

УДК 687.016:658.512

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.192590

Імітаційна модель морфологічного поля даних для розробки універсальної конструкції штанів

А. Л. Славінська, О. П. Сиротенко, О. М. Домбровська, В. В. Мица

Проведеними дослідженнями впливу бази даних на процеси формування універсальної конструкції встановлено механізм інтерактивного застосування кластерів розмірних ознак. Доведено, що типологічний ряд конструктивного розміру характеризує умовну типову фігуру молодіжного типу. Завдяки цьому стало можливим визначення рухомості конструктивних зон відповідно до морфологічних особливостей будови тіла на стадіях побудови основи конструкції. Експериментальними дослідженнями підтверджено, що межі функціональних ділянок у групуванні конструктивних зон підпорядковані мінливості приростів основних конструктивних точок. Це призводить до поліваріантності контурів тазової ділянки для формування властивостей співрозмірності штанів. Зокрема, встановлено, що завдяки ідентифікації подібності конструкцій за коефіцієнтом масштабування, адекватність бази даних підвищується шляхом координації інформаційної бази для побудови конструктивних зон. Це дозволяє стверджувати про достовірність механізму формування кластерів антропометричної бази даних та практичну привабливість запропонованої технології інтерактивного конструювання. Показано, що дисперсія приростів забезпечує деконструкцію замкненого контуру деталі в точках зміни функціональних ділянок, що є перевагами дослідження. Показано перспективність розширення діапазону морфологічних типів за віковою ознакою біодинаміки функціональних рухів.

Таким чином, є підстави стверджувати про можливість спрямованого регулювання процесів формування універсальної конструкції шляхом використання комплексної бази даних, яка поєднує кластери розмірних ознак, приростів і номенклатуру конструктивних зон

Ключові слова: кластер, розмірні ознаки, універсальна конструкція, конструктивні зони, прирости, морфологічне поле

1. Вступ

Реалізація стратегічного напрямку розвитку швейної галузі щодо розширення ринків збуту спрямована на ефективне поєднання метрологічної якості конструкції з високою адаптивною здатністю виробу до функціональних вимог експлуатації. Дослідники і проектувальники у всьому світі мають на меті досягнення більш універсального процесу автоматизованого змінення розмірів одягу по розмірах тіла [1–4].

Широкий спектр методів забезпечення універсальності конструкції обирається і поєднується в кластери бази даних, ключовим модулем яких є платформа функціональності виробу [5, 6].

Техніко-економічні переваги використання віртуальних об'єктів в 2D і 3D моделюванні одягу будь-якого асортименту обумовили застосування універсальних конструкцій як альтернативи конструкцій на реалістичному тілі [7].

Механізм морфологічної трансформації просторової характеристики тіла в регулюванні властивостей експлуатаційної і естетичної якості виробу носить алгоритмічний характер. Відповідно актуальними слід вважати дослідження, спрямовані на подальше удосконалення метрологічної ефективності застосування принципу універсальності конструктивних зон в утворенні типологічного ряду конструктивних елементів.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Розвиток комп'ютерних технологій у галузі швейного виробництва на засадах кінект-систем створення віртуальної моделі одягу вимагають формалізації антропометричної бази даних фігур споживачів. В роботі [8] наведені результати досліджень з технології 3D-сканування поверхні тіла за допомогою апарата Anthroscan 3D VITUS Smart. Показано, що 3D сканування дає більшу кількість вимірювань за значно коротший час. Але залишились поза увагою антропометричні функції змінювання форми виробу. Варіантом включення антропометричних секцій в 3D-класифікацію одягу може бути процес 3D-ілюстрації віртуального дизайну виробів, що використаний в роботі [9]. Проте застосування змінної дизайнерської платформи як 3D-дошки для малювання віртуальних моделей штанів не містить інформації про достовірність автоматичного вирівнювання одягом контурів фігури. Дослідження репрезентативності конструктивного розміру в класифікаціях антропологічних стандартів теоретично обґрунтовано в роботі [10]. Ітераційна модель масових налаштувань базується на методі індексів «ефективності задоволення споживача». Однак слід зазначити, що в роботі [11] не наведені умови вибіркового обстеження населення з позицій застосування в кластерах вибірки. Це означає, що не визначено, як саме склад біологічного вікового періоду проявляється в стійкості морфологічних ознак в спеціальних і адресних групах. Варіантом врахування впливу спеціальних і адресних груп на емпіричні формули розрахунку конструкції є визначення репрезентативного конструктивного розміру.

В роботі [12] наведені результати застосування моделі MCDM для забезпечення відповідності одягу розмірам фігури споживача. Показано, що розмірна специфікація за стандартними розмірами і стилями – GSS є суперечливою для споживача. Причиною цього є об'єктивні труднощі типових сценаріїв продажу одягу через складність математичного опису валідації розміру. Варіантом варіювання вихідної антропометричної бази в дискретних величинах морфологічної структури популяції є використання віртуальних 3D моделей людини за даними антропометрії [13]. Використання кластеризації форм тіла підтверджує статич-

ність антропометричних даних в параметричній моделі манекенів. Все це дозволяє стверджувати, що доцільно провести дослідження, присвячені збереженню варіабельності типових фігур в типологічному ряді конструктивного розміру.

