

БАБИЧ АНТОНІНА

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0001-5061-3292>e-mail: basienska@ukr.net**ЛИПСЬКИЙ ТИМОФІЙ**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0003-4166-6581>e-mail: Lypski37@gmail.com**ЛІЩУК ВІКТОР**<https://orcid.org/0000-0002-2002-8874>e-mail: lishhuk.vi@knutd.com.ua

Київський національний університет технологій та дизайну

ЗЛОТЕНКО БОРИС<https://orcid.org/0000-0002-0870-8535>e-mail: fmct@knutd.edu

Київський національний університет технологій та дизайну

МЕРЕЖКО НІНА<https://orcid.org/0000-0003-3077-9636>e-mail: n.merezhko@knu.edu.ua

Державний торговельно-економічний університет

ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ПІДХІД У ПРОЄКТУВАННІ ТА ВИГОТОВЛЕННІ ВЗУТТЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ЗАХВОРЮВАННЯМ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ

Цукровий діабет другого типу — це захворювання яке виникає у людини в різному віці в той час, коли організм самостійно не може виробляти і використовувати інсулін у достатній кількості. Тому захворювання є хронічним і комплексним, оскільки ураженими є різні органи і системи одночасно. .

Спеціальне взуття та устілки є одним із засобів для боротьби з цим явищем. Таке взуття створює комфортне середовище в середині виробу та максимально захищає стопи від небезпечних факторів навколишнього середовища.

В даній роботі описано загальні відомості про захворювання на цукровий діабет, про діабетичну стопу, про те яким має бути взуття при цукровому діабеті другого типу, основні вимоги, відмінні риси, конструктивні особливості до ортопедичного взуття даної підгрупи. Представлено покроковий опис етапів робіт по виготовленню взуття даного призначення з врахуванням патології стопи замовника при цукровому діабеті другого типу, чинників комфортності та естетики.

В роботі використано методи: органолептичних спостережень та обмірів стоп, аналізу вихідної медичної інформації щодо діагнозу стоп пацієнта, ручна підготовка та нарощування певних сегментів колодки, розробка конструкції моделі, а також виготовлення взуття за індивідуальним замовленням в умовах ТОВ «Litini».

Індивідуальний проєкт ортопедичного взуття виконано з врахуванням медичної складової згідно з діагнозом та рекомендаціями лікаря-ендокринолога, а також враховуючи вимоги замовника щодо функціональності, ергономічності та естетичності. Як результат представлено готове взуття та пакет конструкторсько-технологічна документація на виріб. Виготовлене взуття пройшло апробацію в умовах щоденного дослідного носіння виробу замовником, що дозволило підтвердити високу якість виробу, стверджувати можливість ефективного поєднання функціональної конструктивної складової даного ортопедичного взуття з актуальним естетичним дизайном.

Ключові слова: колодка, діабетична стопа, ортопедичне взуття, конструкція, технологія, матеріал, амортизаційна система, устілка.

BABYCH ANTONINA, LYPISKI TIMOFEY, LISCHUK VIKTOR, ZLOTENKO BORYS

National University of Technology and Design

MEREZHKO NINA

National University of Technology and Design

AN INDIVIDUAL APPROACH IN THE DESIGN AND MANUFACTURE OF SHOES FOR PATIENTS WITH DIABETES

Type 2 diabetes is a disease that occurs in people at different ages when the body cannot produce and use insulin in sufficient quantities. Therefore, the disease is chronic and complex, since various organs and systems are affected at the same time. Special shoes and insoles are one of the means to combat this phenomenon. Such shoes create a comfortable environment in the middle of the product and protect the feet as much as possible from dangerous environmental factors.

This work describes general information about the disease of diabetes, about the diabetic foot, about what shoes should be for type 2 diabetes, the main requirements, distinguishing features, and design features of orthopedic shoes of this subgroup. A step-by-step description of the stages of work on the manufacture of shoes for this purpose is presented, taking into account the customer's foot pathology in type 2 diabetes, factors of comfort and aesthetics.

The work uses the following methods: organoleptic observations and measurements of feet, analysis of initial medical information regarding the diagnosis of the patient's feet, manual preparation and augmentation of certain segments of the shoe, development of the model design, as well as the manufacture of shoes by individual order under the conditions of Litini LLC.

