

Т.А. НАДОПТА, І.Т. СОЛТИК, О.А. МИХАЙЛОВСЬКА
Хмельницький національний університет

ПРИНЦИПИ АНАЛІТИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ БАЗОВОЇ ОСНОВИ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ

У статті наведено принципи формування аналітичної моделі базової основи, що є першоосновою створення теорії проектування деталей верху взуття. Запропоновано загальні положення, які дозволили змодельовати абрис базової основи з врахуванням основних анатомічних точок стопи та основ нарисної геометрії, які є першоосновою для побудови алгоритму визначення параметрів сплайнових кривих. Запропоновано поняття «базова основа», яка є комплексом варіантних рішень для проектування деталей верху взуття. Базова основа є вихідним елементом для подальшого проектування деталей верху взуття відповідно до художньо-конструктивного рішення взуття та забезпечує відтворення анатомо-морфологічних властивостей стопи. Це сприяє проектуванню раціональних конструкцій взуття.

Ключові слова: взуття, стопа, деталі верху взуття, аналітична модель, базова основа, сплайнові криві.

T.A. NADOPTA, I.T. SOLTZYK, O.A. MYKHAILOVSKA
Khmelnytsky National University

PRINCIPLES OF ANALYTICAL DESIGN OF THE BASIC BASE OF SHOES

The article describes the principles of forming an analytical model of the base framework, which is the basis for the creation of the theory of designing parts of the upper shoes. The general provisions are offered, which allowed to model the outlines of the base basis taking into account the basic anatomical points of the foot and the basics of the descriptive geometry, which are the basic basis for the construction of the algorithm for determining the parameters of spline curves. The article presents the principles of forming an analytical model of the underlying basis, which is the basis of the creation of the theory of designing parts of the top of the footwear. General provisions were proposed that allowed to simulate the bases of the abyss taking into account the main anatomical points of the foot and the fundamentals of the writing geometry, which are the basis for constructing the algorithm for determining the parameters of the spline curves. The concept "base base" is proposed, which is a complex of variant solutions for designing details of the top of the footwear. The base is an initial element for further design of the details of the top of the shoes in accordance with the artistic design of the shoes and provides reproduction of the anatomical and morphological properties of the foot. It contributes to the design of rational shoe designs modules that will allow to automate the design of shoes for schoolchildren, including all stages of the details uppers design. The developed method allows to obtain the data of the foot measurement with certain deviations from the standard parameters. Then automatically based on our analytical apparatus, which is introduced into the relevant software, calculate and cross out the base, and the details of the poem shoes are developed on an analytically designed basis, taking into account the anatomical properties of the feet.

Keywords: shoes, foot, details shoe uppers, analytical model, basic basis, spline curves.

Постановка проблеми

Ефективність вітчизняного взуттєвого підприємства залежить в значній мірі від конкурентоздатності виробів. Це можливо за рахунок впровадження у виробництво нових товарів, використання оригінальних конструкторських і технологічних рішень. Зокрема, автоматизація багатьох дій пов'язаних з процесами проектування та виробництва взуття. При цьому необхідно не забувати про те, що конструкція взуття має бути раціональною, тобто форми та розміри виробу повинні відповідати стопі споживача [1]. Це все дасть можливість створити конкурентоздатний асортимент взуття та покращити якість взуттєвих виробів, скоротити час його виготовлення, а в результаті і собівартість взуття.

Тому, важливим напрямком підвищення ефективності роботи взуттєвих підприємств є розробка власних систем автоматизованого проектування взуття. Це, в першу чергу, вимагає попередньої розробки їх науково-аналітичної основи з урахуванням сучасних інноваційних тенденцій, які опираються на анатомічні особливості стоп. Одним з ключових моментів виготовлення такого взуття є якомога точніше врахування анатомічних характеристик стоп на всіх етапах проектування, визначення пріоритетного композиційно-конструктивного рішення моделі, застосування сучасного високотехнологічного обладнання, забезпечення якості продукції [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основою для отримання креслень деталей верху взуття (ДВВ) є плоска розгортка бокової поверхні взуттєвої колодки. Існують різні типи отримання умовної розгортки колодки, що відрізняються конфігурацією та методом отримання, тому для кожного виду та конструкції взуття існують певні типи оптимальних умовних розгорнень. Але оскільки поверхня колодки має складну просторову форму, то виникає складність її відтворення на площині.

