

UDC 615.47:608.1:681.5.

**Yurii VYKHLIAIEV**

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Professor at the Department of Biosafety and Human Health, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (Vykh46@i.ua)

**ORCID:** 0000-0001-8446-8070

**SCOPUS:** 59218895200

**Anna BEZANTS**

Student at the ZR-41MP group at the Department of Biosafety and Human Health, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (bezancanna915@gmail.com)

**ORCID:** 0009-0002-7515-009X

**Yuliia ANTONOVA-RAFI**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Biosafety and Human Health, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03057; Senior Research Fellow, E. O. Paton Electric Welding Institute, Kazimyr Malevich St., 11, Kyiv, Ukraine, 03650 (antonova-rafi@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-9518-4492

**SCOPUS:** 57202217816

**Vladyslav SHLYKOV**

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biomedical Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (v.shlykov@kpi.ua)

**ORCID:** 0000-0001-8836-4658

**SCOPUS:** 55975449900

**To cite this article:** Vykhliaiev Yu., Bezants A., Antonova-Rafi Yu., Shlykov V. (2025). Osoblyvosti patentuvannya ta klasyfikatsiia ob'ektiv intelektualnoi vlasnosti v protsesi rozrobky innovatsiinykh tekhnolohii reabilitatsii patsiientiv pry protezuvanni: ohliad suchasnykh pidkhodiv ta praktyk [Features of patent protection and classification of intellectual property objects in the development of innovative rehabilitation technologies for patients with prosthetics: a review of current approaches and practices]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 4, 75–81, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-4-75>

## FEATURES OF PATENT PROTECTION AND CLASSIFICATION OF INTELLECTUAL PROPERTY OBJECTS IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE REHABILITATION TECHNOLOGIES FOR PATIENTS WITH PROSTHETICS: A REVIEW OF CURRENT APPROACHES AND PRACTICES

**Relevance.** The increasing number of war-related injuries in Ukraine highlights the urgent need for advanced rehabilitation technologies for patients with limb amputations. The quality and effectiveness of physical therapy and prosthetic fitting largely depend on the integration of innovations protected by intellectual property rights, including patents for inventions and utility models, advanced biomaterials, and novel methods of their application. The implementation of such innovations plays a critical role in enhancing the work of physical therapists and prosthetists, improving stump preparation for permanent prostheses, and ultimately raising patients' quality of life. However, there is a lack of published research providing concrete examples of the clinical application of patented solutions. This underlines the importance of conducting systematic reviews and classifications of intellectual property objects in the field of innovative rehabilitation technologies for prosthetic care of amputees.

**Objective of the study.** The aim of this study is to provide a systematic analysis of current intellectual property objects and innovative developments in rehabilitation technologies applied to stump preparation for permanent prosthetic fitting, with a focus on their effectiveness, practical applicability, and integration into clinical practice.

**Materials and methods.** The research is based on the analysis of patent information (inventions, utility models), specialized scientific sources, and technical documentation related to modern materials, devices, and methods of stump preparation. The applied methods included content analysis of patent databases, comparative analysis of technical solutions, systematization of data on novel materials and techniques, and synthesis of practical experiences in the use of innovative technologies in the rehabilitation of patients with limb amputations.

**Results of the study.** The analysis demonstrated that the implementation of novel methods and materials in stump preparation significantly improves the quality of temporary prosthetic sockets, reduces complications (pain syndromes, inflammatory reactions), and shortens the time needed for transition to permanent prostheses. The use of biocompatible polymers, sensor technologies for stump condition monitoring, and advanced compression therapy methods enhances patient adaptation, lowers the risk of secondary injuries, and increases functional autonomy. The summarized findings highlight the pivotal role of patented solutions in advancing modern rehabilitation practices.

**Conclusions.** The use of intellectual property objects (inventions, utility models, innovative materials, and devices) in the process of stump preparation for permanent prosthetic fitting remains underutilized in current rehabilitation practice, despite playing a pivotal role in enhancing physical therapy effectiveness and improving patients' quality of life.

The integration of innovative solutions into temporary prosthetics significantly optimizes the preparatory stage, reduces complication risks, accelerates patients' adaptation to permanent prostheses, and ensures greater functional independence.

The findings highlight the urgent need for wider implementation of intellectual property-based innovations in clinical practice and the development of interdisciplinary programs that combine engineering, medical, and rehabilitation approaches.

**Key words:** temporary prosthetics, physical therapy, stump, prosthesis sleeve, intellectual property, rehabilitation technologies.