Підхід до використання 3D віртуального моделювання на індивідуальну фігуру наведений в роботі [14]. Визначено базис патернів конструктивних точок контуру деталі для покращення функціональних властивостей штанів. Однак поліваріантність переміщень конструктивних точок в межах конструктивного розміру не підтверджена аналітичними розрахунками дисперсії в межах мінливості коефіцієнтів градації дискретних моделей типових фігур. Відповідно, доцільним є проведення досліджень впливу морфологічних особливостей розмірних ознак системи антропометричних площин на координацію конструктивних зон конструкції поясних виробів.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є визначити кластери бази даних для процесів інтерактивного конструювання конкурентних поясних виробів з спеціалізацією розмірного ряду та сформуванню структуру конструктивних зон універсальної конструкції з покращеними функціональними властивостями.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити вплив морфологічних типів статево-вікової групи на формування типологічного ряду розмірних ознак умовного конструктивного розміру;
- встановити особливості формування функціональних властивостей конструктивних зон у взаємозв'язку з розмірними ознаками морфологічного типу фігури;
- аналітично обґрунтувати морфологічне поле параметрів конструктивних зон за ознаками морфологічного типу фігури для масштабування універсальної конструкції штанів.

4. Матеріали та методи досліджень морфологічних типів статево-вікових груп універсальної конструкції штанів

4.1. Механізм ідентифікації функціональності конструктивних зон штанів

Морфологічний аналіз структурних елементів графічної побудови конструкції основних деталей класичних штанів виконано на основі методики ЄМКО РЕВ [15], в якій закладено принцип універсальності конструктивних зон в сітці антропометричних площин нижньої частини тіла.

Типологічний аналіз розмірних ознак для побудови основи конструкції штанів проведено з використанням розмірних стандартів:

- 1) ОСТ 17-326-81 (жінки);
- 2) ОСТ 17-916-89 (дівчата-підлітки);
- 3) ОСТ 17-325-86 (чоловіки);
- 4) ГОСТ 17-917-86 (хлопчики-підлітки).

Класичним методам побудови конструкції штанів відповідають 19 розмірних ознак: 4 – основних; 11 – підпорядкованих; 4 – контрольних.

Побудову основ конструкцій однакового розміру виконано в AutoCAD 2014 з фіксацією ліній конструктивних зон для визначення ліній розгортання ділянок: тазової, середньої і нижньої.

Креслення експериментальних конструкцій для типових фігур суміщували: жіноча – універсальна; чоловіча – універсальна для встановлення величин відхилень координат Δx , Δy . Еквівалентність приростів в основних конструктивних точках досліджувалась розрахунковими коефіцієнтами градації.

Застосування механізму морфологічного поля для формування бази даних координує передачу антропометричної інформації в сигнальну структуру морфологічних властивостей розмірних ознак. Неподільними структурними елементами плоскої конструкції є точка, пряма, дуга. Опис конструкції здійснюють за схемою: модуль параметричного конструювання → конструктивний модуль → конструктивна зона → геометричний модуль функціональної ділянки → деталь.

4. 2. Методика визначення показників функціональних властивостей конструктивних зон штанів

Основними показниками функціональних властивостей штанів, що визначались в експерименті, було обрано [14]: розмірні ознаки (Т), основні конструктивні точки (ОКТ) конструктивних відрізків (КВ), дисперсія координат: градація (Д), прирости (Δx , Δy).

Опосередковану оцінку впливу розмірних ознак на варіативність конструктивних зон здійснювали за результатами групування розмірних ознак в типологічний ряд на основі критеріїв подібності статево-вікових груп в класифікаціях типових фігур. Константні і варіантні елементи достовірності відхилень конструктивних поясів в сітці антропометричних площин визначили на дискретній моделі універсальної типової фігури розміру 158-84.

Визначення умовного конструктивного розміру здійснювалось за наступною методикою. Аналітична синхронізація типових фігур враховує вплив наступних комплексів антропологічного обстеження [16]: основний – вікова приналежність до молодіжної групи (14–22 роки), спеціальний – приналежність до групи мобільних комунікацій в онлайн-режимі. За дослідженнями [6, 17] замовників як співавторів розробки ескізів в автоматизованому режимі використовують у верифікації створення прототипу моделей.

Універсальний соціальний типаж за комунікативною функцією знаходиться в активній динамічній фазі життя, має схожий статус поведінки, усталеність стабільної форми і розміру тіла. Розмір 158-84 презентує статево і вікову належність в чинних класифікаціях типових фігур.

Для відтворення у вибірці розмірних ознак одномоментного стану вікової належності простежені тенденції міжгрупової та внутрішньогрупової мінливості в класифікаціях типових фігур європейського типу.

Для вибору конструктивного розміру обрані розмірні ознаки повнотної характеристики: обхват стегон (T_{19}), обхват талії (T_{18}) (табл. 1).

Таблиця 1

Синхронізація класифікацій типових фігур європейського типу для виготовлення поясного одягу конструктивного розміру 158-84

Розмірна ознака	Жінки	Дівчата	Чоловіки	Хлопчики	\bar{X}	S
T_{18} , см min	63	63	70	64	65	1,39
T_{18} , см max	66	72	76	76	72,5	4,09
T_{19} , см min	88	88	88	89	88,25	0,25
T_{19} , см max	92	92	92	90	91,5	2,0

Межа нижнього діапазону (min) характеризує внутрішньогрупову мінливість повнотної компоненти морфологічної будови тіла, межа верхнього діапазону (max) характеризує міжгрупову мінливість статі і віку.