Методи отримання умовної розгортки колодки (УРК) можна розділити на графічні та графо-аналітичні. До найбільш застосованих графічних відносяться такі способи отримання УРК: спрощений шаблонний, шаблонний (Апанасенко В.П., Рослик Г.І., Тонковід Л.А.) та метод зліпка; метод «жорстка оболонка» та італійський (комбінований) метод [3].

Окремо слід відзначити один із сучасних методів, який за своєю суттю є модифікованим графічним методом [4]. Сутність методу полягає в тому, що на поверхні колодки відзначають геодезичні лінії із зовнішньої й внутрішньої сторін колодки, від найбільш виступаючої точки носка до найбільш виступаючої

точки п'яти. При цьому геодезичні лінії повинні проходити через точки, що відповідають центрам пучків і перебувають на відстані однієї третини від ребра сліду колодки до середини гребеня по лінії пучків. Перпендикулярно геодезичним лініям наносять поперечні допоміжні лінії, одержуючи в такий спосіб сітку конструктивних ліній. Потім поверхню складного геометричного тіла колодки розбивають на ділянки по екстремальних перетинах: найбільш широке місце п'яти, середина стопи, зовнішній пучок, внутрішній пучок і умовно апроксимують ці ділянки простими геометричними тілами обертання. Перша ділянка – від найбільш виступаючої точки п'яти до найбільш широкого місця п'яти апроксимується двома усіченими конусами, складеними разом більшими основами й циліндром, розміщеним над ними. Наступні ділянки апроксимують відповідно циліндром, усіченим конусом, циліндром і сферою. Отриману сітку конструктивних ліній і суму зчленованих гранями геометричних тіл обертання розпластують на площині щодо геодезичних ліній. Розпластана сітка конструктивних ліній дає плоский шаблон умовного розгорнення поверхні колодки. У місцях стикування розгорнень геометричних тіл обертання фіксують недолік або надлишок площі (нахлестування або розбіжність площ окремих розгорток, обумовлених їхньою формою). Заміряючи основні характеристики апроксимуючих тіл обертання (радіуси, твірні, висоти), обчислюють значення коректування за формулами, отриманими з використанням законів геометрії, і відзначають отримані величини на плоскому шаблоні умовного розгорнення бічної поверхні колодки. Певною мірою ця методика суттєво ускладнена в порівнянні з описаними вище методами, більш перспективна в сенсі подальшого використання САПР тієї чи іншої ступені складності, тому її слід розглядати як перехідну. З цим методом перегукується пропозиція моделювати складні фігури при розкрії плоских матеріалів шляхом комбінування простими, що свідчить про появу деякої тенденції в методології розгортання просторових фігур в площинну форму – моделювання їх комплексом окремих складових [5]. Спосіб дозволяє істотно спростити технологію розмітки й скоротити число шаблонів за рахунок використання набору простих геометричних фігур, виконаних у вигляді контурів, котрі розкладають на плоскому матеріалі й окреслюють кінцевий зовнішній або внутрішній контур, причому зовнішній контур окреслюють при підході до контуру ззовні, а внутрішній – при підході до контуру зсередини. Спосіб передбачає при необхідності зчитування, запам'ятовування й перетворення із заданим масштабним коефіцієнтом з наступним розкладанням контурів на плоскому матеріалі і їхнє окреслення.

Також слід окремо відзначити, що закордонні розробники програмного забезпечення для автоматизованого проектування взуття не надають докладну інформацію про аналітичну основу та методи, які застосовуються для реалізації.

