

УДК 617.57-77

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТЕЗІВ ПІД ОРТОТРОПІЧНУ ХІРУРГІЮ

К.А. Зіборов<sup>1</sup>, К. Загуба<sup>2</sup>

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: [ziborov.k.a@nmu.one](mailto:ziborov.k.a@nmu.one)

<sup>2</sup>студент групи 132-20ск-2, e-mail: [zahuba.k.v@nmu.one](mailto:zahuba.k.v@nmu.one)

<sup>1,2</sup> Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Анотація.** У статті проаналізовано методи діагностики та виготовлення, якість та можливий функціонал сучасних протезів, а також перспективи їх використання в існуючих умовах.

*Ключові слова:* протез, ортотропічна хірургія, 3-D моделювання.

## SIMULATION OF PROSTHESIS FOR ORTHOTROPIC SURGERY

Kirill Ziborov<sup>1</sup>, Kostya Zaguba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., Associate Professor, Department of Engineering and Generative Design, e-mail: [ziborov.k.a@nmu.one](mailto:ziborov.k.a@nmu.one)

<sup>2</sup>Student, e-mail: [zahuba.k.v@nmu.one](mailto:zahuba.k.v@nmu.one)

<sup>1,2</sup> Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

**Abstract.** The article analyzes the methods of diagnostics and preparation, as well as the ability and functionality of modern prostheses, as well as the prospects for their discovery in the right minds.

*Keywords:* prosthesis, orthotopic surgery, 3D modeling.

**Вступ.** За даними статистики World Health Organization (WHO) близько 12% населення Землі мають порушення функцій і структур організму, що перешкоджають фізичній активності, а також ускладнюють соціальне життя та професійну діяльність людини [1]. В реаліях сучасної України протезування та трансплантологія є значущою частиною хірургії. Хірургічні методики на даний момент розвивають напрям 3-D протезування органічних поверхонь з подальшою інтеграцією у тіло людини. Цей напрям може сягнути великих масштабів. Базовим для нього є моделювання органічної поверхні та підбір матеріалів з найменшим впливом на організм і максимально схожим за характеристиками до основної клітинної структури для реалізації максимальної виконавчої дії.

**Мета роботи.** Оцінити методи діагностики та виготовлення, якість та можливий функціонал сучасних протезів, а також перспективи їх використання в існуючих умовах.

**Матеріал і результат досліджень.** В першу чергу, для трансплантології органічної поверхні потрібно зробити попередній аналіз пошкодження [2, 3]. Він дає поняття про характер травм, складність органічної поверхні, можливі наслідки подальшої операції. Всесвітня практика має декілька типів попереднього сканування (рис. 1).

1. Комп'ютерна томографія (КТ): Цей метод використовується для отримання детального 3-D зображення суглобу пальця за допомогою рентгенівських променів. Зображення обробляються за допомогою спеціального програмного забезпечення, що дозволяє створити точну 3-D-модель суглобу.

2. Магнітно-резонансна томографія (МРТ): Цей метод використовується для отримання високоякісного зображення суглобу пальця без використання рентгенівських променів. МРТ-зображення також обробляються за допомогою програмного забезпечення, що дозволяє створити 3-D-модель суглобу.

3. 3-D-сканування: Цей метод використовується для створення 3-D-моделі суглобу пальця на основі сканування фізичного об'єкту. Для цього використовуються спеціальні пристрої для 3-D-сканування, які можуть бути відомі як 3-D-сканери або друкуючі сканери [4].

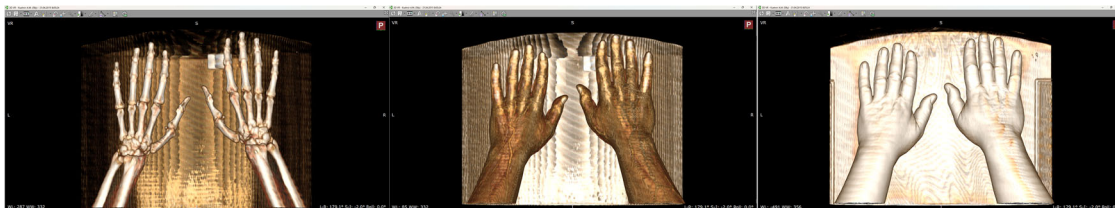


Рис. 1. – Знімки зроблені за допомогою комп'ютерної томографії

Кожна з перерахованих методик має свої підґрунтя та підходить під різні випадки. Одним з найпопулярніших методів є комп'ютерна томографія (КТ).

При скануванні томограф одразу виводить пошарову будову тіла людини. Завдяки пошаровій структурі сканування у лікарів є можливість побачити шар шкіри, м'язову систему, судинно-нервову систему, кістки. Виходячи з отриманих фактів лікарі складають план та мають розуміння якого типу протез потрібен.

Для виготовлення протезу використовуються різні технології:

- виготовлення за допомогою 3-D принтера по металу;
- конструкційно-складні системи зроблені вручну;
- друкування м'яких тканин стовбурними клітинами.

Завдяки тому що сфера 3-D друку має великий вплив на повсякденне життя та має значне поширення вона розповсюдилася й у медичній сфері.

Основним цей метод цікавий для медиків тим, що за його допомоги можна проводити операції високої складності з мінімальними ризиками для здоров'я пацієнта. Оскільки на період 2022-2023 років стали дуже поширені часткові втрати кінцівок травматичного характеру цей метод має змогу врятувати більшість людей, повертаючи їх до нормального життя.

