

УДК 685.3; 615.477; 615.477:685.3;
615.477:616.7-007.24; 687.016:615.477; 617.3; 646.47

DOI <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.3.1.44>

Н. В. КУЗІНА

аспірантка кафедри технології моди
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0009-0009-2586-3762

Л. П. ЧЕРТЕНКО

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології моди
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0003-4321-8475

В. П. КЕРНЕСЬ

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології моди
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0003-0572-4107

Т. М. ЛИПСЬКИЙ

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології моди
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0003-4166-6581

СТАН, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ОРТОПЕДИЧНОГО ВЗУТТЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ

Мета. Аналіз сучасного стану ортопедичного виробництва в Україні в умовах повномасштабної війни, з особливою увагою на виготовлення індивідуального ортопедичного взуття. Ідентифікація основних проблем сектору та перспективи їх вирішення із залученням сучасних прогресивних підходів та цифрових технологій. Дослідження шляхів налагодження процесу розробки та виробництва індивідуального ортопедичного взуття шляхом залучення цифрових технологій та ефективних форматів взаємодії із науково-технічними лабораторіями та профільними спеціалістами на прикладі окремого практичного експерименту.

Методи. Проведено аналітичний огляд, що включає використання статистичних даних про реабілітаційні центри та ортопедичні підприємства, контент-аналіз нормативних документів і програм забезпечення засобами реабілітації, а також порівняльний аналіз технологій та витрат на виготовлення стандартного та ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням. Проведено тематичне дослідження у вигляді практичного експерименту з виготовлення ортопедичного взуття з урахуванням індивідуальних потреб військовослужбовця з інвалідністю з використанням сучасних цифрових технологій із залученням різних структур.

Результати. Ортопедична галузь України в умовах війни та різкого зросту потреби в ортопедичних виробах зіткнулася зі скороченням кількості виробництв через їх руйнування та з дефіцитом кваліфікованих кадрів через міграцію та брак освітніх програм. З'ясовано, що лише близько 20 % виробництв ортопедичного профілю в Україні виготовляють ортопедичне взуття за індивідуальним замовленням. Виявлено та проаналізовано низку системних проблем, що ускладнюють роботу сектору та перешкоджають забезпеченню пацієнтів ортопедичною продукцією.

В межах тематичного дослідження розроблено адаптивні черевики для реабілітаційного та після реабілітаційного періодів лікування військовослужбовця після поранення, що базуються на сучасних принципах біомеханіки та індивідуалізації конструкції. Розроблену пару взуття виготовлено в форматі співпраці науково-технічної лабораторії з використанням цифрових технологій, виробничої дільниці, оснащеної обладнанням для взуттєвого виробництва, та за консультативної підтримки фахового лікаря.

Наукова новизна. Вперше проведено комплексний аналіз, що охоплює технологічні, економічні та організаційні аспекти діяльності підприємств, які спеціалізуються на виготовленні ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням. Запропоновано модель колаборації наявних виробництв з ортопедичними центрами та науково-технічними лабораторіями шляхом впровадження нових ланок у виробничий процес з метою підвищення ефективності виробництва ортопедичного взуття на індивідуальне замовлення. Проведено тематичне дослідження процесу розробки та виробництва ортопедичного взуття в форматі взаємодії окремих структур на

прикладі окремого практичного експерименту з виготовлення взуття за індивідуальним замовленням для реабілітації пацієнта після поранення.

Практична значущість. Результати аналізу ситуації в секторі виробництва ортопедичного взуття дали змогу виявити проблеми, які можуть бути вирішені шляхом оптимізації алгоритмів виробничих процесів, залучення новітніх технологій та фахових спеціалістів. Ці кроки створюють передумови для формування конкурентоспроможного сектору, здатного оперативно реагувати на сучасні виклики та потреби пацієнтів. Результати проведеного дослідження містять рекомендації стосовно оптимізації процесу виробництва ортопедичного взуття за допомогою використання наявних виробничих потужностей та залучення на підготовчих етапах окремих зовнішніх структур та цифрового обладнання з метою вдосконалення виробничого процесу та підвищення рівня ортопедичної продукції.

Ключові слова: ортопедичне взуття, реабілітація, 3D-друк, індивідуальне замовлення.

N. V. KUZINA

Postgraduate Student at the Department of Fashion Technology
Kyiv National University of Technologies and Design
ORCID: 0009-0009-2586-3762

L. P. CHERTENKO

Candidate of Technical Sciences,
Lecturer at the Department of Fashion Technology
Kyiv National University of Technologies and Design
ORCID: 0000-0003-4321-8475

V. P. KERNESH

Candidate of Technical Sciences,
Lecturer at the Department of Fashion Technology
Kyiv National University of Technologies and Design
ORCID: 0000-0003-0572-4107

T. M. LYPSEYI

Candidate of Technical Sciences,
Lecturer at the Department of Fashion Technology
Kyiv National University of Technologies and Design
ORCID: 0000-0003-4166-6581

ORTHOPEDIC MANUFACTURING IN UKRAINE DURING WARTIME: CURRENT STATE, CHALLENGES, AND PROSPECTS FOR CUSTOM ORTHOPEDIC FOOTWEAR PRODUCTION

Purpose. The study analyzes the current state of orthopedic footwear manufacturing in Ukraine under conditions of full-scale war, with particular emphasis on the production of bespoke orthopedic footwear. It identifies the key challenges facing the sector and explores potential solutions through the adoption of advanced approaches and digital technologies. The research also investigates pathways for streamlining the design and manufacturing process of customized orthopedic footwear by integrating digital tools and effective collaboration formats with technical laboratories and specialized professionals, illustrated through a practical experimental case.

Methods. An analytical review was conducted, including statistical data from rehabilitation centers and orthopedic enterprises, content analysis of regulatory documents and rehabilitation supply programs, as well as a comparative assessment of technologies and costs for manufacturing standard versus custom-made orthopedic footwear. A case study in the form of a practical experiment was undertaken, involving the design and production of orthopedic footwear tailored to the individual needs of a disabled serviceman, utilizing contemporary digital technologies.

Results. Amid war and the sharp increase in demand for orthopedic devices, Ukraine's orthopedic sector has faced a reduction in the number of operating enterprises due to destruction, alongside a shortage of skilled personnel caused by migration and limited educational programs. It was determined that only around 20 % of orthopedic-oriented enterprises in Ukraine produce footwear on a bespoke basis. A series of systemic problems were identified and analyzed, revealing barriers that hinder the sector's performance and limit patient access to orthopedic products.

Within the framework of the case study, adaptive boots were designed for use in the rehabilitative and post-rehabilitation phases of treatment for an injured serviceman. These models were developed in accordance with modern biomechanical principles and individualized last construction. The footwear was produced through a collaborative format involving a research and technical laboratory employing digital tools, a footwear manufacturing facility equipped with shoemaking machinery, and expert medical consultation.