Зокрема авторами [6] розроблено програму проектування ДВВ, на основі такого універсального програмного пакета як AutoCAD. Дана програма проектування типових конструкцій взуття базується на основі копіювально-графічної системи, де за основу беруться відскановані розгортки різних взуттєвих колодок. Розроблено методику проектування дитячої колодки та конструктивної основи верху взуття в середовищі Delcam [7]. На теперішній час також нерідко застосовують такі програмні продукти, зокрема 3d studio MAX, CorelDraw, ACCOLЬ, Аско-2д [8]. Але основним недоліком перелічених вище програмних продуктів є те, що необхідно вручну отримувати умовну розгортку бокової поверхні колодки. Однак, цих недоліків можна було б уникнути, якщо розробити такий програмний продукт, котрий давав би можливість уникнути етапу ручного введення вихідної інформації для проектування деталей верху взуття.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка аналітичних основ виробів складної форми, зокрема базової основи деталей верху взуття, для систем автоматизованого проектування, що дозволить швидше, точніше, простіше і економніше виконувати проектування виробів індустрії моди.

Викладення основного матеріалу

Точність застосування моделей, котрі задовольняють необхідні геометричні характеристики та властивості, перш за все залежить від обґрунтованого вибору цих моделей та об'єкту, що необхідно описати.

Одним із важливих моментів процесу проектування є одержання раціональних конфігурацій деталей взуття з огляду на будову стопи, її зміни форми і розмірів у процесі ходіння, розрахунок раціональних припусків на товщину внутрішніх і проміжних деталей. Тому необхідно розробити такий метод отримання вихідного елемента для подальшого проектування, який задовольняв би ці вимоги та забезпечував проектування якісного взуття.

Основним елементом процесу проектування взуття є взуттєва колодка, яка є оснасткою для виготовлення виробу. Її форма змінюється залежно від необхідного фасону, повноти, розміру та висоти каблука. Антропометричні дані про форму і розміри стопи з урахуванням її фізіології і біомеханіки необхідно перетворити в параметри колодки і на їх основі визначити абрис криволінійних її поверхонь.

При побудові програмних модулів для автоматизованого проектування деталей верху взуття (ДВВ) необхідно застосовувати методи інтегрування вихідних параметрів у реальні абриси деталей взуття. Більшість закордонних автоматизованих систем проектування взуття розроблялося без урахування можливості їх реалізації на вітчизняних взуттєвих підприємствах. Оскільки реалізація процесу проектування ДВВ вимагає істотних витрат, то закордонні САПР взуття практично непридатні для розв'язання вітчизняних задач моделювання в реальному часі. Використання методів, що мають високий порядок точності, пов'язане також із значними труднощами розробки автоматизованого процесу.

Тому для розробки програмних модулів автоматизованого геометричного опису колодки потрібно

обґрунтовано розробити точну модель з дотриманням цілого комплексу умов. Ця модель повинна містити в собі інформацію про характеристики поверхні, акцентуючи увагу на основних анатомічних точках стопи, розрахунок технологічного обладнання, оскільки це суттєво впливає на якість взуття в подальшому.

Основа для подальшого проектування ДВВ може бути отримана:

- експериментально, шляхом зняття розгортки безпосередньо з колодки;
- геометрично, шляхом побудови за відповідною методикою контурів основи або окремих її складових;

- теоретично, шляхом формування прототипу як геометричного місця множини точок або сітчастого каркасу, призначення та аналітичного опису конфігурації системи характерних перерізів, розгортання в площину профільної кривої перерізу прототипу серединною площиною, яка служить віссю побудови, фіксації на осі точок характерних перерізів, відкладання на променях від цих точок довжини твірних характерних перерізів [9]. Для цього необхідний точний аналітичний опис характерних перерізів. На жаль, цей шлях поки що у вітчизняній науці не має прийнятного апаратного рішення.

На практиці найчастіше використовуються перші два методи, які відзначаються низькою продуктивністю і невисокою точністю.

З огляду на зазначене, розроблена модель, яка дозволяє отримати контури основи, з використанням емпіричних зв'язків між результатами антропометричних досліджень стоп, прототипом взуття та базовою основою ДВВ.

Таким чином, базова основа ДВВ є початковою геометричною структурою для подальшого проектування ДВВ шляхом розділення її на окремі об'єкти відповідно до художньо-конструктивного рішення взуття та анатомо-морфологічних властивостей стопи. В конструкції взуття, базова основа деталей верху взуття – плоска фігура, яку складають ДВВ без припусків на з'єднання, обробку країв, затягування тощо.