## **Юрій ВИХЛЯЄВ**

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри біобезпеки і здоров'я людини, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Берестейський просп., 37, м. Київ, Україна, 03056 (Vukh46@i.ua)

**ORCID:** 0000-0001-8446-8070

**SCOPUS:** 59218895200

## **Анна БЕЗАНЦ**

студентка групи ЗР-41мп кафедри біобезпеки і здоров'я людини, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Берестейський просп., 37, м. Київ, Україна, 03056 (bezannanna915@gmail.com)

**ORCID:** 0009-0002-7515-009X

## **Юлія АНТОНОВА-РАФІ**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри біобезпеки і здоров'я людини, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Берестейський просп., 37, м. Київ, Україна, 03056; старший науковий співробітник, Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України, вул. Казимира Малевича, 11, м. Київ, Україна, 03650 (antonova-rafi@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-9518-4492

**SCOPUS:** 57202217816

## **Владислав ШЛИКОВ**

доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри біомедицинської інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Берестейський просп., 37, м. Київ, Україна, 03056 (v.shlykov@kpi.ua)

**ORCID:** 0000-0001-8836-4658

**SCOPUS:** 55975449900

**Бібліографічний опис статті:** Вихляєв Ю., Безанц А., Антонова-Рафі Ю., Шликов В. (2025). Особливості патентування та класифікація об'єктів інтелектуальної власності в процесі розробки інноваційних технологій реабілітації пацієнтів у разі протезування втрачених кінцівок: огляд сучасних підходів та практик. *Фітотерапія. Часопис*, 4, 75–81, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-4-75>

## **ОСОБЛИВОСТІ ПАТЕНТУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ У РАЗІ ПРОТЕЗУВАННЯ ВТРАЧЕНИХ КІНЦІВОК: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА ПРАКТИК**

**Актуальність.** Зростаюча кількість поранених унаслідок воєнних дій в Україні зумовлює нагальну потребу у високоефективних технологіях реабілітації пацієнтів з ампутаціями кінцівок. Якість і результативність фізичної терапії та протезування значною мірою визначаються рівнем упровадження інновацій, що охоплюють об'єкти інтелектуальної власності: патенти на винаходи й корисні моделі, новітні біоматеріали, технології їх застосування та комплексні методики реабілітації.

ції. Використання таких інновацій є ключовим чинником підвищення функціональної автономності пацієнтів, оптимізації процесу підготовки кукси до постійного протезування та покращення якості життя. Водночас аналіз сучасних джерел свідчить про недостатню кількість опублікованих науково-практичних матеріалів, що висвітлюють конкретні приклади впровадження запатентованих рішень у клінічну практику. Це обумовлює необхідність систематизації наявних даних і підготовки оглядових досліджень, присвячених класифікації об'єктів інтелектуальної власності у сфері реабілітаційних технологій у разі протезування втрачених кінцівок.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є системний аналіз сучасних об'єктів інтелектуальної власності та інноваційних розробок у сфері реабілітаційних технологій, що застосовуються в процесі підготовки кукси до постійного протезування, з акцентом на їхню ефективність, практичну доцільність та можливості інтеграції у клінічну практику.

**Матеріали та методи.** У дослідженні використано аналіз патентної інформації (винаходів, корисних моделей), спеціалізованих наукових джерел і технічної документації, присвячених сучасним матеріалам, пристроям і методикам підготовки кукси. Методи дослідження передбачали: контент-аналіз патентних баз, порівняльний аналіз технічних рішень, систематизацію даних про новітні матеріали та методики, а також узагальнення практичного досвіду застосування інноваційних технологій у реабілітації пацієнтів з ампутованими кінцівками.

**Результати дослідження.** Проведений аналіз засвідчив, що впровадження новітніх методів і матеріалів у підготовці кукси дає можливість значно підвищити якість гільзи тимчасового протеза, зменшити ускладнення (больовий синдром, запальні процеси), а також скоротити терміни переходу до постійного протезування. Використання біосумісних полімерів, сенсорних технологій моніторингу стану кукси та вдосконалених методів компресійної терапії сприяє кращій адаптації пацієнтів, зниженню ризику вторинних уражень і підвищенню функціональної автономності. Узагальнені результати вказують на ключову роль патентованих рішень у розвитку сучасних реабілітаційних практик.