Протезування буває декількох типів [5, 6]: заміщення ураженого органу або кістки, доповнення (пересадка) клітинної тканини за можливості. Вони називаються ортотропічне та гетеротропічне протезування. Ортотропічне протезування вже дуже розповсюджене в медицині (стоматологія, хірургія м'яких тканин та органів). З приводу ортотропічної хірургії у кістках є проблематики. Основною проблемою є складність протезування при розкрихуванні частини кістки на уламки (рис. 2).



Рис. 2. – Типи травматичного переламу кістки

Складністю є також можливе подальше трощення кістки після протезування. Перш приводом для цього є новоутворення нової кісткової тканини, яка буде вичавлювати протез з посадкового місця. Це також може призвести до викривлення кістки та зміни її форми у відсотковій залежності від загального об'єму нової кісткової маси.

Завдяки використанню комп'ютерної томографії та технологіям 3-D друку цей ризик зменшується до мінімуму. Використання КТ дозволяє побачити масштаб ушкодження до 0,25 мм. Це дозволяє зробити протез, який буде мати абсолютно ідентичну органічну форму поверхні та матиме щільність кріплення без загрози подальшого зламу в тому ж місці.

Використання 3-D друку має переваги з іншими більш розповсюдженими сьогодні методами протезування. Завдяки даним з КТ ми отримуємо максимально деталізовану модель пошкодження одразу у 3-D моделі. Точність друку сягає менше 0,1 мм, а товщина об'єкту друку мінімально може



бути до 0,3 мм. Завдяки такій точності ризик виходу протезу з ладу зменшується до 0,2-1%. Також при виготовленні протезу важливою частиною є підбір матеріалу з якого він буде складатися.

Є протези :

- керамічні;

- титанові;

- полімерні;

- композитні.

Загальна хірургічна практика дійшла висновку що використання одноеlementного протезу можливе але його ефективність сягає приблизно 65-80% від органічного.

Протез який повинен кріпитися до травмованої кістки зобов'язаний в місті контакту мати титанове кріплення оскільки титан має гарні параметри приживальності до кістки. Частина протезу яка повинна виконувати фрикційну функцію може бути керамічною або полімерною (в залежності від типу та сили навантажень прикладених до поверхні протезу). А інформація щодо формування контактних поверхонь та форми протеза береться з КТ.

Сукупність цих факторів призводить до того що протезування стає не тільки медичною, а й інженерною задачею. Чіткість сканування, підбір матеріалів, проектування форми та хірургічна імплантація дає можливість чітко відтворити ушкоджені органи людини з мінімальними ризиками для здоров'я.

**Висновки.** В даний час протезування досягло помітного успіху. Воно здатне значно покращити якість життя людини, яка перенесла травму чи ампутацію. Наукові дослідження в галузі протезування не уповільнюють темпів, надалі можна буде очікувати, що протези отримають більший спектр можливостей, стануть легкими, міцними, чутливими, енергоємними та максимально адаптованими до потреб людини, що чуйно відповідають усім її запитам. Також не виключено, що незабаром з'являться інноваційні розробки з новими можливостями, які дозволять протезам навіть перевершувати за своєю функціональністю природні кінцівки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. World Health Organization (WHO). World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/> (date of access: 20.04.2023).

2. Протезування та штучні органи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / І. Ю. Худецький, Ю. В. Антонова-Рафі, Г. В. Мельник, Є. В. Сніцар ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 21,124Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 184 с.



3. Тотальне ендопротезування кульшових та колінних суглобів при різних варіантах їх одночасного ураження у хворих на ревматоїдний артрит Режим доступу: [ar-rerasyumenko-a-s.pdf](http://ar-rerasyumenko-a-s.pdf) (ito.gov.ua)

4. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.

5. Тема 7. Домедична допомога при травмах та пораненнях. транспортна іммобілізація URL: [https://arm.naiiau.kiev.ua/books/home\\_preparation/info/lec7.html](https://arm.naiiau.kiev.ua/books/home_preparation/info/lec7.html) (date of access: 20.04.2023).

6. Пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба. ДУ Інститут травматології та ортопедії НАМН України. URL: <https://ito.gov.ua/statti/poshkodzhennya-perednoji-hrestopodibnoji-zvyazki-kolinnogo-sugloba.html> (дата звернення: 20.04.2023).

УДК 332.155

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МІСЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ

**М.В. Ільїна**

завідувач відділу екосистемного оцінювання природно-ресурсного потенціалу, Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії Наук України», Київ, Україна, e-mail: [maria\\_ilina@ukr.net](mailto:maria_ilina@ukr.net)

**Анотація.** У роботі проаналізовано основні науково-організаційні й економічні заходи, спрямовані на стимулювання впровадження екологічних та енергетично ефективних технологій в Україні у сучасних умовах. Зроблено наголос на специфічних напрямках посилення інноваційної діяльності на локальному та регіональному рівні.

*Ключові слова:* енергоефективність, екологічна інновація, інструмент, громада, екологічна місткість.

## SUPPORTING THE INTRODUCTION OF ECOLOGICAL INNOVATIONS TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY OF LOCAL ECONOMIES

**Maria Ilina**

Head of Department of Ecosystem Assessment of Natural Resources Potential, Public Institution 'Institute of Environmental Economics and the Sustainable Development of National Academy of Sciences of Ukraine', Kyiv, Ukraine, e-mail: [maria\\_ilina@ukr.net](mailto:maria_ilina@ukr.net)

**Abstract.** The paper presents principal scientific, organizational and economic measures aimed at stimulating the introduction of ecological and energy-efficient technologies in Ukraine considering the current challenges. The emphasis is made on specific tools able to enhance innovations on local and regional levels.