В геометричній моделі прототипу, базова основа – це сукупність абрисів, що враховують анатомо-морфологічні властивості стопи і яким дається аналітичний опис як функції основних параметрів взуття:

$$M = F(K_D, H_K, r_N, W, Nn), \quad (1)$$

де F – система функціональних залежностей певного виду та послідовної підпорядкованості.

K_D – коефіцієнт носкової частини;

H_K – висота каблука;

r_N – радіус заокруглення носкової частини;

W – повнота;

Nn – довжина стопи.

Таким чином, створюється можливість прямого переходу від результатів обміру стопи до автоматизованої побудови контурів базової основи ДВВ.

Тобто, базова основа ДВВ – це комплекс варіантних рішень для проектування ДВВ, який обумовлений правильним співвідношенням форми й розмірів стопи з внутрішнім взуттєвим простором, що враховує довжину стопи, висоту каблука, повноту, тип та форму носкової частини та зміну при цьому положення розміщень основних характерних точок стопи, що мають вплив на подальшу форму контурів деталей, швів, проміжних деталей, декоративних прикрас тощо.

Отже, базова основа ДВВ дозволяє вирішити проблему раціонального членування деталей на основі анатомічних характеристик стопи та суттєво підвищити якість і споживчі властивості взуття.

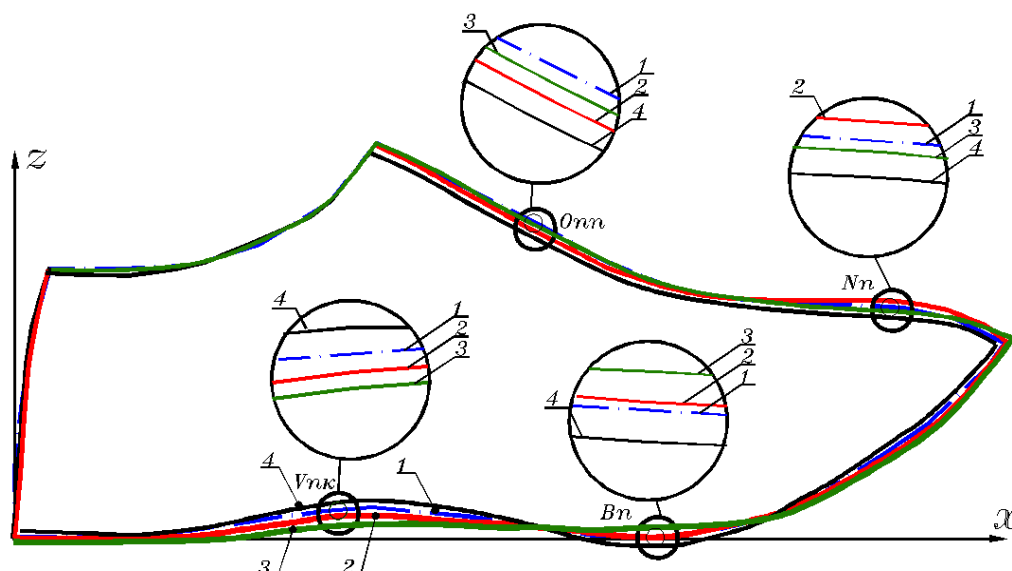


Рис. 1. Порівняння розгорток та базової основи (жіноча статеві-вікова група), отриманих методами: 1 – зіпська; 2 – з використанням аналітичної моделі; 3 – комбінованим; 4 – спрощеним шаблонним

На основі запропонованої моделі отримано базові основи для чоловічої та жіночої статеві-вікових груп. На рис. 1 та 2 наведено порівняння одержання розгортки традиційними ручними методами з базовою основою, підгрунтя якої становить аналітична модель. В якості основного зразка вибрано розгортку отримані методом зліпка, оскільки саме застосування цього методу забезпечує найбільш точне відтворення поверхні колодки, а для порівняння – спрощений шаблонний метод та комбінований, які найчастіше використовують в практиці проектування взуття. При порівнянні розгортки суміщали в найбільш випуклій точці п'ятової частини і в носковій частині. Порівняння розгортки проводили в критичних місцях з врахуванням положення основних анатомічних точок (відросток п'ятої плеснової кістки V_{nk} , внутрішній пучок B_n , довжина стопи N_n , обхват прямого підйому O_{nn}).