**Висновки.** Використання об'єктів інтелектуальної власності (винаходів, корисних моделей, інноваційних матеріалів та пристроїв) у процесі підготовки кукси до постійного протезування є недостатньо інтегрованим у сучасну реабілітаційну практику, хоча має ключове значення для підвищення ефективності реабілітації та якості життя осіб з ампутаціями кінцівок.

Застосування інноваційних рішень у сфері тимчасового протезування дає можливість оптимізувати підготовчий етап, знизити ризики ускладнень, прискорити адаптацію пацієнтів до постійних протезів і забезпечити їх функціональну автономність.

Результати дослідження підтверджують необхідність більш активного впровадження об'єктів інтелектуальної власності в клінічну практику та розробки міждисциплінарних програм, що поєднують інженерні, медичні та реабілітаційні підходи.

**Ключові слова:** тимчасове протезування, фізична терапія, кукса, гільза протеза, інтелектуальна власність, реабілітаційні технології.

**Introduction. Topicality.** The growing number of wounded individuals as a result of the ongoing military actions in Ukraine highlights the urgent need for highly effective rehabilitation technologies for patients with limb amputations. The quality and effectiveness of physical therapy and prosthetic rehabilitation largely depend on the level of implementation of innovations, which include intellectual property (IP) objects such as patents for inventions and utility models, novel biomaterials, technologies for their application, and comprehensive rehabilitation methodologies. The use of such innovations is a key factor in enhancing patients' functional autonomy, optimizing the process of stump preparation for permanent prosthesis fitting, and improving overall quality of life.

At the same time, an analysis of current scientific literature and clinical practice reveals a lack of detailed publications addressing specific examples of patented solutions applied in prosthetics. There is a gap between the rapid technological progress and its systematic integration into medical and rehabilitation practice, which creates barriers for both specialists and patients. This emphasizes the importance of examining the issues of legal protection of innovations, their patent classification, and practical applications.

This article focuses on the features of patent protection and classification of IP objects that arise in the process of developing innovative rehabilitation technologies in pros-

thetics. Special attention is given to identifying types of patentable objects, analyzing state-of-the-art technological solutions in stump preparation for permanent prosthesis fitting, and exploring applied aspects of their legal protection. The systematization of these data not only helps to identify existing gaps in practice but also outlines prospects for integrating intellectual property into the development of rehabilitation technologies, which has strategic importance for Ukraine in the post-war period.

**Objective of the study.** The aim of this study is to provide a systematic analysis of current intellectual property objects and innovative developments in rehabilitation technologies applied to stump preparation for permanent prosthetic fitting, with a focus on their effectiveness, practical applicability, and integration into clinical practice.

**Materials and methods.** The research is based on the analysis of patent information (inventions, utility models), specialized scientific sources, and technical documentation related to modern materials, devices, and methods of stump preparation. The applied methods included content analysis of patent databases, comparative analysis of technical solutions, systematization of data on novel materials and techniques, and synthesis of practical experiences in the use of innovative technologies in the rehabilitation of patients with limb amputations.

**Results and discussion.** Intellectual property (IP) in healthcare and medical rehabilitation is a crucial

instrument for protecting and stimulating innovation. According to the TRIPS Agreement (Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights) and national legal frameworks, IP objects include inventions, utility models, industrial designs, know-how, and software that have practical significance for rehabilitation practices.

In the context of prosthetics and post-amputation rehabilitation, patents on advanced biomaterials, biomechanical designs, sensor systems, prosthetic control algorithms, and rehabilitation devices play a particularly important role. Protecting such innovations not only secures the rights of their creators but also fosters a competitive environment for the introduction of advanced technologies into clinical practice.

The theoretical foundation for effective IP utilization in this domain lies in the combination of legal regulation (patent law, copyright, trade secrets) with a medical-technological approach that integrates innovations into clinical protocols and rehabilitation education. Thus, intellectual property is not only a legal concept but also a strategic resource for the development of medicine, bioengineering, and physical therapy.

### *Classification of Innovative Technologies in Prosthetic Rehabilitation*

Innovative technologies applied in stump preparation and prosthetic rehabilitation can be classified into the following groups:

Biomedical technologies – biocompatible materials for prosthetic sockets (silicones, shape-memory polymers, nanocomposites), methods of tissue regeneration stimulation, and prevention of trophic disorders.

Mechanical and biomechanical innovations – prosthetic and exoskeleton designs, vacuum suspension systems, multifunctional joint mechanisms, and devices reducing energy expenditure during gait.