The individual project of orthopedic shoes is made taking into account the medical component in accordance with the diagnosis and recommendations of the endocrinologist, as well as taking into account the customer's requirements for functionality, ergonomics and aesthetics. As a result, ready-made shoes and a package of design and technological documentation for the product are presented. The manufactured shoes were tested in the conditions of daily experimental wearing of the product by the customer, which allowed to confirm

the high quality of the product, to affirm the possibility of effective combination of the functional constructive component of this orthopedic shoe with the current aesthetic design.

Key words: pad, diabetic foot, orthopedic shoes, design, technology, material, cushioning system, insole.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Індивідуальний підхід майстра до розробки моделі і виготовлення ортопедичного взуття для людей із захворюванням на цукровий діабет другого типу з урахуванням особливостей діабетичної стопи є вкрай важливим завданням, оскільки комфортність взуття, його відповідність стандартизованим вимогам та антропометричним параметрам стоп пацієнта впливає на збереження цілісності і здоров'я усього організму носія в цілому та стоп нижніх кінцівок зокрема. При індивідуальному підході до здійснення підготовчих, проектних та виробничих процесів щодо виготовлення взуття даної підгрупи можна досягти максимально комфортного внутрішнього середовища виробу для зменшення навантаження на стопу носія під час руху та в періоди спокою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Фундаментальними та прикладними дослідженнями анатомічних і функціональних особливостей стоп людей різних регіонів України та світу, вимог до взуття і його елементів (ортопедичних та профілактичних), особливостей конструкції і технології виготовлення взуття є важливою частиною процесу розвитку і вдосконалення галузі в цілому, що дозволяє мінімізувати витрати на виготовлення якісного, комфортного та анатомічно правильного взуття, яке не лише забезпечує утилітарні вимоги взуття, але й покращує функціонал та здоров'я уражених хворобою стоп. Згідно даного напрямку багатьма українськими та зарубіжними науковцями у різні роки були проведені та описані в наукових працях дослідження, які допомогли теоретико-практичним шляхом зрозуміти, як анатомічні особливості здорової та ураженої хворобою стопи людини впливають на конструктив, комфортність та ефективність взуття.

В роботах молодих науковців, таких як Л. Чертенко, В. Кернєш, Н. Кузіної, С. Каменця, О. Бондара розглянуто питання по вдосконаленню способів та методів проєктування моделей взуття різного призначення за допомогою 3д-систем для сканування стопи, обробки інформації та проєктування елементів взуття і оснастки [1-3,4]; в роботах Г. Щуцької, Т. Пономаренко, А. Бабич, М. Лещишин та інших досліджено різновиди матеріалів та вплив ортопедичних елементів на комфорт і функціональність взуття для людей із різними видами патологій і деформацій стоп, включаючи хворобу цукровий діабет [5-7]; в роботах Г. Лобанової, А. Домбровського, О. Козарь, О. Михайловської, Т. Надопти досліджено індивідуальні особливості будови стопи, що має ключове значення для розробки конструкції і технології виготовлення взуття, яке враховує фізіологічні та анатомічні характеристики стопи [8,9]. Досліджено і описано елементи ортопедичного взуття, які мають вплив на профілактику та лікування деформацій стопи. Дані роботи сприяли розробці рекомендацій щодо правильної конструкції взуття для людей з різними ортопедичними проблемами, включаючи хворобу Кагера і плоскостопість [10].

Формулювання цілей статті

Вивчені і проаналізовані дослідження та практичні розробки науковців орієнтовані на виготовлення ортопедичного взуття різного призначення дають можливість стверджувати, що дана проблематика є актуальною. Тому метою даної роботи є розробка конструкції і технології виготовлення ортопедичного взуття для людей хворих на цукровий діабет другого типу за індивідуальним замовленням. Розроблені та виготовлені вироби мають на меті збереження стоп без ушкоджень, покращення якості життя людей за рахунок забезпечення сучасних підходів до проєктування та виготовлення ортопедичного взуття [1-10].