Репрезентативність морфологічних типів умовної фігури досліджена статистичним методом міжгрупової і внутрішньогрупової дисперсії з двома параметрами: середньо-арифметична величина \bar{X} , середнє квадратичне відхилення S :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{X_i - \bar{X}}{n}, \quad (1)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n}}, \quad (2)$$

де X_i – величина i -ої розмірної ознаки; n – сукупність розмірних ознак.

Для розробки типологічного ряду розмірних ознак використані 19 розмірних ознак побудови конструкції штанів [12]: $T_1, T_7, T_8, T_{12}, T_{15}, T_{16}, T_{18}, T_{19}, T_{21}, T_{22}, T_{25}, T_{26}, T_{27}, T_{46}, T_{51}, T_{23}, T_{49}, T_{50}$.

Для визначення коефіцієнтів градації розмірних ознак (Ді) і приростів $\Delta x_j, \Delta y_j$ в конструкції використано стандартну методику пропорційних розрахунків.

4. 3. Аналітичне обґрунтування морфологічного поля конструктивних зон в конструкції штанів

В практичному конструюванні геометричним об'єктом служить плоска деталь, контури якої (згідно з ГОСТ 4.45-86) повинні відповідати ділянкам покриття нижньої частини тіла за показниками статичної і ергономічної відповідності та забезпечувати функціональність виробу. Емпіричне осмислення алгоритму побудови конструкції штанів підтверджує незалежність принципової схеми конструкції (рис. 1) від статі і розмірних ознак в сітці антропометричних площин, яку описує множина розмірних ознак РО. Морфологічне поле РО визначає межі конструктив-

них зон КЗ для заданої категорії конструкції (тип конструкції з трьома конструктивними отворами: 1 – талія, 2 – нижні кінцівки) [14, 18].

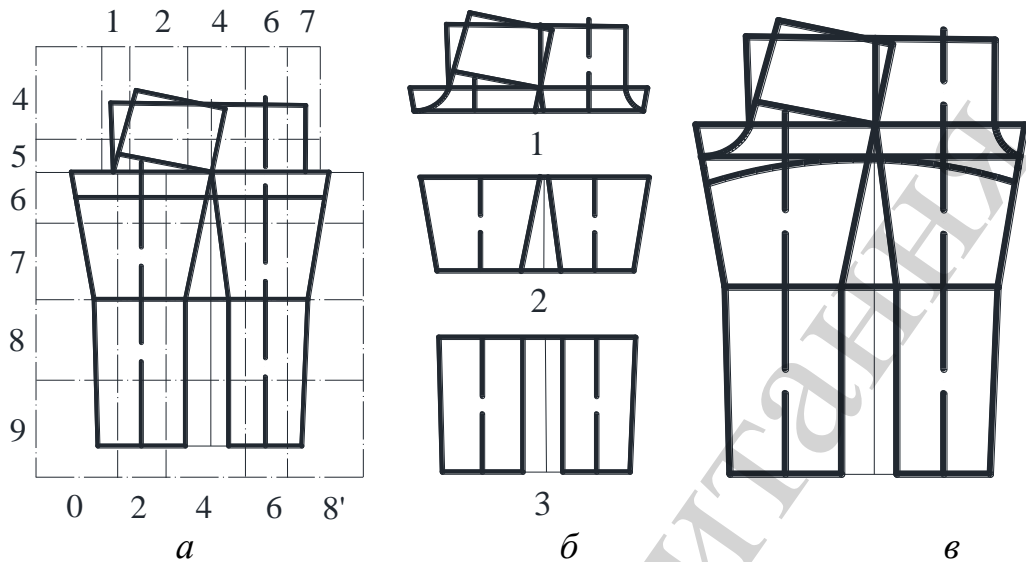


Рис. 1. Принципова схема конструкції штанів: *а* – сітка антропометричних площин; *б* – модулі функціональних ділянок за поєднанням конструктивних зон: 1 – тазова; 2 – середня; 3 – нижня; *в* – типи членувань конструкції

За ознаками функціональності в побудові конструкції виділено три групи структурних елементів:

- основні – визначають кількість типових членувань на деталі покриття частини тіла;
- допоміжні – визначають параметри конструктивних зон на лініях конструктивних поясів;
- комбіновані – характеризують контакт елементів у точках з’єднання плоского контуру геометричного модуля частини деталі в технологічних операціях. Такий підхід дозволяє застосувати межі конструктивних зон для встановлення функціональних ділянок покриття тіла за вимогами динамічної відповідності [3, 19] (рис. 2).

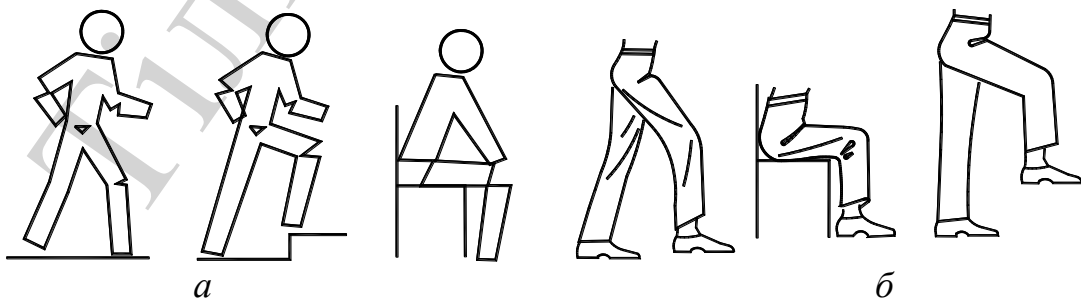


Рис. 2. Зміни в системі «людина – виріб» в динаміці: *а* – ергономічні схеми; *б* – положення низу штанів в статиці та динаміці

Кількість спостережень для імітаційного моделювання визначається як добуток кількості конструктивних зон в геометричних модулях та кількості основних конструктивних точок ОКТ в побудові конструкції: $i_{шт} = \overline{1,60}$; КД=2; РО=19; КЗ=11; ГМ=6; ОКТ=22.