Electronic and sensory technologies – myoelectric prostheses, pressure and temperature sensors, tactile feedback systems, and embedded microprocessors for adaptive control.

Information and communication technologies (ICT) – software for 3D modeling of sockets, telemedicine services for remote patient monitoring, mobile applications for self-control and gait training.

Physical therapy and occupational therapy technologies – vibration and balance training devices, neuromuscular stimulation systems, and robotic rehabilitation complexes.

This classification enables the systematization of intellectual property objects, highlights their role in clinical practice, and supports the development of effective strategies for medical-rehabilitation innovations in prosthetic care.

The process of stump preparation for prosthetic fitting is multifactorial and begins during the surgical procedure itself. The quality of amputation surgery largely determines the patient's future rehabilitation potential and the feasibility of adequate prosthetic fixation. It is well established that several specific complications can arise at this stage, significantly limiting the functional outcome of the residual limb and complicating rehabilitation. The most common complications include:

Conical stump, resulting from insufficient soft tissue coverage, most often due to inadequate surgical technique such as guillotine amputation with simultaneous sectioning of all soft tissues followed by circular bone transection, or incorrect calculation of flap length.

Bulbous stump, characterized by excessive soft tissue or miscalculated flap length and amputation level, typically observed after circular amputations.

Distal bone necrosis, caused by excessive periosteal stripping (more than 2 mm).

Excessive osteophyte formation, due to periosteal damage during bone transection or following removal of bone marrow.

Trophic ulcers, resulting from an incorrectly chosen amputation level or overly high ligation of arteries and transected nerves.

Neuroma formation and nerve ingrowth into scar tissue, often leading to phantom limb pain.

Chronic osteomyelitis, which develops as a consequence of secondary wound infection.

Even in the absence of such complications, the stump is not automatically ready for prosthetic fitting. Its functional readiness depends on the quality of physiotherapeutic interventions and the performance of the temporary prosthesis, both of which can be significantly enhanced through the use of technical aids and innovative devices. These tools, often protected as intellectual property objects (patented devices, simulators, materials, and methods), represent critical innovations in the field of rehabilitation.

Over the past decades, the methodology of temporary prosthesis design has evolved substantially. A wide range of interface solutions between the residual limb and the prosthetic socket have been developed, including:

- liners with hermetic seals;
- silicone pads and cushioning inserts (e.g., PadSil);
- seamless prosthetic sockets for lower-limb amputees.

These components help to compensate for stump volume fluctuations, maintain residual limb shape, and ensure secure fixation due to their low elasticity and resistance to slippage.

Further progress has been achieved in socket design and suspension systems for lower-limb prostheses. Current innovations aim to provide a more physiological load distribution, facilitate donning and doffing, and enhance mobility without restricting range of motion (Kolesnichenko, V. et al., 2025). In this context, vacuum-assisted suspension systems have proven especially effective in improving the interface between the residual limb and the socket, enabling efficient transfer of static loads to the skeletal system while preserving dynamic mobility (Biedermann, 1999; Beck, 1992; Kelley, 1974; Schmitt et al., 2021; Lassig & Skiba, 2016; Edwin, 1944).

A significant research focus has been the adaptation of such technologies to different levels of limb amputation (Shevchuk et al., 2000; Vereitinov, 2001; Krasnyuk et al., 2002; Khmelevska et al., 2012; Vishchenko et al., 2012).

Parallel investigations have addressed bone tissue strengthening (Volodina T. T. et al., 2017; Hladkykh F. V. et al., 2024) and the optimization of scar and skin structures, which is particularly relevant in patients with residual limb complications (Petrenko M. M., Vykhlyayev Yu. M., 2019). The application of advanced biomaterials with improved biocompatibility reduces the risk of secondary complications, enhances local tissue trophics, and increases prosthetic comfort.

Thus, the study results demonstrate that preparation of the stump for definitive prosthetic fitting is a complex process integrating surgical techniques, physiotherapeutic interventions, and the implementation of innovative technical solutions. The use of intellectual property objects – including novel materials, socket designs, suspension systems, and biomedical technologies – plays a pivotal role in shaping a functional stump, enabling effective prosthetic rehabilitation, and restoring patient autonomy and quality of life.

**Results.** We conducted a detailed analysis of the main stages of modern prosthetic rehabilitation. Excluding the surgical stage, which is the prerogative of surgeons, our focus covered all subsequent rehabilitation stages critical for preparing the residual limb for definitive prosthetic fitting.