Виклад основного матеріалу

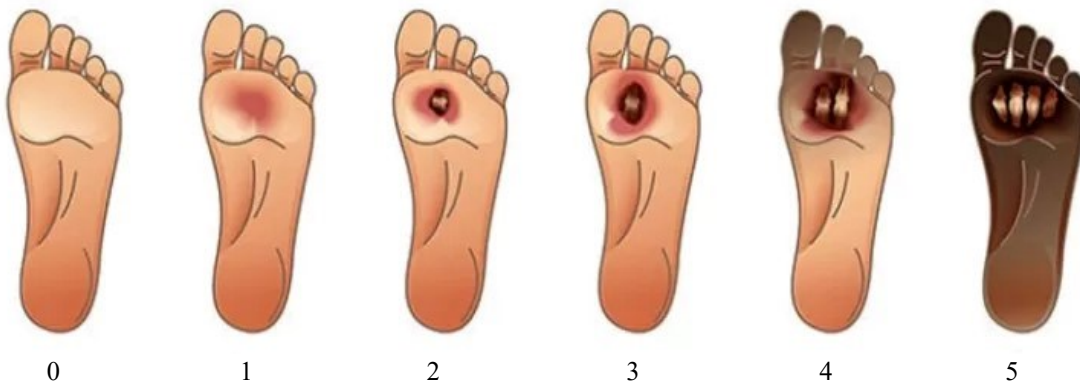
Цукровий діабет - це серйозне ендокринне захворювання. З урахуванням розвитку сучасних методик лікування даної хвороби, ризик появи та ускладнення цукрового діабету залишаються високими. Цукровий діабет другого типу — це комплексне хронічне захворювання яке виникає, коли організм не може виробляти достатню кількість інсуліну або ефективно його використовувати.

Один із серйозних наслідків, що часто зустрічається при даному захворюванні – це діабетична стопа. За статистикою, близько 80-90% хворих на діабет другого типу стикаються із цією патологією (рис.1). Складність полягає в тому, що діабетична стопа не є самостійним захворюванням, але вона несе в собі цілий комплекс змін, який зачіпає судини, нерви, м'язи, кісткові структури та шкіру нижніх кінцівок, викликаючи незворотні порушення.

Приділяючи належну увагу своїм стопам і організму в цілому, використовуючи спеціальне взуття з комфортним середовищем в середині виробу споживач може максимально захистити стопи і запобігти певному ряду ускладнень та травм стоп, які загоюються вкрай важко (рис.2). Окрім того, використання спеціального взуття з вкладними спеціальними устілками дозволяють споживачу комплексно усунути ймовірність отримання травм та інших уражень стоп.



Рис.1. Візуалізація нижніх кінцівок пацієнта з діагнозом цукровий діабет другого ступеня



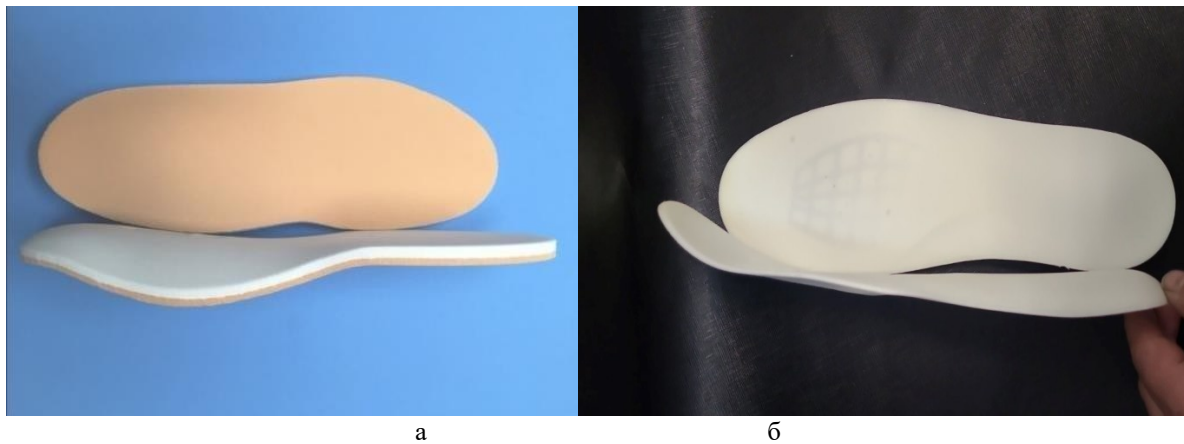
0 стадія- без відкритої поверхневої виразки; 1 стадія – почервоніння ходової частини стопи, утворення поверхневої виразки; 2 стадія – наявні глибокі поверхневі виразки не великого розміру; 3 стадія – наявні глибокі поверхневі виразки великого розміру (абсцес); 4 стадія – часткова гангрена стопи; 5стадія – гангрена усієї стопи
Рис.2. Схематична візуалізація стадій цукрового діабету та ураження нижніх кінцівок хворобою