Scientific novelty. For the first time, a comprehensive analysis was carried out covering the technological, economic, and organizational aspects of enterprises specializing in the production of bespoke orthopedic footwear. A collaborative

model was proposed, linking existing manufacturing facilities with orthopedic centers and research laboratories by introducing new stages into the production workflow, thereby enhancing the efficiency of custom orthopedic footwear manufacturing. A case study of the design and production process was conducted in a cross-structural collaboration format, demonstrated through the practical experiment of producing custom-made rehabilitation footwear for a patient recovering from injury.

Practical significance. The analysis of the orthopedic footwear manufacturing sector revealed a set of problems that can be addressed through optimization of production algorithms, adoption of cutting-edge technologies, and engagement of skilled specialists. These measures will establish the foundation for a competitive and resilient sector capable of promptly responding to contemporary challenges and patient needs. The study provides recommendations for optimizing the production process of orthopedic footwear through the efficient use of existing manufacturing capacities, integration of external structures at preparatory stages, and application of digital equipment to refine production workflows and improve the quality of orthopedic products.

Key words: orthopedic footwear, rehabilitation, 3D printing, custom-made order.

Постановка проблеми

Війна в Україні стала серйозним випробуванням для всієї системи охорони здоров'я країни, і ортопедична галузь не є винятком. Повномасштабні бойові дії призвели до значного збільшення кількості поранень, травм та ампутацій кінцівок як серед військових, так і цивільного населення. Відповідно різко зріс попит на ортопедичні вироби – протези верхніх та нижніх кінцівок, ортези, спеціальне реабілітаційне приладдя та ортопедичне взуття. Одночасно війна спричинила руйнування виробничих потужностей, перебої в постачанні сировини і матеріалів, а також вимушену міграцію кваліфікованих фахівців за кордон чи в інші регіони. Сукупність цих факторів створила безпрецедентні виклики для галузі, яка й до того стикалася з низкою проблем розвитку [1–2].

На сьогодні в Україні функціонують 73 центри протезування та ортезування верхніх і нижніх кінцівок, розташовані в різних регіонах країни. Основними видами травм, з якими працюють дані заклади, є ампутації кінцівок різного рівня та тяжкі нейротравми, що потребують правильного ортопедичного лікування та виготовлення індивідуального ортопедичного взуття для забезпечення повноцінної реабілітації пацієнтів. Водночас, незважаючи на велику кількість підприємств протезно-ортопедичного профілю, лише 20 % з них здійснює повний цикл індивідуального виготовлення ортопедичного взуття будь-якої складності із застосуванням сучасних CAD/CAM-технологій. До даних виробництв відноситься виробництво «Теллус» (м. Одеса), де завдяки цифровому 3D-моделюванню стопи та автоматизованому виготовленню колодок і устілок досягається висока точність анатомічного прилягання взуття, персоналізація конструкції та якісний функціональний результат. Ортопедичне виробництво «Теллус» поєднує новітні технології з багаторічним досвідом майстрів, що дозволяє підвищувати комфорт і якість життя пацієнтів та відповідати світовим стандартам ортопедії. Даний приклад демонструє можливість цифровізації, проте більшість інших вітчизняних виробництв поки що працюють за традиційними технологіями і не мають таких потужностей (табл. 1).

Таблиця 1

Виробники ортопедичних виробів в Україні

Виготовлення ортопедичного взуття	Виготовлення ортопедичного взуття на індивідуальне замовлення
Чоловічі: Теллус (м. Одеса), Ортопрофі (м. Львів), OLVI (м. Одеса), ПП «Форвард Орто» (м. Львів), Центр «Опора-плюс» (м. Харків),	Теллус (м. Одеса), Ортекс (Закарпатська обл.), Всеукраїнський центр «ЗДОРОВ'Я» (м. Київ)
Жіночі: Теллус (м. Одеса), Ортопрофі (м. Львів), OLVI (м. Одеса), ПП «Форвард Орто» (м. Львів), Центр «Опора-плюс» (м. Харків).	Теллус (м. Одеса), Ортекс (Закарпатська обл.), Всеукраїнський центр «ЗДОРОВ'Я» (м. Київ)
Дитячі: Теллус (м. Одеса), Ортопрофі (м. Львів), Bottemarket (м. Рівне), VIKRAM, Kena (м. Суми), OLVI (м. Одеса), ПП «Форвард Орто» (м. Львів), Max Baby Shop (м. Львів), «АРОЛ ПЛЮС» (м. Львів), Центр «Опора-плюс» (м. Харків).	Теллус (м. Одеса), Ортекс (Закарпатська обл.), Всеукраїнський центр «ЗДОРОВ'Я» (м. Київ)

Таким чином, актуальним є всебічний аналіз поточного стану ортопедичних виробництв України, особливо в умовах воєнного часу, визначення основних проблем галузі та пошук шляхів їх вирішення. Особливої уваги заслуговує напрям індивідуального виготовлення ортопедичного взуття, оскільки він вимагає поєднання медичних, інженерних та виробничо-технологічних підходів.

В роботі висунуто гіпотезу, що комплексна модернізація ортопедичних виробництв (впровадження цифрових технологій CAD/CAM, 3D-сканування та 3D-друку, використання нових матеріалів, інтеграція медичних і технічних фахівців у міждисциплінарні команди, а також удосконалення системи координації та забезпечення пацієнтів) здатна суттєво підвищити якість, точність та доступність ортопедичних виробів за індивідуальним замовленням. Передбачається, що реалізація таких впроваджень дозволить скоротити час виготовлення ортопедичних виробів, покращити їх анатомічну відповідність та функціональність, а також зменшити бюрократичні бар'єри при забезпеченні пацієнтів засобами реабілітації. Перевірка цієї гіпотези здійснюється шляхом аналізу наявних

проблем і зіставлення їх з потенційними рішеннями, які вже апробовані у світовій практиці або пропонуються до впровадження в Україні [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження ґрунтується на комплексному підході із застосуванням кількісних та якісних методів. Проаналізовано статистику мережі протезно-ортопедичних закладів в Україні, їхню географію та профіль діяльності. З метою оцінки впливу війни на протезно-ортопедичний сектор проведено порівняльний аналіз довоєнних і актуальних показників діяльності за даними Міністерства охорони здоров'я

Здійснено аналіз нормативно-правової бази, державних програм та професійних стандартів у сфері забезпечення осіб з інвалідністю технічними засобами реабілітації [4–5].

Для глибшого розуміння технологічних складностей виробництва проведено експертне спостереження за виготовленням індивідуального ортопедичного взуття на підприємствах. Залучено фахівців-ортопедів і техніків-модельєрів для аналізу етапів від обстеження та зняття мірок до виготовлення колодки, пошиття й фінальної примірки.

Методом контент-аналізу опрацьовано публікації та звіти міжнародних організацій (ВООЗ, Міжнародний Комітет Червоного Хреста, ООН) щодо організації протезно-ортопедичної допомоги в умовах гуманітарних криз [6–7].

