

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий центр заочної форм навчання  
(повна назва)

Кафедра Біомедичної інженерії  
(повна назва)

## АНОТАЦІЯ кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Конструкції та технології виготовлення індивідуальних модулів протезів передпліччя із застосуванням сучасних матеріалів з еластичними властивостями  
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи ОРТІзм-20-1

Багнюк Н. С.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 163 Біомедична інженерія

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма «Ортопедичні технології та інженерія»  
(повна назва освітньої програми)

Керівник д.т.н. проф. Аврунін О.Г.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри БМІ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Аврунін О.Г.  
(прізвище, ініціали)

2022 р.

## ВСТУП

Втрата верхніх кінцівок внаслідок травматичних ушкоджень, поранень та вроджених патологій створюють стійкий функціональний дефіцит при самообслуговуванні, під час роботи, дозвіллі. Навіть протезування з використанням комплектувальних виробів, що мають порівняно високі функціональні можливості лише частково покриває його. Низький рівень якості протезного забезпечення значно знижує соціальну адаптацію людини в суспільстві, народжує негативні враження та невиправдані сподівання від протезування.

Підвищення рівня якості протезування верхніх кінцівок стало за останні 2-3 роки дуже актуальним питанням в Україні, у зв'язку з необхідністю забезпеченням пацієнтів – учасників повномасштабних бойових дій високофункціональними протезами. Тому удосконалення конструкцій протезів та технологій їх виготовлення, а також застосування в практиці протезування високофункціональних протезних компонентів являється дуже важливим на сьогодні.

Зараз в Україні найбільше розповсюдження мають конструкції та технології виготовлення протезів верхніх кінцівок з приймальними гільзами контейнерного типу з шаруватих пластиків [1-15]. Ця технологія підтверджена технологічною та конструкторською документацією. Але контактні гільзи у складі гільз контейнерного типу з шаруватих пластиків вже майже не застосовуються в практиці протезування в розвинених європейських країнах та в США на протязі останніх 10 років. Це пов'язано з рядом негативних якостей таких гільз:

- жорсткістю поверхонь та відсутністю еластичних властивостей, що контактують зі шкірою кукси пацієнта, що унеможлиблює утримання протезів на сегментах без охоплення суміжних суглобів;

- низькою стійкістю до зношування та старіння гільз. Комбінація трикотажних матеріалів з акриловими смолами за нетривалий час носіння протезу стає чуттєвою до дії поту і являється джерелом неприємного запаху;

- втрата стабільності форми та міцності за менший термін, ніж встановлені законодавством строки експлуатації;

- низькою стійкістю до гігієнічного оброблення;

- відносно високою алергійністю (порівняно з термопластичними та силіконовими матеріалами);

- низькою ремонтпридатністю.

На заміну цих технологій в розвинутих країнах з'явилися технології виготовлення внутрішніх (контактних) гільз протезів з термопластичних матеріалів з високими еластичними властивостями та з внутрішніми (контактними) гільзами з силіконових матеріалів, а також на основі індивідуальних силіконових вкладишів з силіконових матеріалів.

Це дає можливість реалізації конструкцій протезів на верхні кінцівки, які забезпечують утримання протезу з мінімальною кількістю додаткових елементів, або без них, та без охоплення суміжних з куксою суглобів, що може значно підвищити якість протезування і дозволить у великій кількості випадків задовольнити споживчим вимогам пацієнтів до протезування.

Крім того в Україні, на сьогодні, відсутні технології виготовлення протезів з зовнішнім джерелом енергії з використанням високофункціональних комплектувальних виробів закордонного виробництва та протезів стегна з колінним вузлом з електронним керуванням, але існує гостра потреба в наявності таких протезів та технологій їх виготовлення та повного пакету технологічної документації, що підтверджує впровадження цієї технології в Україні у зв'язку з необхідністю забезпечення пацієнтів - учасників бойових дій виробами підвищеної функціональності, зокрема згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 518 від 01.10.2014 р. «Деякі питання протезування та ортезування виробами підвищеної функціональності за новітніми технологіями та технологіями виготовлення, які відсутні в Україні окремих категорій

громадян, які брали участь у антитерористичній операції та/або забезпеченні її проведення і втратили функціональні можливості кінцівки або кінцівок».