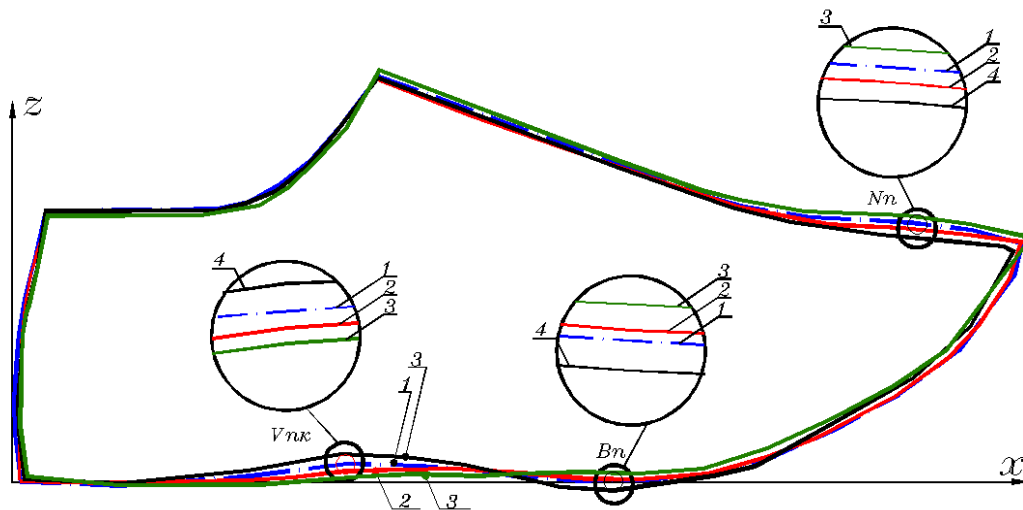


Рис. 2. Порівняння розгортки та базової основи (чоловіча статеві-вікова група) отриманих методами: 1 – зліпка; 2 – з використанням аналітичної моделі; 3 – комбінованим; 4 – спрощеним шаблонним

В таблицях 1, 2 наведені абсолютні значення відхилень розгортки в критичних місцях від основного зразка, які свідчать про прийнятну точність емпіричної методики проектування базової основи.

Таблиця 1

Значення відхилень розгортки від основного зразка (чоловіча статеві-вікова група)

Критичні точки порівняння	Висота каблука H_k	Припуск носкової частини K_D	Методи одержання розгортки		
			З використанням запропонованої моделі	Комбінований	Спрощений шаблонний
1	2	3	4	5	6
Відросток п'ятої плеснової кістки V_{nk}	$H_k=10$	$K_D=1,02$	1,82	3,59	4,18
		$K_D=1,07$	1,94	3,17	4,63
		$K_D=1,13$	2,02	3,84	4,89
	$H_k=20$	$K_D=1,02$	1,92	3,26	4,75
		$K_D=1,07$	2,08	3,91	4,74
		$K_D=1,13$	2,25	4,11	5,02
Внутрішній пучок B_n	$H_k=10$	$K_D=1,02$	1,69	4,23	4,95
		$K_D=1,07$	1,81	4,45	5,82
		$K_D=1,13$	1,89	4,56	5,87
	$H_k=20$	$K_D=1,02$	1,82	4,43	4,98
		$K_D=1,07$	1,98	4,59	5,22
		$K_D=1,13$	2,11	4,73	5,36
Довжина стопи N_n	$H_k=10$	$K_D=1,02$	2,06	3,16	4,29
		$K_D=1,07$	2,14	3,38	4,57
		$K_D=1,13$	2,47	3,65	4,67
	$H_k=20$	$K_D=1,02$	2,13	3,47	4,36
		$K_D=1,07$	2,39	3,71	4,74
		$K_D=1,13$	2,51	3,85	4,85

Таблиця 2

Значення відхилень розгортки від основного зразка (жіноча статеві-вікова група)