Методологія поєднує статистичний аналіз, експертні оцінки й порівняльні підходи, що дозволяє дати комплексну оцінку стану галузі та напрямів її модернізації.

Тематичне дослідження шляхів оптимізації процесу виготовлення ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням представляє собою практичний експеримент з виготовлення індивідуальної пари ортопедичного взуття згідно потреб пацієнта, що переніс поранення та ушкодження м'яких тканин стопи. Методологія проведення даного дослідження включає етапи 3д антропометричних досліджень стопи безконтактним методом за допомогою спеціалізованого 3д сканера FootIn 3d, 3д моделювання форми колодки в спеціалізованій САПР функціями поверхневого 3д моделювання (використовували PowerShape Rhinoceros), 3д друк зразка колодки технологією FDM друку (за допомогою 3д принтера Prusa), 2д проектування лекал верху взуття (використовували програму USM2), виготовлення тестової пари взуття за типовою технологією взуттєвого виробництва (використовували наявне обладнання взуттєвого виробничого цеху).

Викладення основного матеріалу дослідження

Дослідження стану ортопедичного виробництва в Україні, та вплив війни на ортопедичну галузь та інфраструктуру. Повномасштабне вторгнення суттєво збільшило навантаження на ортопедичну галузь України: кількість пацієнтів з бойовими травмами, які потребують протезування та реабілітації, зросла у рази порівняно з довоєнним періодом. Серед основних проблем – ампутації, складні поранення нижніх кінцівок, хребта, тяжкі переломи та наслідки іммобілізації, що вимагають комплексної реабілітації й спеціального ортопедичного взуття. Водночас більшість ортопедичних центрів зосереджені на протезуванні, а забезпечення взуттям залишається недостатнім. потреб галузі, що підвищує навантаження на наявних спеціалістів і гальмує впровадження нових технологій.



Рис. 1. Найбільш типові поранення, каліцтва та потреби при них

Воєнні дії призвели до втрат інфраструктури галузі: частина підприємств пошкоджена або евакуйована, порушення логістики ускладнило постачання сировини, а економічна криза підвищила собівартість виробництва. Це змусило дрібні майстерні припинити роботу, а великі підприємства – скорочувати асортимент і спрощувати технології. Також гостро відчувається дефіцит кваліфікованих фахівців, оскільки частина спеціалістів мобілізована, виїхала або працює в міжнародних проєктах. Підготовка нових кадрів ускладнена, оскільки спеціалізовані освітні програми обмежені. Професійний стандарт «Протезист-ортезист» затверджено лише у 2023 році (4); наразі йому відповідають лише 14 фахівців, ще 26 навчаються. Цього недостатньо для покриття [8–9].

Таблиця 2

Вплив війни на ортопедичну галузь в Україні

Категорія впливу	Основні наслідки
Зміна попиту	– Значне зростання кількості пацієнтів з ампутаціями, переломами, пораненнями. – Додаткове навантаження на медичні ресурси. – Потреба охоплює як військових, так і цивільних постраждалих від обстрілів. – Зростає потреба в довгостроковій реабілітації.
Перебої в постачанні	– Руйнування логістичних ланцюгів постачання матеріалів. – Проблеми з транспортуванням через інфраструктурні пошкодження, блокпости, бойові дії. – Затримки у виробництві та доставленні ортопедичних виробів. – Зростання вартості виробництва та зменшення доступності для населення.
Вимушена міграція	– Втрата кваліфікованих кадрів (протезисти, хірурги, фізіотерапевти). – Серйозна нестача фахівців у постраждалих регіонах. – Зниження якості медичних послуг та ускладнення реабілітаційного процесу. – Знищення або пошкодження освітніх закладів, що готували медичних спеціалістів.

Проблеми та виклики галузі. Ще до війни протезно-ортопедична галузь України мала низку проблем, а воєнні дії їх суттєво загострили. Нижче узагальнено ключові виклики, з якими сьогодні стикається галузь:

Перебої виробництва: Руйнування та евакуація підприємств порушили виробничі ланцюги, замовлення виконуються із затримками. Дефіцит сировини змушує використовувати альтернативні матеріали чи спрощувати конструкції, що може знижувати якість виробів.

Ресурсний дефіцит: Війна спричинила нестачу якісних матеріалів та подорожчання імпорту, локальне виробництво не задовольняє попит. Багато обладнання застаріле, що ускладнює точне виготовлення сучасних виробів.

Брак взаємодії фахівців: Виготовлення складних ортопедичних виробів потребує командної роботи лікарів та технічних спеціалістів. Недостатня співпраця між ними призводить до втрати індивідуального підходу, особливо у складних випадках. Впровадження клінічних протезистів-ортезистів, які поєднують медичні та технічні навички, лише починається й потребує підтримки.

Зростання кількості тяжких травм виявило недостатню спроможність реабілітаційної системи. Бракує сучасних центрів, пацієнти отримують допомогу розрізнено, а затримки у виготовленні виробів уповільнюють відновлення (табл. 3) [10].

Таблиця 3

Проблеми у взаємодії окремих компонентів процесу виготовлення ортопедичного взуття

Проблема	Суть проблеми	Наслідки
Невідповідність між медичним призначенням і технічним виконанням	Майстер не завжди правильно інтерпретує медичні висновки ортопеда або не має достатніх знань для його реалізації у виробі	Взуття не вирішує проблему або погіршує стан пацієнта
Втрата інформації на етапі комунікації	Важливі клінічні деталі можуть бути втрачені або передані некоректно	Зниження індивідуалізації взуття та його ефективності
Затримки у виготовленні та адаптації	Відсутність прямої взаємодії між фахівцями призводить до затягування процесу погоджень та корекцій	Уповільнення реабілітації пацієнта
Відсутність зворотного зв'язку	Майстер не отримує даних про реакцію пацієнта на взуття	Неможливість своєчасної корекції та оптимізації конструкції
Невизначеність відповідальності	В разі ускладнень важко встановити, хто винен – лікар чи виробник	Складність вирішення проблеми невідповідного взуття

Виробництво ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням. Індивідуальне ортопедичне взуття в Україні виготовляється як у державному, так і в приватному секторах, проте його частка відносно загального обсягу протезно-ортопедичних виробів є невеликою. На даних виробництвах найчастіше застосовуються традиційні методи: вручну моделюється дерев'яна або гіпсова колодка під форму стопи пацієнта, верх взуття кроїться і відшивається майстрами вручну з натуральної шкіри, підошва формується з гуми чи поліуретану стандартним методом приклеювання. На відміну від масового фабричного взуття, кожна пара індивідуального взуття виготовляється фактично як ексклюзивний виріб, тому процес потребує багато часу, високої кваліфікації персоналу і достатнього матеріально-технічного оснащення.