Для забезпечення плоского розташування лінії контуру доцільно використовувати графічні прийоми з'єднання ОКТ, які наближають ділянку до прямої лінії або до дуги кола [20].

Емпіричні криві контуру середньої лінії в конструкції штанів можуть бути замінені відповідними лініями конічних перетинів, які реалізовані методом радіусографії (рис. 3).

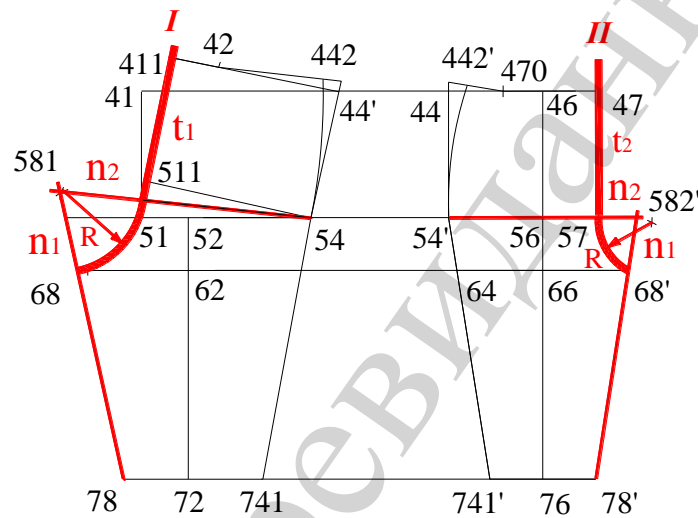


Рис. 3. Апроксимація криволінійних елементів контурів деталей штанів: *I* – середня лінія задньої частини штанів; *II* – середня лінія передньої частини штанів

Особливістю конструкції задньої частини штанів є визначення заднього балансу δ_3 прийомом жорсткого повороту на задану величину (рис. 4), яка перш за все є функцією від наступних розмірних ознак T_i [21]:

$$\delta_3 = f(T_{18}, T_{19}, T_{22}, T_{51}). \quad (3)$$

Розрахунковий спосіб визначення δ_3 враховує різницю T_{19} і T_{18} :

$$\delta_{3_{розр}} = \frac{T_{19} - T_{18}}{4}. \quad (4)$$

Для критеріальної оцінки впливу статевої належності T_{19} і T_{18} виконано регресійний аналіз підпорядкованості δ_3 розмірам типових фігур. Аналіз здійснено

шляхом формування антропометричної бази даних з використанням середньої арифметичної \bar{X} і дисперсії S за ОСТ 17-325-86 та ОСТ 17-326-81 (табл. 2).

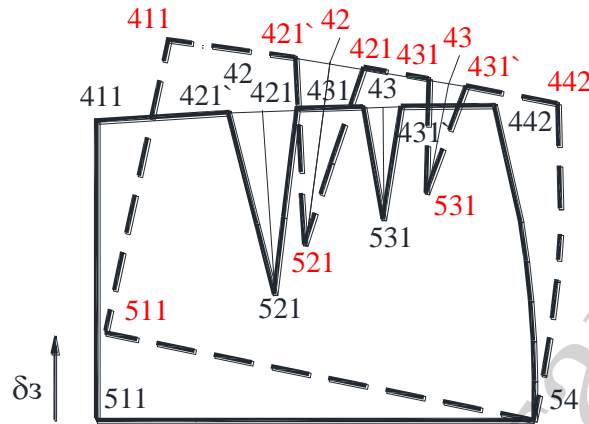


Рис. 4. Схема визначення повороту верхньої задньої тазової частини штанів

Таблиця 2

Антропометрична база даних для визначення величини δ_3 для типових фігур другої повноти двох базових зростів

Розмірні ознаки	Величина розмірних ознак													
	ОСТ 17-325-86 Зріст 170/176					\bar{X}	S	ОСТ 17-326-81 Зріст 158/164						
0,5T ₁₆	44,0	46,0	48,0	50,0	52,0	48,0	2,0	44,0	46,0	48,0	50,0	52,0	48,0	2,0
0,5T ₁₈	38,0	40,0	42,0	44,0	46,0	42,0	2,0	34,4	36,5	38,6	40,7	42,8	38,6	2,1
	33,8	35,9	38,0	40,1	42,2	38,0								
0,5T ₁₉	47,0	48,5	50,0	51,5	53,0	50,0	2,0	48,0	50,0	52,0	54,0	56,0	52,0	2,0
	47,4	48,9	50,4	51,9	53,7	50,4								
0,5(T ₁₉ -T ₁₈)	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	8,0	0,5	13,6	13,5	13,4	13,3	13,2	13,4	0,1
	9,4	8,9	8,4	7,9	7,4	8,4		14,2	14,1	14,0	13,9	13,8	14,1	
δ_3	4,5	4,25	4,0	3,75	3,5	4,0	0,25	6,8	6,75	6,7	6,65	6,6	6,7	0,05
	4,7	4,45	4,2	3,95	3,7	4,2		7,1	7,05	7,0	6,95	6,9	7,0	

Лінійна залежність величини δ_3 і розміру типової фігури (рис. 5) підтверджує можливість поєднання конструкції задньої тазової ділянки чоловічих (група 1) і жіночих (група 2) в середню (група 3).