Тому, являється доцільним розробити технологічну документацію для виготовлення протезів передпліччя, після вичленення в променезап'ястковому суглобі і плеча з зовнішнім джерелом енергії та протезів стегна з колінним вузлом з електронним керуванням для забезпечення можливості виготовлення їх в Україні. База та умови для цього вже створено [11-22].

Кваліфікаційна робота магістра складається з чотирьох розділів.

В першому розділі наведено медико–технічне обґрунтування роботи – аналітичний огляд матеріалів, технологій та конструкцій протезів верхніх кінцівок.

У другому розділі визначені показання та протипоказання до призначення протезів з приймальними гільзами з використанням еластичних матеріалів.

У третьому розділі розроблено структурну схему виготовлення протезу передпліччя та наведено конструкції та технології виготовлення приймальних гільз протезів з матеріалів з еластичними властивостями.

У четвертому розділі наведені експлуатаційні випробування експериментальних зразків протезів верхніх кінцівок з гільзами з еластичними властивостями.

## ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

*Мета роботи* – створення та опанування конструкції та технології виготовлення індивідуальних модулів протезів передпліччя із застосуванням сучасних матеріалів з еластичними властивостями.

*Об'єкт дослідження*– процес виготовлення індивідуальних модулів протезів передпліччя.

*Предмет дослідження* – технології та матеріали виготовлення індивідуальних модулів протезів передпліччя.

Результати роботи можуть бути використані у спеціалізованих клініках та реабілітаційних центрах.

Кваліфікаційна робота складається з 4-х розділів.

В першому розділі наведено медико–технічне обґрунтування роботи – аналітичний огляд матеріалів, технологій та конструкцій протезів верхніх кінцівок.

У другому розділі визначені показання та протипоказання до призначення протезів з приймальними гільзами з використанням еластичних матеріалів.

У третьому розділі розроблено структурну схему виготовлення протезу передпліччя та наведено конструкції та технології виготовлення приймальних гільз протезів з матеріалів з еластичними властивостями.

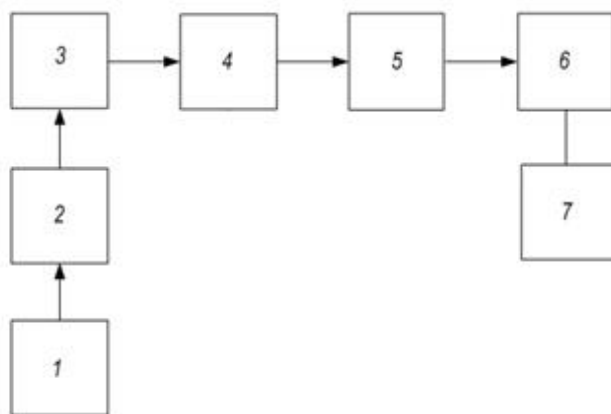
У четвертому розділі наведені експлуатаційні випробування експериментальних зразків протезів верхніх кінцівок з гільзами з еластичними властивостями.

В роботі вирішувалися наступні задачі:

- аналіз властивостей сучасних еластичних термопластичних та силіконових матеріалів закордонного виробництва;
- розробка показань, протипоказань та медико - технічних вимог до гільз протезів верхніх кінцівок;
- розробка структурної схеми системи протезування передпліччя, яку наведено на рисунку 1. Вона містить модулі клінічної оцінки, що включає

обстеження дистального кінця кукси на гіперчутливість і наявність гострих кісткових виступів та вимірювання діапазону рухів в суглобах ампутованої кінцівки, модуля проведення вимірів потрібних для виготовлення куксоприймача передпліччя, модуля виготовлення гіпсового негативу, модуля обробки гіпсового позитиву, модуля виготовлення і примірки тестової гільзи, модуля виготовлення еластичної внутрішньої гільзи куксо приймача, модуля відділки – ламінування зовнішньої частини протезу та збірки протезу;