Конструкція ортопедичного взуття для хворих на діабет другого ступеня відрізняється від звичайних виробів, адже у такому взутті всі елементи відіграють важливу роль – підошва, устілка, шви, матеріали. Виготовляти таке взуття рекомендовано індивідуально з класичних та інноваційних якісних матеріалів. Це можна робити за готовими стандартними колодками корегуючи їх за потреби шляхом нарощування окремих її частин (рис.3) або за допомогою індивідуальних зліпків стоп пацієнта. Важливо, що такі черевики повинні «сидіти» на нижніх кінцівках вільно і мати анатомічну широкую та опуклу носково-пучкову частину виробу.



а – стандартна зчленована колодка(початковий етап); б – стандартна зчленована колодка(кінцевий етап)
Рис. 3. Візуалізація етапів підготовки (нарощування) стандартної колодки для виготовлення взуття для проблемних діабетичних стоп

Ортопедичні моделі взуття для людей хворих на цукровий діабет зазвичай передбачають наявність ортопедичних вкладних устілок. Устілка для взуття замовника з діагнозом діабет другого типу зазвичай виготовляється з одношарового латексу або з багатшарового пакету матеріалів різної щільності, як наприклад устілки SoleTech, які є м'якими та амортизуючими[15]. Матеріал при виготовленні устілок технологічно не потребує склеювання, тому при експлуатації відсутне відклеювання чи розшаровування матеріалів устілки (рис.4).



а – багат шарова устілка; б – одношарова устілка
Рис. 4. Візуалізація різновидів діабетичних устілок

Матеріали для виготовлення ортопедичного взуття різного призначення повинні бути високої якості, володіти властивостями, такими як: гігроскопічність, повітропроникність, гіпоалергенність, антибактеріальність. Натуральна шкіра є найкращим гігроскопічним природним матеріалом для даних потреб, швидко поглинає і виводить вологу з внутрішнього середовища виробу на зовні, а також в процесі носіння взуття приформовується до стоп носія.

Сучасне взуття і його елементи для людей хворих на діабет має відповідати наступним вимогам: підошва різного ступеня жорсткості (за потребою), мінімальна кількість деталей і швів, які можуть натирати стопу і травмувати її, анатомічна носково-пучкова частина моделі (розширена та опукла), ортопедична устілка; регулятор фіксації взуття на нозі (шнурівка, липка стрічка «Велкро», ремінці, що фіксуються на пряжку) тощо.

Ортопедичне взуття для пацієнтів хворих на діабет має особливе значення, оскільки допомагає людині знизити ризик прогресу хвороби, зменшує напругу і рознавантажує стопи ніг тощо.

Отже, основою розробки даного проекту є розробка та виготовлення за індивідуальним замовленням ергономічного виробу, що відповідає актуальним тенденціям моди, функціональним вимогам споживача.

Одним з найбільш прогресивних та екологічних способів розробки і виготовлення просторових елементів або деталей будь-якого виду взуття є тривимірне сканування стопи пацієнта, візуалізація об'єкта та друк деталей на 3D-принтері чи друк і різка лекал деталей на плотері, який дозволяє виготовляти індивідуальні елементи виробу з різних матеріалів. Ці технології відкривають нові можливості для створення комфорту в умовах виробництва роблячи ортопедичне взуття доступнішим для пацієнтів[1-3,12-14]. У такий спосіб можна отримати детальну інформацію про форму та розміри стопи, що є основою для розробки внутрішньої форми взуття або устілок[4-6,15]. Однак, з урахуванням фінансових і енергетичних викликів сьогодення, а також у зв'язку з військовими подіями в Україні для приватних підприємців такі способи неприйнятні. Тому попереднє обстеження стоп нижніх кінцівок, обміри та підгонка колодок, проектування та виготовлення взуття в даному проекті виконано майстром повністю або частково вручну і тільки окремі операції технологічного циклу виконано за допомогою промислового обладнання чи засобів малої механізації.