Нормалізований параметричний ряд δ_3 (5,5; 5,35; 5,2; 5,05; 4,9) враховує коефіцієнт градації $D_{22}=0,15$ см для уніфікації конструкції типової ділянки штанів розміру 96 і характеризує лінійну мінливість балансу в діапазоні розмірів 42–46 сегменту «унісекс».

Морфологічне поле структурних елементів нижньої частини штанів характеризує схеми переміщень відносно вертикалей бічного шва і ліній середини передньої і задньої частин (рис. 6).

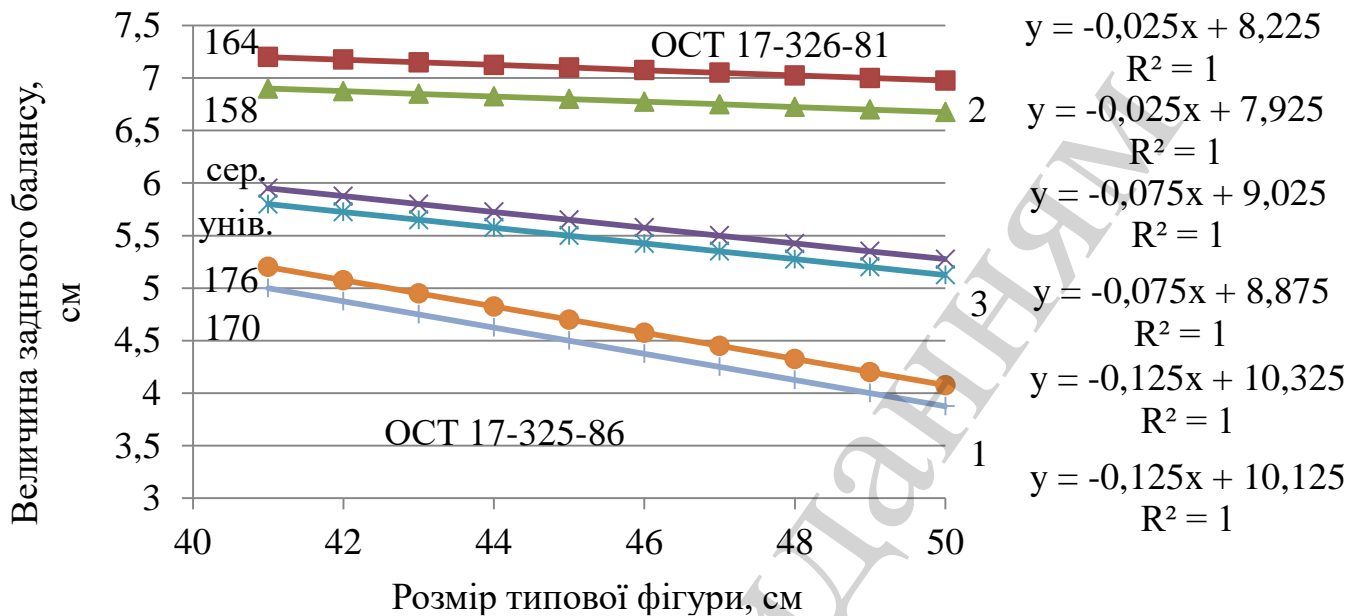


Рис. 5. Залежність величини заднього балансу від розмірів типової фігури

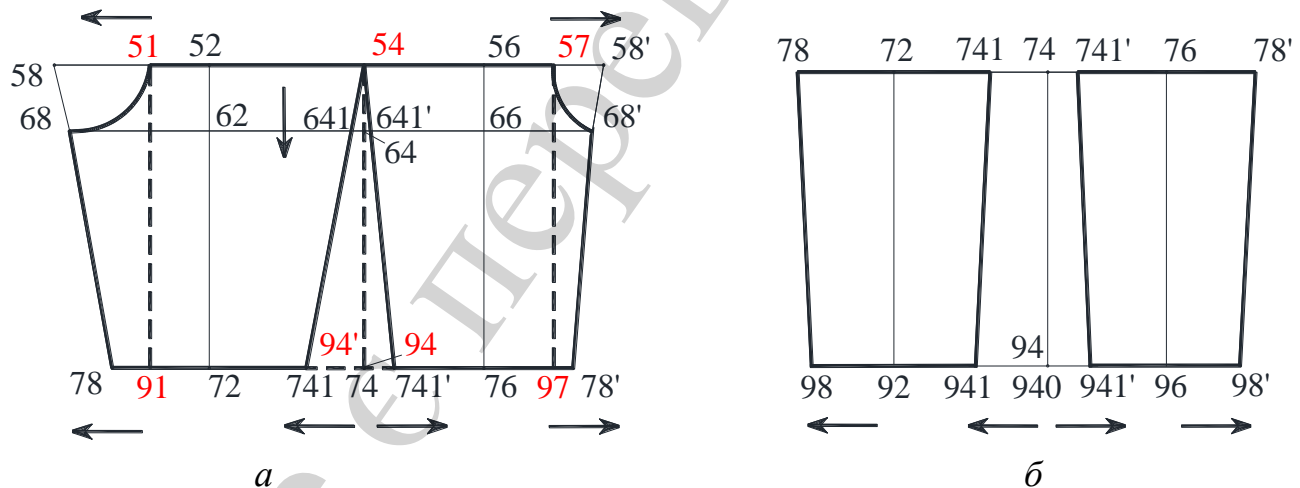


Рис. 6. Схема інтерактивної перебудови конструктивних зон нижньої частини штанів: *a* – модуль середньої ділянки; *б* – модуль нижньої ділянки

Для дослідження відхилень розмірних ознак в координатах основних конструктивних точок використано спосіб масштабування [22].