- розробка конструкцій приймальних гільз протезів верхніх кінцівок, у складі яких внутрішні (контактні) гільзи будуть виготовлятися з сучасних еластичних термопластичних матеріалів або високотемпературних силіконових сумішей, а каркасні гільзи – з використанням вуглетканини та відпрацювання технологій їх виготовлення;



- 1 – Модуль клінічного оцінювання  
 2 – Модуль вимірів куксоприймача передпліччя  
 3 – Модуль виготовлення гіпсового негативу  
 4 – Модуль обробки гіпсового позитиву  
 5 – Модуль виготовлення тестової гільзи  
 6 – Модуль виготовлення еластичної внутрішньої гільзи куксоприймача  
 7 – Модуль відділки та збірки протезу

Рисунок 1 – Структурна схема системи протезування передпліччя

- визначення норм витрат матеріалів та трудовитрат на протези верхніх кінцівок з внутрішніми (контактними) гільзами з термопластичних матеріалів та високотемпературних силіконових сумішей;

- експериментальне протезування, клінічні, експлуатаційні випробування приймальних гільз у складі протезів;
- розробка методичних рекомендацій «Стандартизовані підходи щодо оцінки стану кукси та відповідного вибору конструкції протеза верхньої кінцівки»;
- розробка технологічної документації для виготовлення протезів передпліччя, після вичленення в променезап'ястковому суглобі і плеча з зовнішнім джерелом енергії та протезів стегна з колінним вузлом з електронним керуванням відповідно до новітніх тенденцій світового протезування.

## ВИСНОВКИ

Використання розроблених технологій дозволить:

- забезпечити складний контингент інвалідів з ампутаціями верхніх кінцівок більш комфортними протезами, що відповідають світовим тенденціям в цьому напрямку протезування;

- створити умови для ефективного та раціонального протезування інвалідів зі складними куксами верхніх кінцівок;

- розширити в Україні можливості для високофункціонального протезування за новітніми технологіями пацієнтів, які приймали участь в бойових діях;

- забезпечити сервісне обслуговування протезів із зовнішнім джерелом енергії в Україні, а саме заміну приймальних гільз, що дасть можливість значно скоротити витрати бюджету.

Розроблені методичні рекомендації «Стандартизовані підходи щодо оцінки стану кукси та відповідного вибору конструкції протеза верхньої кінцівки» дозволять фахівцям медичних стаціонарів протезно-ортопедичних підприємств обґрунтовано підходити до вибору конструкції протеза при здійсненні протезування пацієнтів з ампутаційними дефектами верхніх кінцівок на підприємствах.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА**