After amputation, patients typically develop significant edema of the stump and surrounding tissues, which necessitates early rehabilitative measures. To reduce swelling and maintain joint mobility, traditional and innovative methods are applied, including compression bandaging, positioning on firm surfaces, therapeutic exercise, kinesiotaping, and lymphatic drainage. The efficacy of these approaches is strongly dependent on the use of advanced technologies and intellectual property objects designed to normalize microcirculation and preserve joint mobility.

A second critical aspect is the quality of the training prosthesis, which is essential for gait training, stair climbing, and self-care prior to permanent prosthesis delivery. Prosthetists require gait pattern data to select the appropriate components. Given the variability in amputation levels depending on surgical technique, adjustable-length prostheses – functionally analogous to crutches – are increasingly recognized as essential tools for universal fitting (Strashnyi, Intelehator et al., 2023).

Recent advances highlight the use of memory foam liners in prosthetic fitting. Memory foam, with its hypoallergenic, antimicrobial, breathable, and ergonomic properties, conforms precisely to stump morphology, thereby reducing friction and preventing pressure ulcers. Although widely applied in orthopedic mattresses and cushions, its application in prosthetics remains insufficiently documented (<https://emm.ua/article/pina-memory-foam-osoblivosti-ta-perevagi>).

Primary prosthetic rehabilitation typically begins 10–12 months post-amputation, once wound healing and scar formation are complete. At this stage, comprehensive inpatient rehabilitation under medical supervision is recommended. Patients are provided with a temporary prosthesis for up to one year, during which they learn self-care skills and adapt to daily prosthesis use.

Physiotherapeutic modalities including electrostimulation, electrophoresis, neuromuscular stimulation, and vibration therapy are applied to optimize stump condition. Devices such as “Mioritm-4”, equipped with integrated electrodes, enable synchronized delivery of sub-threshold and supra-threshold impulses in coordination with muscle contraction phases. This effectively supplements natural muscle activity, which is particularly important when standard muscle chains have been disrupted (Patsenko, Vikhlyayev, 2019; Petrenko, Vikhlyayev, 2019).

Electrophoresis provides an additional therapeutic mechanism by enabling transdermal delivery of pharmacological agents (e.g., novocaine, antibiotics), which reduces infection risk, inflammation, and edema while improving tissue regeneration and perfusion. This approach integrates therapeutic and rehabilitative effects, shortening recovery times and improving stump tolerance to prosthetic loading.

Moreover, the integration of vibration and balance training platforms, which themselves constitute intellectual property innovations, represents an emerging therapeutic strategy. Vibration platforms enhance stump skin and muscle conditioning, while balance platforms restore coordination and vestibular stability – critical for stair climbing and ambulation on uneven surfaces (Intelehator, Vikhlyayev, 2019; Vikhlyayev, 2020).

In summary, modern prosthetic rehabilitation transcends conventional physiotherapy, incorporating inno-

vative devices, advanced biomaterials, and patented technologies. Their systematic implementation has been shown to shorten rehabilitation timelines, enhance patient autonomy, and improve quality of life, thereby contributing to the development of a patient-centered and technologically integrated model of inclusive medicine and prosthetics.

**Conclusions.** The use of intellectual property objects (inventions, utility models, innovative materials, and devices) in the process of stump preparation for permanent prosthetic fitting remains underutilized in current rehabilitation practice, despite play-

ing a pivotal role in enhancing physical therapy effectiveness and improving patients' quality of life.

The integration of innovative solutions into temporary prosthetics significantly optimizes the preparatory stage, reduces complication risks, accelerates patients' adaptation to permanent prostheses, and ensures greater functional independence.

The findings highlight the urgent need for wider implementation of intellectual property-based innovations in clinical practice and the development of interdisciplinary programs that combine engineering, medical, and rehabilitation approaches.

## BIBLIOGRAPHY

Реабілітація після ампутації. Київське казенне експериментальне протезно-ортопедичне підприємство. Упорядники: Страшний С. А., Інтелгатор Д. О. та ін. 2023. 17 с.

Pina Memory Foam: особливості та переваги. URL: <https://emm.ua/article/pina-memory-foam-osoblivosti-ta-perevagi>.

Патент на корисну модель UA 131236 U. Спосіб зміцнення м'язів ампутованої нижньої кінцівки. Заявники: Пащенко М. В., Вихляев Ю. М. Опубл. 10.01.2019. Бюл. № 1.