Розпочавши роботу над створенням конструкції виробу було виявлено, що у пацієнта лікарем діагностовано діабет, що підтверджується візуальним оглядом стоп та порівнянням параметрів лівої та правої стопи.

Процес отримання вихідної інформації для проекту в рамках підготовки до проектування представленої моделі взуття та допоміжних ортопедичних елементів складається з декількох етапів:

- дослідження вимог пацієнтів та аналіз стоп - на даному етапі проводиться консультація зі спеціалістом, який оцінює стан пацієнта та визначає потреби в корекції; збираються дані про анатомічні особливості стопи, а також про спосіб життя та активність пацієнта;

- ручний обмір стопи та дослідження із застосуванням плантографії для отримання графічного відбитка ходової поверхні стоп для контролю основних антропометричних параметрів з подальшим проектування взуття.

Для реалізації виробу в матеріалі підібрано і застосовано матеріали: натуральна шкіра для деталей верху заготовки взуття та елементів підкладки, європідкладка текстильна, гума порувата, вкладна устілка латексна, основна устілка картонна. Для деталей підошви використовуються матеріали гума порувата або EVA. Геленок у даній конструкції взуття не передбачений. Конструкція виробу простора і м'яка. Система фіксації виробу на нозі – застібка «велкро». Етапи виготовлення ортопедичного взуття для пацієнта за індивідуальним замовленням представлено на рис.5.

Взуття, що спроектовано і виготовлено в умовах даного дослідження відповідно до вимог може покращити функціонал нижніх кінцівок носія, зменшити втомлюваність і запобігти подальших медичних ускладнень чи пошкоджень стоп, є функціональним, комфортним та естетично привабливим.



а - процес проєктування ортопедичного взуття з урахуванням анатомічних особливостей стоп за адаптованою італійською методикою; **б** - розкрій деталей верху і підкладки взуття; **в** – складання деталей заготовки на швейному обладнанні; **г** – виготовлення вузла основної устілки ; **д** - формування пари взуття на колодці; **е** - прикріплення підошви; **є** – комплекс опоряджувальних операцій; **ж** – зняття взуття з колодки; **з** – оцінка якості готового виробу; **і** – упаковка виробу.
Рис.5. Етапи виготовлення ортопедичного взуття для діабетиків за індивідуальним замовленням

Висновки

Враховуючи тенденції моди та використовуючи творче джерело й індивідуальний підхід до роботи з клієнтом над створенням комфортного ортопедичного взуття в даному проєкті було розроблено та виготовлено взуття за індивідуальним замовленням в умовах ТОВ «Litini».

Індивідуальний проєкт ортопедичного взуття виконано з урахуванням медичної складової згідно з діагнозом та рекомендаціями лікаря-ендокринолога, а також враховуючи вимоги замовника щодо функціональності, ергономічності та естетичності.

Результати проведених досліджень апробації взуття в умовах щоденного дослідного носіння виробу замовником протягом 30 днів дозволяють підтвердити високу якість виробу, стверджувати можливість ефективного поєднання функціональної конструктивної складової даного взуття з актуальною естетично-функціональною системою фіксації виробу на нозі. При цьому існує необхідність подальшого вдосконалення вимог щодо взуття даної підгрупи з урахуванням ортопедичних особливостей діабетичної стопи. В наступних проєктах спробуємо частково застосувати цифрові

технології на етапах розробки елементів та вузлів взуття, конструкції взуття і форми колодки за індивідуальним замовленням, які в свою чергу дозволяють оптимізувати процес виготовлення виробу.