Війна загострила проблеми, що існують у секторі індивідуального ортопедичного взуття. Відчувається дефіцит якісної сировини, особливо натуральної шкіри, через зниження виробництва в Україні й ускладнений імпорт. Вартість матеріалів зросла, підвищуючи собівартість виробів. Гостро бракує й кадрів – ортопедичних шевців і техніків-модельєрів, які традиційно навчалися на виробництвах. Через складність процесу розробки індивідуального ортопедичного взуття та необхідність залучення різних фахівців (табл. 4) спеціалісти, що нині працюють на підприємствах України, перевантажені замовленнями.

Таблиця 4

Етапи виготовлення індивідуального ортопедичного взуття

Етап	Детальний опис	Технології / обладнання	Фахівці
1.Обстеження стопи	Визначаються особливості анатомії стопи: плоскостопість, подовженість/вкорочення, асиметрія, патологічні навантаження, деформації (вальгус, варус, hallux valgus тощо)	Плантографія – фіксація зони опори стопи. 3D-сканування – цифрова модель стопи. Комп'ютерна тензометрія – аналіз розподілу навантаження під час стояння/ходьби	Ортопед, реабілітолог
2.Отримання вихідної інформації для створення колодки	Вимірюються довжина, ширина, об'єми, підйом стопи. Створюється гіпсова або 3D-друкована колодка, яка повторює контури стопи клієнта	Ручне гіпсування або цифрове 3D-моделювання. Виготовлення або адаптація колодки вручну/на ЧПК-верстаті	Модельєр колодок та оснастки, CAD-оператор
3.Моделювання конструкції взуття	Визначається тип взуття (чобітки, туфлі, сандалі), висота, тип застіжки (еластична вставка, велкро), корекційні елементи (бокові укріплення, фіксатори п'яти, жорсткий задник). Створюється креслення верху та комплект лекал	Програмне моделювання (CAD/CAM). Розробка шаблонів вручну або за допомогою плотерів	Модельєр-дизайнер взуття
4.Виготовлення ортопедичної устілки	Формуються устілки з індивідуальними вставками: супінаторами, коректорами поздовжнього/поперечного склепіння. Устілка часто є ключовим елементом ортопедичного ефекту	Термопреси. Шліфувальні та вирізні верстати. Формувальні установки	Майстер з виготовлення устілок
5.Розкрій деталей та збирання заготовки взуття	По створених шаблонах викроюється верх взуття з урахуванням анатомічної будови. Використовується м'яка або жорстка натуральна шкіра, тканини, що дихають, підкладкові матеріали	Ножі-матриці (висікання), лазерні різакі, швейні машини. Натуральна шкіра, мікрофібра, текстиль, піноматеріали.	Розкрійник, майстер з збирання заготовок взуття
6.Складання взуття	Верх зшивається, формуються елементи взуття (задник, язичок, бокові частини), проводиться затяжка на колодку, приклеювання або пришивання підошви	Затяжні машини. Преси для підклеювання. Машини для прикріплення підошви (пришивання, пресування)	Майстер з пошиву заготовок, майстер із складання взуття
7.Примірка, корекція та завершальна обробка	Здійснюється примірка, визначається комфортність, перевіряється відсутність тиску, коригується жорсткість або положення устілки. Завершальне шліфування, обробка швів, нанесення логотипа		Ортопед, реабілітолог

Держава забезпечує осіб з інвалідністю ортопедичним взуттям у певних обсягах залежно від віку. Дорослі з інвалідністю мають право отримати до двох пар ортопедичного взуття на рік. Діти з інвалідністю віком до 7 років забезпечуються двома парами взуття кожні 6 місяців, а діти віком від 7 до 18 років – двома парами кожні 8 місяців [11–12]. Таблиця 5 демонструє граничну вартість ортопедичного взуття, що компенсується з державного бюджету.

Таблиця 5

Граничні ціни на ортопедичне взуття (2025 рік)

Категорія взуття	Гранична ціна (грн)
Взуття для компенсації укорочення нижньої кінцівки (до 30 мм) (K6)	4 275
Взуття для компенсації укорочення нижньої кінцівки (30–60 мм) (K7)	4 479
Взуття для компенсації укорочення нижньої кінцівки (60–90 мм) (K8)	4 399
Взуття для компенсації укорочення нижньої кінцівки (90–120 мм) (K9)	4 426
Взуття для компенсації укорочення нижньої кінцівки (120–150 мм) (K10)	4 586
Взуття за наявності фіксованих деформацій стопи (K14)	2 614
Взуття за наявності фіксованих деформацій стопи з шинами (K14)	5 781
Взуття на «діабетичну стопу» з ортезами на стопу (K15)	1 725
Взуття за наявності часткової ампутації стопи (K16)	1 723
Взуття з одностороннім берцем або з вбудованим ортезом (K17)	1 769
Взуття з двостороннім берцем або з вбудованим ортезом (K18)	1 781
Взуття з двостороннім берцем або з вбудованим ортезом з шинами (K18)	4 826
Ортопедичне взуття з індивідуальним копілом, виготовлене за 3D-технологією із застосуванням CAD/CAM-систем	4 698

В роботі зібрано дані про ринкові ціни декількох моделей серійного ортопедичного взуття вітчизняного виробництва та середню ціну індивідуального замовлення в ортопедичних майстернях. Отримані результати зведено у графік (рис. 2),

Графік демонструє такі ключові моменти:

Стандартне ортопедичне взуття зазвичай має нижчу ціну. Середня ціна такого взуття коливається в межах 1725,00 грн – 5781,00 грн (залежно від моделі, матеріалів, бренду). Індивідуальне ортопедичне замовлення значно дорожче, оскільки включає додаткові послуги: консультацію з ортопедом, проведення замірів, розробку

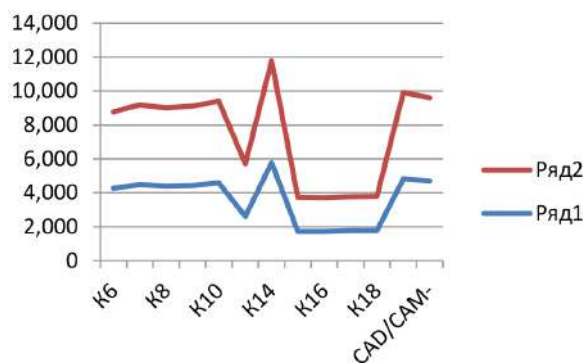


Рис. 2. Порівняння цін на різні види ортопедичного взуття

1 ряд – виготовлення ортопедичного взуття на основі промислових зразків;

2 ряд – виготовлення ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням

персональної колодки, виготовлення за спеціальною технологією, а також використання специфічних матеріалів. Середня ціна такого замовлення складає більше 3500,00 грн, а інколи може досягати 12 тис. грн (рис. 2).

Процедура отримання технічних засобів реабілітації (ТЗР) в Україні становить собою досить складний шлях, який складається з багатоканального подання документів, що спрощує доступність, особливо для маломобільних громадян; приділяється значна увага інформуванню заявників про їхні права та можливості; Фонд соціального захисту інвалідів відіграє центральну роль, що сприяє стандартизації процесу; заявник має право вибору підприємства-постачальника; передбачено кілька етапів підписання документів для юридичної чіткості; забезпечується не лише надання ТЗР, але й подальша підтримка [12].