Математичний апарат масштабування для перевірки конструкцій штанів різних статевих-вікових груп описують коефіцієнти масштабування:

$$k_x = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n},$$

$$k_y = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{m}, \quad (5)$$

де

$$a = \frac{x_i}{x_0}$$

– коефіцієнт масштабування вздовж осі X для i -ї конструктивної точки;

$$d = \frac{y_i}{y_0}$$

– коефіцієнт масштабування вздовж осі Y для i -ї конструктивної точки; $n(m)$ – кількість конструктивних точок, що лежать в напрямі осі масштабування $X(Y)$.

5. Результати досліджень зміни параметричних показників конструктивних зон штанів

З урахуванням рекомендацій [23], інтерпретація антропометричної інформації про характеристику морфологічних особливостей розмірних ознак нижньої частини тіла виконана для конструктивного розміру 158-84 (табл. 3).

РО T_{18} , T_{19} у більшості класифікацій типових фігур для поясних виробів є основними.

Результати графічного дослідження дисперсії приростів підпорядкованих розмірних ознак Δx , Δy в лініях антропометричних площин в залежності від статі приведено на рис. 7.

Необхідно зазначити, що відхилення розмірної ознаки T_{19} в діапазоні 0,1–0,4 см для виділених чотирьох статево-вікових груп відповідає умові нормалізації контрольного виміру ширини виробу для умовного морфологічного типу молодіжної групи. Середня арифметична величина відхилення $\Delta X_{T_{19}} = 0,325$ см входить в граничне відхилення від номінального розміру виробу $\pm 1,0$ см (ДСТУ ГОСТ 25295:2005). Відхилення РО T_{18} в діапазоні 0,4–5,5 см та $\Delta X_{T_{18}} = 2,8$ см відповідає умові збереження міжповнотного інтервалу $\pm 6,0$ см і належить до типологічного ряду РО 158-84 умовного морфологічного типу. Відхилення підпорядкованих РО як в групі Δy від 0,4 до 1,0 см, так і в групі Δx від 0,325 до 1,85 см підтвердили доцільність використання об'єднаної антропометричної бази за статевою ознакою:

жіноча і чоловіча. Відхилення РО $T_{26} \Delta Y_{T_{26}} = 1,0$ см і співпадає з граничним відхиленням від номінального розміру $\pm 1,0$ см (ДСТУ ГОСТ 25295:2005).

Таблиця 3

Систематизація відхилень розмірних ознак нижньої частини тіла за принципом уніфікації статево-вікових груп. Розмір 158-84

Відхилення РО в лініях антропометричних площин $\Delta x, \Delta y$	Позначення розмірної ознаки в ЄМКО РЕВ	Стать						Діапазон	
		жіноча			чоловіча				
		Вікова група за розмірним стандартом						\bar{X} тип	
		δ_1	δ_2	$\bar{X} \delta_{ж}$	δ_3	δ_4	$\bar{X} \delta_{чол}$		
Розмірні ознаки основні	Δy	T ₁	0	0	0	0	0	0	0
	Δx	T ₁₆	0	0	0	0	0	0	0
	Δx	T ₁₈	1,8	2,4	2,6	5,6	0,4	3,0	2,8
	Δx	T ₁₉	0,1	0,3	0,2	0,5	0,4	0,45	0,325
Підпорядковані Δy	Δy	T ₇	0,1	1,0	0,55	1,4	0,5	0,95	0,75
	Δy_k	T ₈	0,36	0,14	0,25	0,46	0,64	0,55	0,4
	Δy	T ₉	0,4	0,6	0,5	1,4	1,2	1,3	0,9
	Δy	T ₁₂	0,8	0,5	0,65	0,9	1,3	1,1	0,875
	Δy	T ₂₅	0,1	0,3	0,2	2,2	0,1	1,15	0,675
	Δy	T ₂₆	0,2	1,5	0,85	1,8	0,5	1,15	1,0
	Δy	T ₂₇	0,3	0,5	0,4	1,2	1,0	1,1	0,75
	Δy_k	T ₄₉	1,0	–	0,5	1,1	–	0,55	0,525
Підпорядковані Δx	Δx	T ₁₅	0,3	0,1	0,2	0,2	0,7	0,35	0,325
	Δx	T ₂₁	1,6	2,1	1,85	2,4	1,3	1,85	1,85
	Δx	T ₂₂	0,5	0,8	0,7	0,1	0,2	0,15	0,4
	Δx	T ₄₆	0,3	0,3	0,3	0,4	0,35	0,375	0,337
	Δx_k	T ₅₀	0	–	0	0	–	0	0
	Δx	T ₅₁	1,0	0,6	0,8	0,5	1,0	0,75	0,775
	Δx_k	T ₂₃	0,3	0,2	0,25	0,1	0,1	0,1	0,175

Примітка: індекс $\Delta x_k, \Delta y_k$ – РО для контролю.