Критичні точки порівняння	Висота каблук H_k	Припуск носкової частини K_D	Методи одержання розгортки		
			З використанням запропонованої моделі	Комбінований	Спрощений шаблонний
1	2	3	4	5	6
Відросток п'ятої плеснової кістки $V_{пк}$	$H_k=20$	$K_D=1,02$	1,74	1,89	4,38
		$K_D=1,07$	1,92	2,02	4,56
		$K_D=1,13$	2,05	2,43	4,79
	$H_k=40$	$K_D=1,02$	1,97	1,86	4,29
		$K_D=1,07$	2,22	2,13	4,22
		$K_D=1,13$	2,46	2,18	4,38
	$H_k=60$	$K_D=1,02$	1,97	2,01	4,78
		$K_D=1,07$	2,41	2,18	4,9
		$K_D=1,13$	2,76	2,19	4,98
Внутрішній пучок B_n	$H_k=20$	$K_D=1,02$	0	2,50	3,00
		$K_D=1,07$	0	2,71	3,06
		$K_D=1,13$	0	2,81	3,18
	$H_k=40$	$K_D=1,02$	0	2,62	2,98
		$K_D=1,07$	0	2,83	3,06
		$K_D=1,13$	0	2,94	3,15
	$H_k=60$	$K_D=1,02$	0	2,63	3,18
		$K_D=1,07$	0	2,85	3,24
		$K_D=1,13$	0	2,98	3,36
Довжина стопи N_n	$H_k=20$	$K_D=1,02$	1,82	1,39	3,05
		$K_D=1,07$	1,86	1,26	3,06
		$K_D=1,13$	1,93	1,56	3,45
	$H_k=40$	$K_D=1,02$	1,92	1,51	3,41
		$K_D=1,07$	2,03	1,74	3,52
		$K_D=1,13$	2,12	1,89	3,65
	$H_k=60$	$K_D=1,02$	2,18	2,14	4,13
		$K_D=1,07$	2,21	2,26	4,29
		$K_D=1,13$	2,56	2,41	4,59
Обхват прямого підйому $O_{пн}$	$H_k=20$	$K_D=1,02$	1,21	1,92	4,56
		$K_D=1,07$	1,24	1,98	4,61
		$K_D=1,13$	1,45	2,03	4,82
	$H_k=40$	$K_D=1,02$	1,36	1,85	4,63
		$K_D=1,07$	1,57	2,01	4,71
		$K_D=1,13$	1,59	2,12	4,79
	$H_k=60$	$K_D=1,02$	1,41	2,01	4,74
		$K_D=1,07$	1,62	2,22	4,98
		$K_D=1,13$	1,69	2,36	5,01

Таким чином запропонована методика забезпечує високу точність побудови базової основи (БО) ДВВ при незрівнянно більшій продуктивності. Тому запропоноване удосконалення процесу проектування ДВВ може використовуватися в реальній практиці виготовлення взуття. Важливим при цьому є те, що дана методика дозволяє отримувати дані обміру стопи з певними відхиленнями від стандартних параметрів, далі автоматично на основі представленого вище аналітичного апарату, який вводиться у відповідне програмне забезпечення (у тому числі – універсального призначення), розрахувати та викреслити БО і вже ДВВ проектується на аналітично розробленій базовій основі з врахуванням анатомо-морфологічних властивостей стоп та художнього рішення конструкції.

Висновки

Проведено апробацію емпіричної методики проектування БО ДВВ, результати якої вказують на найменше відхилення від основного зразка в порівнянні з іншими методиками (відхилення базової основи в межах 0... 2,8 мм; комбінованого методу – 1,2...4,8 мм; спрощеного шаблонного – 2,8...5.8 мм), що свідчить про прийнятну точність емпіричної методики проектування базової основи.

Література

1. Надопта Т.А. Розробка методу проектування деталей верху взуття на основі аналітичної моделі прототипу : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.18 / Надопта Тетяна Анатоліївна. – Хмельницький, 2013. – 214 с.