Патент на корисну модель UA 122977 U. Балансувальна платформа для реабілітації інвалідів з ампутацією нижньої кінцівки. Заявники: Інтелгатор Д. О., Вихляев Ю. М. Опубл. 11.05.2019. Бюл. № 3.

Патент на винахід UA 122726 C2. Трансформівна платформа для тренування і відновлення координації рівноваги та вестибулярної стійкості. Заявник: Вихляев Ю. М. Опубл. 28.12.2020. Бюл. № 24.

Патент на корисну модель UA 145480 U. Спосіб фізичної терапії дітей з опіковою хворобою в період реконвалесценції. Заявники: Петренко М. М., Вихляев Ю. М. Опубл. 11.05.2019. Бюл. № 3.

Volodina T. T., Korotkevich N. V., Romanyuk S. I., Galkin O. Y., Kolybo D. V., Komisarenko S. V. Implementation of dietary supplements with effect of dezintoxication and improvement of osteogenesis and metabolism. *Science and Innovation*. 2017. Vol. 13, No. 6. P. 39–50. DOI: 10.15407/scin13.06.041.

Kolesnichenko, V., Holka, H., Hresko, I., Burlaka, V., Vesnin, V., Vvedensky, B., & Vvedensky, D. (2025). Alteration in motor control in patients with low back pain and myotonic syndrome of lumbar osteochondrosis. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Medicine*, 33(1(52)), 93–102. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2025-52-08>

Hladkykh F. V., Liadova T. I. Analgesic potential of cryoextracts of biological tissues and conditioned media of mesenchymal stem cells in the treatment of experimental autoimmune arthritis. *Odesa Medical Journal*. 2024; 1(186):35–41. <https://doi.org/10.32782/2226-2008-2024-1-6>

Krasyuk G. V., Semenets V. V., Nevlyudov I. Sh., Molchanov V. V., Mikotkina T. A., Narchenko V. M., Chernov E. I., Vatolinskii L. E. Stopa do proteza na kuksu za Pyrogovu. Патент України № 51712. Опубл. 16 грудня 2002 р. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/6513>.

Vereitinov V. I. Kuksoprijmach (Stump-receiving unit). Патент України № 35185. Опубл. 15 березня 2001 р. URL: <https://uapatents.com/16-35185-kuksoprijmach.html>.

Shevchuk G. V., Maiko V. M., Shevchuk V. I., Isaienko O. L. Sposib formuvannia kuksy homilky za Pyrogovum. Патент України № 31431. Опубл. 15 грудня 2000 р. URL: <https://ua.patents.su/4-55916-sposib-formuvannya-kuksi-gomilki-za-pirogovim.html>.

Hmelevska I. O., Vatolinskyi L. E., Belevtsova L. O., Yutkin V. M. Ортез на гомілковостопний суглоб і стопу. Патент України № 97759. Опубл. 12 березня 2012 р. URL: <https://iprop-ua.com/inv/m66hsei4/>.

Vischenko H. M., Baev P. O., Pivovarov V. V., Mikotkina T. A., Petrov V. G., Boboschko R. O. Ортез для розробки контрактур колінних суглобів. Патент України № 105562. Опубл. 26 травня 2014 р. URL: <https://iprop-ua.com/inv/23os4iwz/>.

Biedermann R. Modular liner for limb stump prosthesis. U.S. Patent No. 5,888,230. U.S. Patent and Trademark Office, 1999. URL: <https://patents.google.com/patent/US5888230A>.

Beck R. A. Immediate post-operative weight-bearing lower limb prosthesis. U.S. Patent No. 5,108,455. U.S. Patent and Trademark Office, 1992. URL: <https://patents.google.com/patent/US5108455A>.

Kelley H. E. Process for manufacturing stump socks and liners. U.S. Patent No. 3,855,677. U.S. Patent and Trademark Office, 1974. URL: <https://patents.google.com/patent/US3855677A>.

Schmitt G. et al. Prosthetic liner with sealing lip. U.S. Patent No. 11,065,134 B2. U.S. Patent and Trademark Office, 2021. Otto Bock Healthcare GmbH. URL: <https://patents.justia.com/patent/11065134>.

Lassig R., Skiba M. Prosthetic system with liner and socket connection device. U.S. Patent No. 11,369,495 B2. U.S. Patent and Trademark Office, 2022. URL: <https://patents.google.com/patent/US11369495B2>.

Sup F., Goldfarb M. Actuated prosthesis with linear actuator for knee control. U.S. Patent No. 9,358,137 B2. U.S. Patent and Trademark Office, 2016. URL: <https://patents.google.com/patent/US9358137B2>.