Результати дослідження трьох основ конструкцій штанів (жіноча, чоловіча, універсальна), побудованих в AutoCAD, шляхом визначення відхилень координат ОКТ суміщених конструкцій задньої і передньої частини показані на рис. 8. З напрямів переміщень видно, що дотримані правила проходження вихідних осей градації для штанів. Зокрема, задня частина – т. 52, горизонталь – лінія стегон /51-54/, вертикаль – лінія згину /52-72/; передня частина – т. 56, горизонталь – лінія стегон /54'-57/, вертикаль – лінія згину /56-76/.

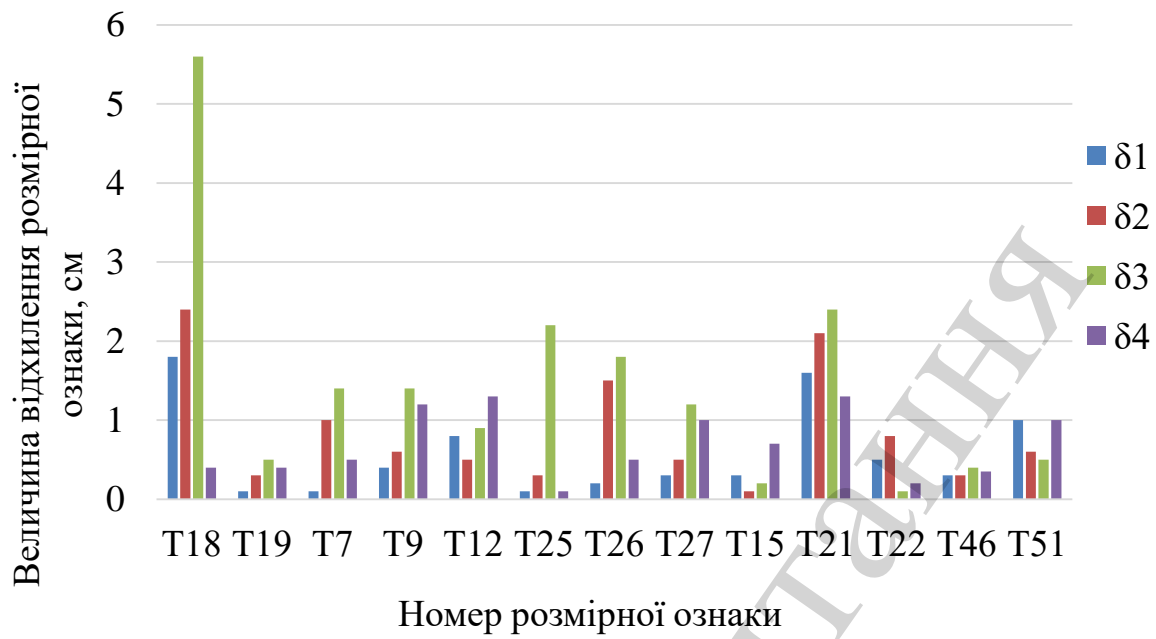


Рис. 7. Діаграма спостережень антропометричної інформації для ідентифікації морфологічного віку споживача