2. Надопта Т.А. Загальні критерії якості взуттєвих виробів для дітей-школярів / Т.А. Надопта, А.Б. Домбровський, О.В. Скідан // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 1. – С. 244–249.
3. Коновал В. П. Універсальний довідник взуттєвика: навчальний посібник / В. П. Коновал, С. С. Гаркавенко, Л. Т. Свістуніна. – Київ : Лібра, 2005. – 720 с.
4. Бояров М. С. Обмер и воспроизведение поверхности колодки бесконтактным методом / М. С. Бояров, А. А. Лаптев, С. В. Родэ // Кожевенно-обувная промышленность. – 2008. – № 1. – С. 42-43.
5. Павлова С.В. Разработка системного комплекса средств геометрического моделирования для САПР изделий индустрии моды / С.В. Павлова // Естественные и технические науки. – 2008. – № 2 (34)/ – С. 430–433.
6. Чертенко Л.П. Розробка способу проектування колодок для комфортного взуття з використанням 3d сапр та прогресивного обладнання / Л.П. Чертенко, В.П. Кернеш, С.С. Гаркавенко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2017. – № 5 (114). – С. 143–152.
7. Жукова Л. Т. Комплексные решения компании «Delsam» для проектирования и изготовления обуви / Л.Т. Жукова, С. В. Жукова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 2. – С. 56–60.
8. Щербань В. Ю. Математические модели в САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности / Щербань В. Ю., Волков О. М., Щербань Ю. Ю. – К. : КНУТД, – С. 175–279.
9. Шарипова Е.И. Автоматизация проектирования внутренней формы обуви : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.06 / Шарипова, Елена Игоревна. – М., 2002. – 195 с.

References

1. Nadopta T.A. Rozrobka metodu projektuvannya detalei verkhу vztutia na osnovi analitychnoi modeli prototypu : dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.18.18 / Nadopta Tetiana Anatoliivna. – Khmelnytskyi, 2013. – 214 s.
2. Nadopta T.A. Zahalni kryterii yakosti vztutievkyh vyrobiv dlia ditei-shkoliariv / T.A. Nadopta, A.B. Dombrovskiy, O.V. Skidan // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2014. – № 1. – S. 244–249.
3. Konoval V. P. Universalnyi dovidnyk vztutievkyka: navchalnyi posibnyk / V. P. Konoval, S. S. Harkavenko, L. T. Svistunova. – Kyiv : Libra, 2005. – 720 s.
4. Boyarov M. S. Obmer i vosproizvedenie poverhnosti kolodki beskontaktnym metodom / M. S. Boyarov, A. A. Laptev, S. V. Rode // Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost. – 2008. – № 1. – S. 42-43.
5. Pavlova S.V. Razrabotka sistemnogo kompleksa sredstv geometricheskogo modelirovaniya dlya SAPR izdelij industrii mody / S.V. Pavlova // Estestvennye i tehnicheckie nauki. – 2008. – № 2 (34)/ – S. 430–433.
6. Chertenko L.P. Rozrobka sposobu projektuvannya kolodok dlia komfortnoho vztutia z vykorystanniam 3d sapr ta prohresyvnoho obladnannia / L.P. Chertenko, V.P. Kernesh, S.S. Harkavenko // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. – 2017. – № 5 (114). – S. 143–152.
7. Zhukova L. T. Kompleksnye resheniya kompanii «Delsam» dlya proektirovaniya i izgotovleniya obuvi / L.T. Zhukova, S. V. Zhukova // Dizajn. Materialy. Tehnologiya. – 2008. – № 2. – S. 56–60.
8. Sherban V. Yu. Matematicheskie modeli v SAPR oborudovaniya i tehnologicheskikh processov legkoj i tekstilnoj promyshlennosti / Sherban V. Yu., Volkov O. M., Sherban Yu. Yu. – K. : KNUITD, – S. 175–279.
9. Sharipova E.I. Avtomatizaciya proektirovaniya vnutrennej formy obuvi : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.19.06 / Sharipova, Elena Igorevna. – M., 2002. – 195 s.

Рецензія/Peer review : 12.06.2019 р.

Надрукована/Printed : 23.07.2019 р.

Рецензент: к. т. н., проф. Домбровський А.Б.