Окремо проаналізовано проблему черг на ортопедичне взуття за соціальними програмами: вивчено повідомлення профільних відомств, звернення громадських організацій щодо середньої тривалості очікування, а також основні причини затримок (дефіцит виробничих потужностей та кваліфікованих кадрів, бюрократія, недофінансування). Недостатня кількість ортопедичних виробництв, які виготовляють продукцію за соціальними програмами, стала причиною ситуації, коли люди з інвалідністю та інші категорії населення, які потребують спеціалізованого взуття, змушені чекати на замовлення від 5 до 7 місяців, а інколи й довше.

Частина з окреслених проблем може бути частково усунута за допомогою використання новітніх технологій.

Інновації: Ортопедична галузь постійно розвивається, з'являються нові матеріали, технології та методи лікування. Проте в Україні інвестиції в дослідження й розробки залишаються обмеженими, особливо під час війни. Новітні технології, такі як 3D-друк і комп'ютерне моделювання, дозволяють підвищити якість виробів та ефективність виробничого процесу, а також прискорити виготовлення.

У попередніх дослідженнях було запропоновано метод індивідуалізації ортопедичного взуття із застосуванням цифрових технологій в умовах Українського виробництва. Використання 3D-моделювання та CAD-середовищ дозволяє підвищити точність розроблюваних проєктів, уникаючи багаторазових повторних коригувань. Застосування технології 3д друку дозволяє виготовляти цілий комплект персоналізованих елементів ортопедичного взуття, в тому числі для пацієнтів зі складними деформаціями стопи, в межах локального виробництва [13]. Одним з найважливіших факторів забезпечення якості індивідуального ортопедичного взуття є висока точність вихідної інформації про форму стопи, що досягається з використанням 3д сканування. Застосування 3д сканерів дозволяє отримувати та зберігати всю інформацію, необхідну для моделювання основних елементів форми взуття. Висока ефективність таких сучасних підходів досягається шляхом впровадження вдосконалених методів розробки складних ортопедичних форм на основі вихідної антропометричної 3д інформації [14]. Для створення індивідуальних колодок та устілок-компенсаторів була проведена робота, де використовувалися 3D-антропометрія, гіпсування, сканування та методи зворотного інжинірингу [15]. Дані дослідження довели необхідність впровадження іновативних технологій в сектор розробки індивідуального ортопедичного взуття в Україні.

Інвестиції в інновації критично важливі для забезпечення сучасної ортопедичної допомоги. Попри труднощі, уряд України та міжнародні організації (ВООЗ, МКЧХ, ООН) мобілізують ресурси для підтримки галузі, надають фінансову й технічну допомогу, навчання фахівців та сприяють впровадженню сучасних технологій у протезуванні та реабілітації. Таблиця 6 демонструє виявлені проблеми роботи сектору та перспективні шляхи їх вирішення [16–18].

Тематичне дослідження з розробки ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням у виробничих умовах із залученням цифрових технологій.

В ході підготовки до дослідження було проаналізовано процес розробки та виготовлення ортопедичного взуття для потреб реабілітації після поранень, оперативних втручань та некласичних часткових ампутацій стопи. Практичний експеримент реалізовувалося на базі лабораторій КНУТД та навчально-виробничих майстерень ВСП «Одеський

Таблиця 6

Основні проблеми, та перспективи розвитку сектору ортопедичного взуття в Україні

Проблема / Виклик	Суть / Опис
Обмежені виробничі потужності	Недостатньо підприємств для задоволення попиту; частина виробництв пошкоджена або закрита через війну
Складність індивідуального виробництва	Виготовлення взуття потребує індивідуального підходу, кваліфікованих фахівців, спеціального обладнання; процес повільний і трудомісткий
Бюрократичні перешкоди	Процедура отримання взуття складна й тривала, вимагає багато документів, проходження комісій, очікування фінансування
Недостатнє фінансування	Державних коштів не вистачає для покриття потреб; виробники не мають ресурсу для розширення виробництва, виникають черги
Проблема черг	Довге очікування призводить до погіршення стану здоров'я, обмеження мобільності, зниження якості життя
Шляхи вирішення та Перспективи розвитку	
Імплементация волонтерських ініціатив	Організації й фонди допомагають коштами, логістикою, психологічною підтримкою, закриваючи прогалини у держдопомозі
Впровадження ефективних алгоритмів роботи вцілілих виробництв	Цифровізація – використання 3D-сканування, баз даних когод та устілок для прискорення індивідуального проектування; раціональне використання ресурсів – перехід на локальні матеріали, рециркулювання та модульні технології, що знижують витрати; гнучке виробництво – адаптація ліній під різні типи ортопедичних виробів, зменшення залежності від централізованих поставок; колаборація з клініками та реабілітаційними центрами – створення єдиної системи обліку замовлень і цифрових протоколів пацієнтів; контроль якості – стандартизація етапів (скринінг, проектування, виготовлення, примірка), інтеграція швидких методів перевірки
Перепрофілювання спеціалістів взуттєвих виробництв. З урахуванням актуальних потреб замовників, які мають фізіологічне відхилення в розвитку стоп	Нова орієнтація на потребу конкретного пацієнта, а не стандартний модельний ряд: зараз на першому місці – зручність, адаптованість, мобільність; швидка адаптація до аварійних чи кризових умов: пристосування виробництва до соціальних запитів, які змінюються миттєво (оточення, доступність, обсяги); фокус на функціональність у критичних умовах: легкі, міцні матеріали; простота конструкції; можливість полегшеної обробки й ремонту навіть поза масштабним виробництвом; інтеграція волонтерських та благодійних ініціатив: створення мобільних лабораторій у співпраці з місцевими чи міжнародними фондами, що дозволяє оперативного виготовляти індивідуальні вироби прямо на місці; навчання «на виїзді»: майстри навчаються швидко пристосовувати стандартні моделі, перетворюючи їх на адаптивні, індивідуальні ортези, що максимально відповідають стану пацієнта.
Відновлення професійної освіти ортопедичного напрямку	Модернізація й відновлення системи підготовки кваліфікованих кадрів
Розвиток інновацій	Впровадження 3D-друку, CAD/CAM, біонічних протезів підвищить рівень індивідуалізації й ефективності
Створення профільних науково-технічних лабораторій	Пошук шляхів вирішення задач некласичних деформацій стопи, допомога в реабілітації
Налагодження роботи ортопедичних підприємств, покращення системи реабілітації	Створення мультидисциплінарних центрів із повним спектром послуг сприятиме комплексній підтримці людей з інвалідністю

технічний фаховий коледж ОНТУ». У результаті виготовлено експериментальні зразки взуття, конструктивно-технологічні особливості яких, зокрема підвищена м'якість у носково-пучковій зоні та відсутність тиску на чутливі ділянки стопи, забезпечують зменшення дискомфорту, сприяють загоюванню ран і підвищують ефективність відновлювальних процесів, що підтверджує критичну роль індивідуалізації у виробництві ортопедичних виробів.