Edwin F. Hydraulic prosthetic joint. U.S. Patent No. 2,339,995. U.S. Patent and Trademark Office, 1944. URL: <https://patents.google.com/patent/US2339995A>.

Kryvyakin O., Antonova-Rafi Y., Shuba L. Actuality of the use of the "OSNOVA" device in remote rehabilitation. *Fizicna Reabilitacija ta Rekreativno-Ozdorovci Tehnologii*. 2023. Vol. 8 (3). P. 154–161. DOI: 10.15391/prrht.2023-8(3).04.

Zamorsky T., Voroniuk Y., Antonova-Rafi Y. Dynamic othoses as a physical therapy method in complex treatment after flexors reconstruction. *Phytotherapy Journal*. 2022. Vol. 2. P. 50–54. DOI: 10.33617/2522-9680-2022-2-50.

## REFERENCES

Strashnyi, S.A., Intelichator, D.O. (Eds.). (2023). Reabilitatsiia pislia amputatsii [Rehabilitation after amputation]. Kyivske kazenne eksperymentalne protezno-ortopedychne pidpriemstvo, 17 p. [in Ukrainian].

Pina Memory Foam: osoblyvosti ta perevahy [Pina Memory Foam: features and advantages]. (n.d.). Retrieved from <https://emm.ua/article/pina-memory-foam-osoblyvosti-ta-perevagi> [in Ukrainian].

Patsenko, M.V., & Vykhliayev, Yu.M. (2019). Sposib zmitsnennia miaziv amputovanoi nyzhnoi kintsivky [Method of strengthening the muscles of an amputated lower limb] (Patent UA 131236 U). Opublikovano 10.01.2019. Biul. 1 [in Ukrainian].

Intelehator, D.O., & Vykhliayev, Yu.M. (2019). Balansuvalna platforma dlia reabilitatsii invalidiv z amputatsiieiu nyzhnoi kintsivky [Balancing platform for rehabilitation of persons with lower-limb amputation] (Patent UA 122977 U). Opublikovano 11.05.2019. Biul. 3 [in Ukrainian].

Vykhliayev, Yu.M. (2020). Transformivna platforma dlia trenuvannia i vidnovlennia koordynatsii rivnovahy ta vestybuliarnoi stiikosti [Transformable platform for training and restoring balance coordination and vestibular stability] (Patent UA 122726 C2). Opublikovano 28.12.2020. Biul. 24 [in Ukrainian].

Petrenko, M.M., & Vykhliayev, Yu.M. (2019). Sposib fizychnoi terapii ditei z opikovoioi khvoroboio v period rekonvalescentsii [Method of physical therapy for children with burn disease during convalescence] (Patent UA 145480 U). Opublikovano 11.05.2019. Biul. 3 [in Ukrainian].

Volodina, T.T., Korotkevich, N.V., Romanyuk, S.I., Galkin, O.Y., Kolybo, D.V., & Komisarenko, S.V. (2017). Implementation of dietary supplements with effect of dezintoxication and improvement of osteogenesis and metabolism. *Science and Innovation*, 13 (6), 39–50. <https://doi.org/10.15407/scin13.06.041>.

Kolesnichenko, V., Holka, H., Hresko, I., Burlaka, V., Vesnin, V., Vvedensky, B., & Vvedensky, D. (2025). Alteration in motor control in patients with low back pain and myotonic syndrome of lumbar osteochondrosis. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Medicine*, 33(1(52)), 93-102. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2025-52-08>

Hladkykh F. V., Liadova T. I. Analhetychnyi potentsial krioelektrativ biolohichnykh tkanyh ta kondytsionovanoho seredovyscha mezenkhimalnykh stovburovykh klityn u likuvanni eksperymentalnoho autoimunnoho artrytu. *Odeskyi medychnyi zhurnal*. 2024; 1(186):35–41. <https://doi.org/10.32782/2226-2008-2024-1-6>

Krasyuk, G.V., Semenets, V.V., Nevlyudov, I.Sh., Molchanov, V.V., Mikotkina, T.A., Kharchenko, V.M., Chernov, E.I., & Vatolinskii, L.E. (2002). Stopa do proteza na kuksu za Pyrogovy [Foot for hip-level prosthesis by Pirogov method] (Patent Ukrainy No. 51712). Opublikovano 16 hrudnia 2002 r. <https://openarchive.nure.ua/handle/document/6513> [in Ukrainian].