Література

1. Чертенко, Л., Кернеш, В., & Кузіна, Н. (2024). Індивідуалізація ортопедичного взуття. Ключові фактори при проектуванні. *Вісник Хмельницького національного університету*, (4 (339)), 491–496.
2. Chertenko, L., Kernesh, V., Pervaia, N., & Lypskyi, T. (2021). The improved approach to the development of parameters for the inner shape of military boots. *Leather and Footwear Journal*, 21(4), 205–216.
3. Bondar, O., Chertenko, L., Spahiu, T., & Shehi, E. (2024). Shoe customization in a mass-production mode. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 19, 155–162.
4. Каменець, С. Є., & Захожа, Н. Ю. (2021). Моделювання взуття в універсальних програмах 3D графіки. *Індустрія моди. Fashion Industry*, (3), 36–42.
5. Пономаренко, Т. В., Щуцька, Г. В., & Супрун, Н. П. (2015). Особливості вибору матеріалів на дитяче ортопедичне взуття. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки*, (6), 164–168.
6. Лецишин, М., Бабич, А., Кернеш, В., & Білоус, П. (2022). Використання креативних методів та нетипових матеріалів у дизайні виробів індустрії моди. *ICAMS. [Електронний ресурс]*. Отримано з <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57226649098T>
7. Бабич, А. І., & Ніколаєнко, І. М. (2020). Розробка колекції дитячого взуття з ортопрофілактичними елементами конструкції заготовки виробів. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*, (2), 204–214.
8. Надопта, Т., Михайловська, О., & Олійник, А. (2023). Визначення впливу попередніх деформацій на стійкість спеціального взуття до багаторазового згину. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*, (5), 166–172.
9. Михайловська, О. А., Лобанова, Г. Є., Солтик, І. Т., & Надопта, Т. А. (2022). Розробка комфортного взуття для людей з інвалідністю. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*, (4), 168–175.
10. Державний комітет стандартизації, метрології та сертифікації України. (1995). *Взуття спеціальне. Номенклатура показників якості: ДСТУ 3242–95*. Київ: Державний комітет стандартизації.

References

1. Chertenko, L., Kernesh, V., & Kuzina, N. (2024). Individualization of orthopedic footwear. Key factors in design. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, (4 (339)), 491–496.
2. Chertenko, L., Kernesh, V., Pervaia, N., & Lypskyi, T. (2021). The improved approach to the development of parameters for the inner shape of military boots. *Leather and Footwear Journal*, 21(4), 205–216.
3. Bondar, O., Chertenko, L., Spahiu, T., & Shehi, E. (2024). Shoe customization in a mass-production mode. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 19, 155–162.
4. Kamenets, S. Ye., & Zakhozha, N. Yu. (2021). Modeliuvannia vzuttia v universalnykh prohramakh 3D hrafiky. *Industriia mody. Fashion Industry*, (3), 36–42.
5. Ponomarenko, T. V., Shchutka, H. V., & Suprun, N. P. (2015). Osoblyvosti vyboru materialiv na dytiache ortopedychne vzuttia. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Serii: Tekhnichni nauky*, (6), 164–168.
6. Leshchynshyn, M., Babych, A., Kernesh, V., & Bilous, P. (2022). Vykorystannia kreatyvnykh metodiv ta netypovykh materialiv u dyzaini vyrobiv industrii mody. *ICAMS. [Elektronnyi resurs]*. Otrymano z <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57226649098T>
7. Babych, A. I., & Nikolaienko, I. M. (2020). Rozrobka kolektsii dytiachoho vzuttia z orto-profilaktychnymy elementamy konstrukttsii zahotovky vyrobiv. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, (2), 204–214.
8. Nadopta, T., Mykhailovska, O., & Oliinyk, A. (2023). Vyznachennia vplyvu poperednikh deformatsii na stiikest spetsialnoho vzuttia do bahatorazovoho zghynu. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, (5), 166–172.
9. Mykhailovska, O. A., Lobanova, H. Ye., Soltyk, I. T., & Nadopta, T. A. (2022). Rozrobka komfortnoho vzuttia dlia liudei z invalidnistiu. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, (4), 168–175.
10. Derzhavnyi komitet standartyzatsii, metrolohii ta sertyfikatsii Ukrainy. (1995). *Vzuttia spetsialne. Nomenklatura pokaznykiv yakosti: DSTU 3242–95*. Kyiv: Derzhavnyi komitet standartyzatsii.