Сьогодні за статистикою, більше половини поранень пов'язані із нижніми кінцівками. Мінно-вибухові поранення стоп призводять до операцій, часткових або повних вмпутацій та до тривалого лікувального процесу. Часті випадки інфікування під час отримання травми або супутні осколкові ураження нервово-м'язової тканини стопи затримують період реабілітації.

В роботі розглянуто випадок розробки індивідуального взуття для пацієнта після мінно-вибухового поранення переднього відділу стопи. Основною задачею майстрів стало створення моделей військових черевиків, які б не лише забезпечували захист і функціональність, а й враховували специфічні потреби осіб із травмами стопи, зокрема у носково-пучковій зоні. Однією з ключових інновацій конструкції стало застосування у носковій частині спеціальних амортизовувальних матеріалів, а саме підносків із пінополіпропілену товщиною 4 мм, який завдяки низькій щільності, високим амортизаційним властивостям і здатності до енергопоглинання при локальному тиску забезпечує стабільність та збереження форми носкової частини взуття навіть при значному зовнішньому впливі, водночас мінімізуючи ризик компресії в ділянці травмованих пучків стопи (рис. 3). Додаткова індивідуальна ортопедична устілка із матеріалу Ева сприяє рівномірному розподілу навантаження по площині підшви, зменшує больові відчуття й покращує біомеханіку стопи. З метою підвищення функціональних властивостей у конструкції передбачено використання аналогічного пінополіпропілену товщиною 8 мм, інтегрованої у верхню частину берців, що забезпечує делікатну, але надійну підтримку стопи – особливо актуальну для осіб із наслідками переломів, забоїв або після хірургічних втручань, а також створює додатковий шар демпфування, який поглинає удари при ходьбі, знижує пікові навантаження на пошкоджені ділянки стопи й опорно-рухового апарату в цілому та зменшує точковий тиск на чутливі зони.

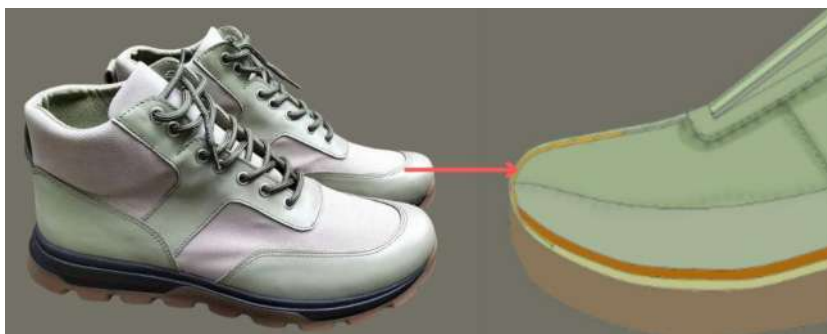


Рис. 3. Адаптивні військові черевики для реабілітації осіб із травмами стопи
Зліва – готові черевики. Справа – схема носково-пучкової частини моделі з вказанням розміщення амортизуючої деталі

Процес розробки та виготовлення ортопедичних черевиків включав процеси 3д сканування стопи пацієнта, вибір колодки з бази даних, моделювання індивідуальної форми колодки, виготовлення колодки в матеріалі на потужностях підприємства Львів-пласт, розробка та виготовлення устілки на спеціалізованому виробництві на основі цифрових результатів сканування стопи, розробка лекал верху, виготовлення заготовки верху, затяжка взуття на колодку та приклеювання підошви (рис. 4).



Рис. 4. Етапи виробництва ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням

Використання вдосконалених підходів та високоякісних матеріалів позитивно впливає на динаміку реабілітації. Інтеграція сучасних амортизовувальних матеріалів у конструкцію військових черевиків дозволяє адаптувати взуття до індивідуальних анатомо-фізіологічних особливостей військовослужбовця у післятравматичний період, сприяючи не лише механічному захисту та стабілізації, а й формуванню правильної біомеханіки ходьби, що важливо для попередження вторинних деформацій та хронічних больових синдромів. Поєднання жорстких і м'яких зон у моделі сприяє зменшенню локальних перевантажень, підвищує стійкість і комфорт при ходьбі, а також дозволяє уникати додаткового травмування уразливої носково-пучкової частини стопи, що, своєю чергу, позитивно впливає на строки й ефективність відновлення функції нижніх кінцівок, рівень фізичної активності та якість життя військовослужбовців у після реабілітаційний період.

Водночас результати дослідження засвідчують, що виготовлення ортопедичного взуття за індивідуальним замовленням сьогодні є надзвичайно актуальним напрямом, однак наявних майстерень, виробництв та спеціалізованих лабораторій явно недостатньо для задоволення всіх потреб населення з обмеженими можливостями. Саме тому особливого значення набуває впровадження цифрових технологій, адже вони є визначальним чинником у процесі проєктування та виготовлення взуття на індивідуальне замовлення. Використання цифрового способу отримання вихідної антропометричної інформації та наявність цифрової бази колодок дало можливість дистанційно здійснювати моделювання, оперативно вносити необхідні зміни та передавати готові дані безпосередньо на виробництва, що дозволило суттєво скоротити строки виготовлення та оптимізувати виробничий цикл.

В роботі вперше було запропоновано модель співпраці, що передбачає залучення робочих взуттєвих підприємств до виготовлення ортопедичного взуття за індивідуальними замовленнями. Це дало змогу поєднати потенціал традиційного виробництва з потребами сучасної реабілітаційної ортопедії, підвищивши якість, доступність

і ефективність продукції. Такий підхід зменшує навантаження на ортопедичні центри, забезпечує своєчасне отримання взуття пацієнтами й формує новий формат взаємодії за принципом ring-системи, що об'єднує ортопедів, реабілітаційні заклади та виробничі цехи.

На цій основі вибудовується алгоритм, який інтегрує клінічний скринінг, цифрову фіксацію даних (3D-сканування, бароподометрія, аналіз ходи), віддалене 3д моделювання колодок та 2д проектування лекал, а також паралельну організацію виробництва ортопедичних елементів і базових конструкцій. Виготовлення взуття відбувається в умовах взуттєвого виробництва. Готове взуття супроводжується рекомендаціями. Запропонована модель дозволяє скоротити час виготовлення завдяки паралельній роботі ділянок виробництва та віддаленому конструюванню, знизити собівартість шляхом повторного використання цифрових активів і мінімізації перероблення, а також забезпечити зайнятість діючих цехів шляхом інтеграції індивідуальних замовлень у виробничий графік між серійними партіями. Одночасно цифровий паспорт виробу та вимірювані клінічні метрики забезпечують високу якість і відтворюваність результатів. Усе це створює баланс між індивідуалізацією ортопедичних виробів та промисловою оптимізацією, закладаючи основу для модернізації галузі у сучасних умовах (табл. 7, рис. 5).

