Його застосування в медичній сфері дозволяє подолати обмеженість традиційних методів виготовлення прототипів, пов’язаних із хірургічними втручаннями [2].

Матеріали для 3D-друку в медичній сфері повинні відповідати високим стандартам біосумісності для інтеграції з тканинами організму.

Природні полімери, такі як гідрогелеві альгінати, хітозан та желатин, зазвичай використовуються для біодрукування тканин і органів, забезпечуючи потрібну адгезію клітин [3]. Синтетичні полімери, такі як поліетиленгліколь (PEG), полі(молочна гліколева кислота) (PLGA) та поліуретан (PU), широко використовуються у 3D-друці завдяки їхнім регульованим механічним властивостям та біосумісності [4]. PLA, біорозкладний біопластик, виготовлений з відновлюваних рослинних джерел, є екологічно чистим та біокомпатибельним матеріалом, що робить його популярним в медичних застосуваннях, включаючи виготовлення протезів. Його легко обробляти та має високу біосумісність, що робить його ідеальним для використання в 3D-друку. Саме його було використано для створення майбутньої моделі нового протезу.

Головною метою протезування є відновлення або поліпшення фізичних можливостей людини, яка втратила частину свого тіла через травму, хворобу або інший негативний вплив. Серед різноманіття хвороб, що передбачають протезування, варто виділити такі як артроз та артрит, що в основному призводять до пошкодження хрящового покриву у колінному суглобі, що зумовлює лікування і подальше встановлення розробленої моделі протезу.

Автором розроблено прототип для протезування колінного суглобу. Ідея протезу полягає у відсіканні пошкоджених хрящових та меніскових поверхонь хірургічним шляхом, за яким слідує встановлення двостороннього протезу, що повторює форму суглобу. Структура протезу складається з пластинки, до якої прикріплена форма, повністю повторюючи хрящ та відповідну йому частину менісків. Розмір цієї пластинки та обрізаної частини залежить від індивідуальних показників, отриманих після сканування суглобу хворої людини. Встановлюється протез на попередньо підготовлені кістки за допомогою кісткового цементу.

Після майбутнього встановлення протезу ефективність процедури та час відновлення залежать від декількох факторів. По-перше, тип процедури грає важливу роль: артроскопічна хірургія або хірургічне видалення пошкодженого хряща можуть зменшити травматичність та сприяти швидшому відновленню порівняно з традиційним відкритим хірургічним втручанням. Другий фактор - використання новітніх технологій та біосумісних матеріалів для виготовлення протезу, таких як полілактид, може покращити його функціональність та сприяти швидшій інтеграції з

навколишніми тканинами. Третім фактором є індивідуальні характеристики пацієнта, такі як загальний стан здоров'я, рівень активності та вік, які можуть впливати на швидкість відновлення.

Проведення додаткових досліджень може дозволити широке застосування у майбутньому вищеописаного прототипу протезу для колінного суглобу, оскільки він вигідний з точки зору вартості виготовлення та може стати доступним більшій частині пацієнтів. Перспективи розвитку включають дослідження нових композитних матеріалів для поліпшення характеристик протезу та розробку більш компактного та ергономічного дизайну для зручності та природності рухів.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-5424-7> (дата звернення 4.12.2023)
- [2] Kong, Bin; Zhao, Yuanjin (2023-01). [3D Bioprinting for Biomedical Applications](#). ВМЕ Frontiers (англ.). Т. 4. ISSN 2765-031. Режим доступу: [doi:10.34133/bmef.0010](https://doi.org/10.34133/bmef.0010). (дата звернення 4.12.2023)
- [3] Ахре, Енеко; Оуен, Michelle (25 листопада 2016). Режим доступу: [Applications of Alginate-Based Bioinks in 3D Bioprinting](#). *International Journal of Molecular Sciences*. **17** (12):1976.
- [4] Wang, Xiaohong (25 листопада 2019). Режим доступу: [Advanced Polymers for Three-Dimensional \(3D\) Organ Bioprinting](#). *Micromachines*. **10** (12): 814.