Vereitinov, V.I. Kuksopryimach [Stump-receiving unit] (Patent Ukrainy No. 35185). Opublikovano 15 bereznia 2001 r. Retrieved from <https://uapatents.com/16-35185-kuksoprijmach.html> [in Ukrainian].

Shevchuk, G.V., Maiko, V.M., Shevchuk, V.I., & Isaienko, O.L. (2000). Sposib formuvannia kuksy homilky za Pyrogovym [Method for forming shin stump by Pirogov] (Patent Ukrainy No. 31431). Opublikovano 15 hrudnia 2000 r. Retrieved from <https://ua.patents.su/4-55916-sposib-formuvannya-kuksi-gomilky-za-pirogovim.html> [in Ukrainian].

Hmelevska, I.O., Vatolinskyi, L.E., Belevtsova, L.O., & Yutkin, V.M. (2012). Ortez na homilkovostopnyi suhlob i stopu [An orthosis for the ankle joint and foot] (Patent Ukrainy No. 97759). Opublikovano 12 bereznia 2012 r. Retrieved from <https://iprop-ua.com/inv/m66hsei4/> [in Ukrainian].

Vishchenko, H.M., Baev, P.O., Pivovarov, V.V., Mikotkina, T.A., Petrov, V.G., & Boboshko, R.O. (2014). Ortez dlia rozrobky kontraktur kolynnykh suhlobiv [Orthosis for developing knee contractures] (Patent Ukrainy No. 105562). Opublikovano 26 travnia 2014 r. Retrieved from <https://iprop-ua.com/inv/23os4iwz/> [in Ukrainian].

Biedermann, R. (1999). *Modular liner for limb stump prosthesis* (U.S. Patent No. 5,888,230). U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US5888230A>.

Beck, R.A. (1992). *Immediate post-operative weight-bearing lower limb prosthesis* (U.S. Patent No. 5,108,455). U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US5108455A>.

Kelley, H.E. (1974). *Process for manufacturing stump socks and liners* (U.S. Patent No. 3,855,677). U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US3855677A>.

Schmitt, G., et al. (2021). *Prosthetic liner with sealing lip* (U.S. Patent No. 11,065,134 B2). U.S. Patent and Trademark Office; Otto Bock Healthcare GmbH. <https://patents.justia.com/patent/11065134>.

Lassig, R., & Skiba, M. (2022). *Prosthetic system with liner and socket connection device* (U.S. Patent No. 11,369,495 B2). U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US11369495B2>.

Sup, F., & Goldfarb, M. (2016). *Actuated prosthesis with linear actuator for knee control* (U.S. Patent No. 9,358,137 B2). U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US9358137B2>.

Edwin, F. (1944). *Hydraulic prosthetic joint* (U.S. Patent No. 2,339,995). U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US2339995A>.

Kryvyakin, O., Antonova-Rafi, Y., & Shuba, L. (2023). Actuality of the use of the "OSNOVA" device in remote rehabilitation. *Fizichna Reabilitacia ta Rekreacijno-Ozdorovci Tehnologii*, 8 (3), 154–161. [https://doi.org/10.15391/prrht.2023-8\(3\).04](https://doi.org/10.15391/prrht.2023-8(3).04).

Zamorsky, T., Voroniuk, Y., & Antonova-Rafi, Y. (2022). Dynamic orthoses as a physical therapy method in complex treatment after flexors reconstruction. *Phytotherapy Journal*, (2), 50–54. <https://doi.org/10.33617/2522-9680-2022-2-50>.

Стаття надійшла до редакції: 16.08.2025

Стаття прийнята до друку: 24.10.2025

Опубліковано: 29.12.2025

The authors declare that there are no actual or potential conflicts of interest related to the preparation and conduct of this study. The funding did not affect the independence of the study or its results. All conclusions presented in the work are purely scientific and were not subject to any external influence.

#### Contribution of the authors:

**Vykhliayev Yu.M.** – scientific supervisor, concept and research design, final approval of the article;

**Bezants A.I.** – collection and analysis of literature, participation in writing the article, Analysis and interpretation of data, translation abstracts, summaries;

**Antonova-Rafi Y.V.** – writing of the article, critical revision of the article;

**Shlykov V.V.** – collection and analysis of literature, participation in writing the article.

Email address for correspondence with the authors: [antonova-rafi@ukr.net](mailto:antonova-rafi@ukr.net)