Таблиця 7

Алгоритм роботи виробництва ортопедичного взуття на індивідуальне замовлення

Етап	Дії	Результат	База проведення
1. Ініціація замовлення та клінічний скринінг	Реєстрація замовлення. Первинна оцінка лікарем (анамнез, ризики, фаза загоєння). Визначення клінічної мети (розвантаження, корекція, компенсація)	Протокол скринінгу та первинні рекомендації до конструкції	Центр «Superhumans Center»
2. Цифрове дослідження та формування ТЗ	3D-скан стоп, бароподометрія. Параметризація: довжини, обхвати, висоти арок, асиметрія, зони тиску. Формування узгодженого ТЗ.	Пакет даних у репозиторії.	Центр «Superhumans Center»
3. 3D дизайн колодки, ортопедичних елементів	Вибір цифрової колодки. Розроб-ка індивідуальної колодки. Розробка моделі ортопедичної устілки	3D модель колодки.	КНУТД
проектування лекал,	2д проектування лекал верху	Цифрова модель лекал	Модельєр, віддалена робота
4. Планування паралельного виготовлення (ring-система)	Декомпозиція виробу: – Гілка А: ортопедичні елементи. – Гілка В: верх, крій, затяжка. Призначення виконавців Виготовлення ортопедичної колодки (CNC/3D-друк).	Єдина «карта виробу», план-графік Колодка індивідуальна ортопедична	«Ортопрофі»; Коледж ВСП ОТФК ОНТУ Львів-Пласт
5. Виготовлення ортопедичних елементів (Гілка А)	САМ-підготовка, виготовлення устілок/ортезів (CNC/3D-друк). Виготовлення амортизуючих модулів (ППЕ/ЕВА). Маркування, контроль якості.	Виготовлені компоненти ортопедичного взуття	Спеціалізоване підприємство з виготовлення ортезів/протезів «Ортопрофі»
6. Виготовлення верху та базової конструкції (Гілка Б)	Розкрій матеріалів. Збирання верху, вставка фурнітури. Затягування тимчасове для попередньої примірки.	Напівфабрикат Б, готовий до інтеграції з А.	Виробнича дільниця, Коледж ВСП ОТФК ОНТУ
7. Примірка 1, корекція	Стикування гілок А та Б, примірка (клініка/лабораторія). Бароподометрія/in-shoe сенсори, аналіз тиску. Корекції: шліфування, зміна клинів, жорсткостей.	Тестове взуття із задовільним результатом корекції\фіксації стопи, що забезпечує потрібну біомеханіку	Центр «Superhumans Center»
8. Фінальна збірка та валидація	Фіксація підошви. Фінальний контроль (геометрія, адгезія, візуальний контроль). Оформлення цифрового паспорта виробу.	Готова пара та цифровий паспорт	Виробнича дільниця, Коледж ОНТУ
9. Видача, інструктаж та супровід	Видача, навчання носінню й догляду. План follow-up (2–4 тиж., 3 міс., 6 міс.).	Пацієнт забезпечений взуттям та програмою спостереження	

Коментарі до Алгоритму:

Пацієнт – військовослужбовець, чоловік, 37 років. В анамнезі – хронічне перевантаження опорно-рухового апарату під час служби. Отримав мінно-вибухове поранення переднього відділу стопи (носково-пучкова частина) з руйнуванням м'яких тканин, частковим ураженням плюсне фалангових суглобів, дефектом шкіри з рубцевими змінами та порушенням опорної функції при ходьбі. Загальний медичний огляд проведено у реабілітаційному центрі «Superhumans Center». 3D-сканування та розробку колодки виконано в 3д лабораторії КНУТД; фізичну колодку виготовлено на заводі Львів-Пласт; ортопедичну устілку виготовлено на підприємстві «Ортопрофі»;

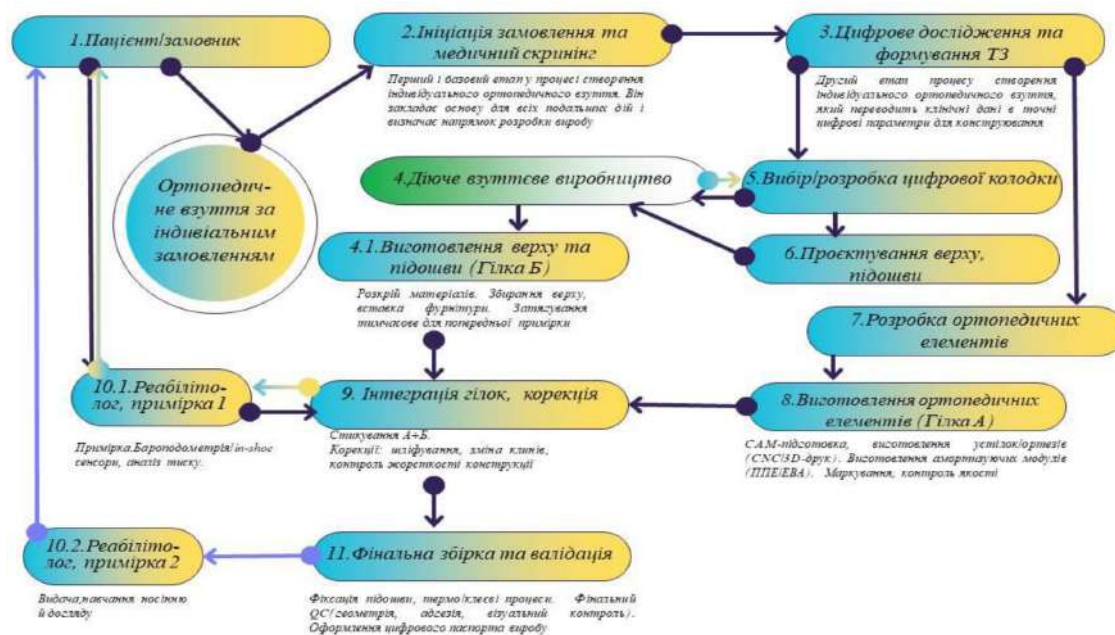


Рис. 5. Алгоритм процесу розробки та виготовлення індивідуального ортопедичного взуття в форматі ефективної взаємодії окремих структур

лекала верху розроблено у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ». Пошив і збирання взуття здійснено на діючому взуттєвому виробництві.

Цифровий формат вихідних даних та проектних робіт дозволяє паралельне виконання багатьох етапів процесу, що суттєво скорочує час виготовлення. Залучення спеціалізованих вузькопрофільних фахівців допомагає досягти високої якості взуття з урахуванням індивідуальних вимог пацієнта а також зниження собівартості.