ПРОТЕЗУВАННЯ, ПЕРЕДПЛІЧЧЯ, БІОМЕХАНІКА, РЕАБІЛІТАЦІЯ,  
УШКОДЖЕННЯ ТРАВМАТИЧНІ

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. [http://www.oandplibrary.org/cpo/pdf/1985\\_04\\_031.pdf](http://www.oandplibrary.org/cpo/pdf/1985_04_031.pdf) Режим доступу 30.04.2022 р.
2. <https://alchemycomposites.com/prosthetic-and-orthotic-manufacturing-materials/thermoplastic/> Режим доступу 30.04..2022 р.
3. [www.touchbionics.com](http://www.touchbionics.com). Режим доступу 30.04..2022 р.
4. Пат. 6149690 США, МКИ А61F 2/78. 2000.
5. J.E.Uellendahl, St. Mandacina, S. Ramdial «Custom Silicone Sockets for Myoelectric Prostheses» Journal of Prosthetics and Orthotics, 2006, v. 18, N 2, pp. 35-40.
6. R. J. Dodson, B. Jowid Case Report. «The Clinical Application of an Upper Limb Custom Silicone Interface: Observations of a Case Study.». Journal of Prosthetics and Orthotics, v. 21, N 2, 2009, pp. 120-124.
7. E.Andres, i A. Schmidt «HTV-Silikonschäfte in der Prothetik der oberen Extremität». ОТ № 04/2011г. с.242-246.
8. [http://www.t-print.by/tech\\_6.php](http://www.t-print.by/tech_6.php). Режим доступу 30.04..2022 р.
9. FGnebel Свойства и обработка термопластических пластмасс для ортопедической техники ж. "ОТ" №3/02, с.172-176.
10. [http://verkhnedneprovsk.promobud.ua/orgsteklo-polikarbonat-polistirol-i-petf-sravnitel\\_nij-anali-a860.htm](http://verkhnedneprovsk.promobud.ua/orgsteklo-polikarbonat-polistirol-i-petf-sravnitel_nij-anali-a860.htm).
11. Аврунін О.Г. Співробітництво між Харківським національним університетом радіоелектроніки та УкрНДІпротезування з підготовки фахівців з вищою освітою для протезної галузі / О. Г. Аврунін //Зб. наукових праць за матеріалами науково-технічної конференції «Досягнення та перспективи реабілітації, підвищення функціональних можливостей і якості життя осіб з ураженнями опорно-рухової системи». – Харків : УкрНДІпротезування. – 2017. – с. 101-104.
12. І.Л. Солнцева, І.О Хмелевська, О.О. Луковенко, Є.І. Чернов, Є.К. Гришко, О.В. Близнюк «Дослідження впливу різних армуючих матеріалів

на властивості препрега» Вісник Національного технічного університету «ХПІ», № 31 2007 с. 98.

13. J.deCubberBeschreib/ungeinesVerfahrensfürdieVerarbeitungvonSilicon-ElastomerenzurHerstellungvonMedizinprodukten.- Orthopädie-Technik.-1998.-4. pp.257-263.

14. Звіт про науково-дослідную роботу «Відпрацювання технологій виготовлення певних видів технічних засобів реабілітації з сучасних матеріалів» ВН 69.54, 2008, керівник Ватолінський Л.Є.

15. Звіт про науково-дослідную роботу «Розробка конструкцій та технологій виготовлення протезів стоп з застосуванням високотемпературних силіконових матеріалів» ВН 69.69, 2010, керівник Ватолінський Л.Є.

16. Аврунін О. Г. Досвід організації в Україні системи підготовки фахівців з протезування та ортезування за сучасними міжнародними стандартами / О. Г. Аврунін, В. В. Семенець, А. Д. Салєєва та ін. // Матеріали науково-практ. конф. з міжнародною участю "Реабілітація та протезування/ортезування ХХІ століття. Проблематика, перспективи та міжнародні стандарти відновлення рухової активності". – Харків, УкрНДІпротезування, 2021. – С. 54-57.

17. Досвід організації в Україні системи підготовки фахівців для протезної промисловості за міжнародними стандартами / [В. В. Семенець, А. Д. Салєєва, О. Г. Аврунін та ін.]. // Новий колегіум. – 2021. – №1. – С. 11-20.

18. Тымкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М. Ю. Тымкович, О. Г. Аврунин, В. В. Семенец // Техн. электродинамика: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178-183.

19. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

20. Салєєва А.Д., Солнцева І.Л., Белєвцова Л.О., Носова Т.В., Семенець В.В. Виробничі технології та матеріали: Навч. посібник / А. Д. Салєєва, І. Л.

Солнцева, Л. О. Белєвцова, Т. В. Носова, В. В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 92 с.

21. Біомеханічні основи протезування та ортезування: навчальний посібник / А. Д. Салєєва, В. В. Семенець, Т. В. Носова, І. М. Василенко, П. О. Баєв, С. В. Корнєєв, О. М. Литвиненко, І. В. Карпенко, І. М. Чернишова, І. В. Кабаненко. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 352 с.