Висновки. Результати дослідження підтвердили, що успішний розвиток протезно-ортопедичної допомоги в Україні наряду залежить від індивідуального виготовлення виробів з урахуванням потреб конкретного пацієнта. Саме персоналізація виробів дозволяє досягти максимальної функціональності, комфорту та якості життя людей з обмеженими можливостями. Використання цифрових технологій (3D-моделювання, база цифрових колодок, CAD/CAM) забезпечує високу точність і скорочує строки виготовлення, а колаборація з діючими взуттєвими виробництвами дозволяє оперативно задовольняти потреби пацієнтів. Запропонована модель взаємодії за принципом гіг-системи створює підґрунтя для модернізації галузі та підвищення доступності якісної протезно-ортопедичної допомоги.

Список використаної літератури

1. Кабінет Міністрів України. (2012, 5 квітня). Постанова № 321 «Про затвердження Порядку забезпечення технічними та іншими засобами реабілітації осіб з інвалідністю, дітей з інвалідністю та інших окремих категорій населення і виплати грошової компенсації вартості за самостійно придбані такі засоби, їх переліку». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/321-2012-p>
2. Protez Hub. (2024, 13 вересня). Результати дослідження центрів протезування та ортезування в Україні. URL: <https://surl.li/fpixki>
3. Міністерство охорони здоров'я України. (n.d.). МОЗ запроваджує систему підготовки протезистів-ортезистів на магістерському рівні, яка відповідатиме Міжнародній стандартній класифікації освіти. URL: <https://surl.li/jzpjra>
4. Міністерство соціальної політики України. (n.d.). Новини. <https://www.msp.gov.ua/news/10513.html>
5. Кабінет Міністрів України. (2012, 5 квітня). Постанова № 321 «Про затвердження Порядку забезпечення технічними та іншими засобами реабілітації осіб з інвалідністю, дітей з інвалідністю та інших окремих категорій населення і виплати грошової компенсації вартості за самостійно придбані такі засоби, їх переліку». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/321-2012-p>
6. World Health Organization. (2025, липень). WHO's response to health emergencies in Ukraine: Annual overview. WHO.
7. United Nations Sustainable Development Group. (2023–2025). Joint humanitarian activities of UN and ICRC in Ukraine.
8. Міністерство охорони здоров'я України. (n.d.). Розділ «Допоміжні засоби реабілітації». URL: <https://moz.gov.ua/uk/dopomizhni-zasobi-reabilitacii>

9. Міністерство охорони здоров'я України. (n.d.). Офіційний сайт. URL: <https://moz.gov.ua>
10. Фонд соціального захисту осіб з інвалідністю. (n.d.). Офіційний сайт. URL: <https://ispf.gov.ua>
11. Центр надання адміністративних послуг (ЦНАП). (n.d.). Інформація про порядок звернення для отримання ТЗР. URL: <https://cnap.gov.ua>
12. Закон України. (2020, 3 грудня). «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» № 1053-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20>
13. Chertenko, L., Spahiu, T., Lypskyi, T., & Kaptiurova, D. (2024, 25 жовтня). Prospect use of additive manufacturing for orthopedic footwear. In Proceedings of the 14th International Scientific–Professional Conference “Textile Science and Economy” (pp. 119–124). Zrenjanin, Serbia.
14. Chertenko, L., Kaptiurova, D., & Bondar, O. (2023, 17–18 жовтня). Practical aspects of 3D scanning results application in shoe last design. In Proceedings of 3DBODY.TECH 2023 – 14th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies (Paper #28). Lugano, Switzerland. URL: <https://doi.org/10.15221/23.28>
15. Чертенко, Л., Кернеш, В., & Кузіна, Н. (2024). Індивідуалізація ортопедичного взуття: ключові фактори при проектуванні. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 339(4), 491–496.
16. Ортопед. (n.d.). Ортопедичне взуття. URL : <https://tovortoped.com.ua/ua/produkcija/ortopedichne-vzuttya>
17. OrtoMed. (n.d.). Ортопедичне взуття та устілки. URL : <https://ortomed.com.ua/>
18. Advances on mechanical designs for assistive ankle-foot orthoses. (2023). arXiv. URL : <https://arxiv.org/abs/2304.10821>

References

1. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2012, April 5). Resolution No. 321: On approval of the procedure for providing technical and other means of rehabilitation for persons with disabilities, children with disabilities, and other specific categories of the population, as well as the procedure for paying monetary compensation for self-purchased such means, and their list. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/321-2012-%D0%BF>
2. Protez Hub. (2024, September 13). Results of the study of prosthetics and orthotics centers in Ukraine. URL: <https://surl.li/fpixki>
3. Ministry of Health of Ukraine. (n.d.). The Ministry of Health introduces a system of prosthetist-orthotist training at the master's level, which will correspond to the International Standard Classification of Education. URL: <https://surl.li/jzpjpa>
4. Ministry of Social Policy of Ukraine. (n.d.). News section. URL: <https://www.msp.gov.ua/news/10513.html>
5. World Health Organization. (2025, July). WHO's response to health emergencies in Ukraine: Annual overview. WHO.
6. United Nations Sustainable Development Group. (2023–2025). Joint humanitarian activities of UN and ICRC in Ukraine.
7. United Nations Sustainable Development Group. Joint humanitarian activities of UN and ICRC in Ukraine. 2023–2025
8. Ministry of Health of Ukraine. (n.d.). Assistive rehabilitation devices. URL: <https://moz.gov.ua/uk/dopomizhni-zasobi-reabilitacii>
9. Ministry of Health of Ukraine. (n.d.). Official website. URL: <https://moz.gov.ua>
10. Fund for Social Protection of Persons with Disabilities. (n.d.). Official website. URL: <https://ispf.gov.ua>
11. Administrative Services Center (CNAP). (n.d.). Information on the procedure for applying to obtain technical rehabilitation means. URL: <https://cnap.gov.ua>
12. Law of Ukraine. (2020, December 3). On rehabilitation in healthcare (No. 1053-IX). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20>
13. Chertenko, L., Spahiu, T., Lypskyi, T., & Kaptiurova, D. (2024, October 25). Prospect use of additive manufacturing for orthopedic footwear. In Proceedings of the 14th International Scientific–Professional Conference “Textile Science and Economy” (pp. 119–124). Zrenjanin, Serbia.
14. Chertenko, L., Kaptiurova, D., & Bondar, O. (2023, October 17–18). Practical aspects of 3D scanning results application in shoe last design. In Proceedings of 3DBODY.TECH 2023 – 14th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies (Paper #28). Lugano, Switzerland. URL: <https://doi.org/10.15221/23.28>
15. Chertenko, L., Kernesh, V., & Kuzina, N. (2024). Individualization of orthopedic footwear: Key factors in design. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 339(4), 491–496.
16. Ortoped. (n.d.). Orthopedic footwear. URL: <https://tovortoped.com.ua/ua/produkcija/ortopedichne-vzuttya>
17. OrtoMed. (n.d.). Orthopedic footwear and insoles. URL: <https://ortomed.com.ua/>
18. Advances on mechanical designs for assistive ankle-foot orthoses. (2023). arXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2304.10821>

Дата першого надходження рукопису до видання: 30.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025