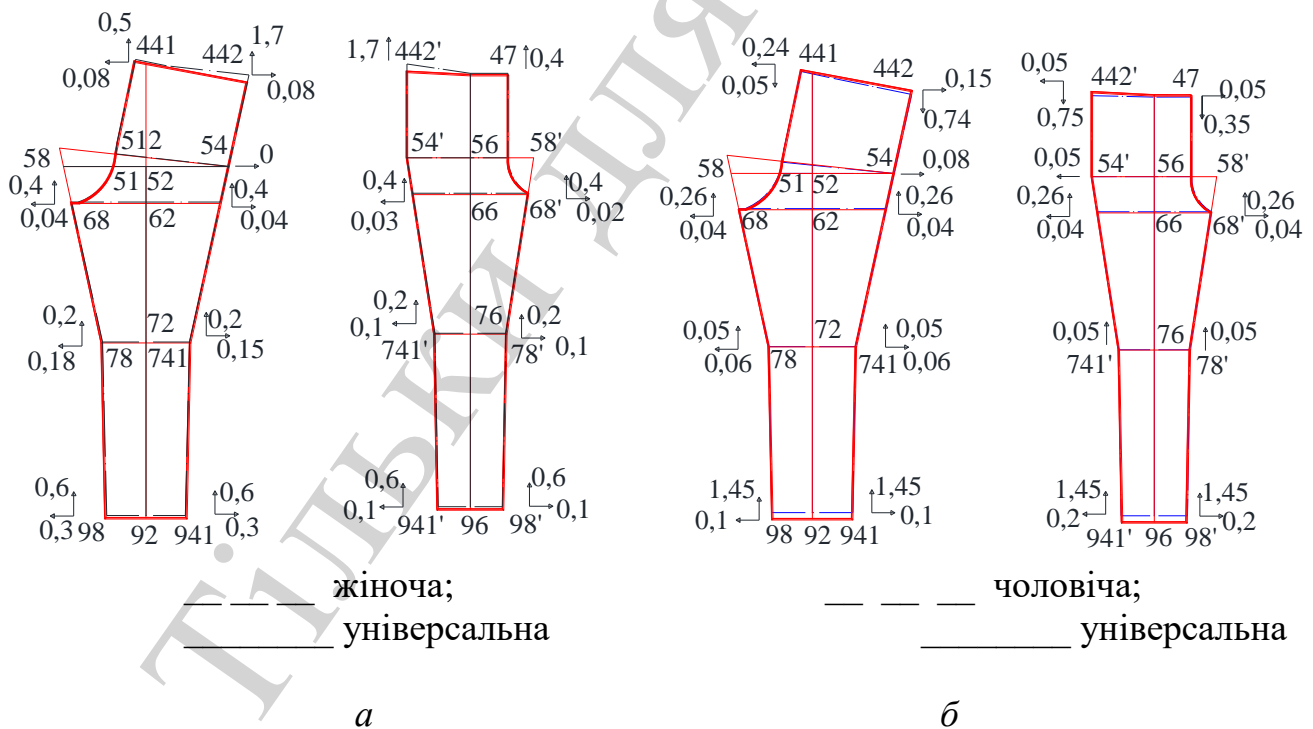


Рис. 8. Схема інтерактивної конструкції штанів на типову фігуру: а – жіночу; б – чоловічу

За послідовністю контролю величин відхилень РО Δx_i , Δy_i в межах конструктивних зон (відповідно до рис. 8) виділені розмірні ознаки (табл. 4), які відповідають рівням горизонталей і вертикалей антропометричних площин (наведеним на рис. 1).

Таблиця 4

Розмірні ознаки, які відповідають рівням горизонталей і вертикалей антропометричних площин в конструкції штанів

Функціональна ділянка	Антропометрична площина	Прирости	Розмірні ознаки
Тазова	горизонтальна 4, 5, 6	Δy	T_7, T_8, T_{12}, T_{26}
	вертикальна 1, 2, 4, 6, 7	Δx	$T_{18}, T_{19}, T_{21}, T_{22}$
Середня	горизонтальна 6, 7, 8	Δy	$T_{26}, T_{12}, T_9, T_{49}, T_{23}$
	вертикальна 1, 2, 4, 6, 7, 8, 8'	Δx	$T_{18}, T_{19}, T_{21}, T_{22}, T_{50}$
Нижня	горизонтальна 7, 8, 9	Δy	P_1, T_7, T_{26}
	вертикальна 1, 2, 4, 6, 8, 8'	Δx	$T_{21}, T_{22}, T_{50}, T_{51}$

Слід звернути увагу, що тазова ділянка характеризується РО пов'язаними з динамічною комфортністю розташування поясу та величиною балансу (формула (3)): чоловіки $/41-51/=0,65 \cdot (T_7 - T_{12}) - 3,0$; жінки $/41-51/=0,65 \cdot (T_7 - T_{12}) - 2,0$.

Відмінності постійного коефіцієнта регресії для жіночої і чоловічої фігур можуть бути виключені, оскільки в молодіжній групі відстежується тенденція зростання довжин нижньої частини тіла: T_7, T_9, T_2, T_{27} . Тазова ділянка стала коротшою і вужчою у фронтальній площині, що підтверджує доцільність групового упорядкування приростів в конструктивних зонах тазової, середньої і нижньої ділянок конструкції штанів шляхом розрахунку величин коефіцієнтів градації для визначення координат переміщень ОКТ.

Результати аналітичного дослідження розрахункових величин коефіцієнтів градації в ОКТ основи конструкції представлені в табл. 5.

Дисперсію Δx , Δy однойменних точок пояснює дисперсія відхилень типологічного ряду розмірних ознак (рис. 7).

Оскільки морфологічне поле конструкції в межах контуру деталі містить замкнену систему інформації елементів РО, ОКТ, D , Δx , Δy адекватність експериментальних конструкцій за критеріями подібності перевірена способом масштабування відносно умовної фігури за статевою належністю. Матриця коефіцієнтів масштабування K_{m_i} наведена в табл. 6.

Слід відмітити типологічну мінливість морфологічного поля за статевою належністю. Це стосується РО і D експериментального розміру фігури, для яких властива поліваріантність контурів тазової ділянки.

За результатами досліджень розрахункових проєкційних вимірів тазової частини тулуба (рис. 9) визначені діапазони мінливості величин талієвих виточок.

Таблиця 5

Розрахункові коефіцієнти градації D основи конструкції штанів. Розмір 158-84

Точка градації	Задня частина						Точка градації	Передня частина					
	Δx_m	Δy_m	$\Delta x_{ж}$	$\Delta y_{ж}$	Δx_y	Δy_y		Δx_m	Δy_m	$\Delta x_{ж}$	$\Delta y_{ж}$	Δx_y	Δy_y
51	0	0	0	0	0	–	57	–	–	–	–	–	–
58	0,36	–	0,465	–	0,105	–	56	0,2484	–	0,322	–	0,0736	–
52	0,157	–	0,203	–	0,046	–	54'	0,675	–	0,85	–	0,175	–
68	0,36	–	0,465	–	0,105	–	741'	0,4097	1,915	0,2633	1,565	0,1464	0,35
78	0,02	1,898	0,0495	1,565	0,0285	0,333	76	0,2484	1,915	0,322	1,565	0,0736	0,35
72	0,157	1,898	0,203	1,565	0,046	0,333	941'	0,30515	0,585	0,3619	0,75	0,05675	0,165
98	0,157	0,585	0,203	1,565	0,046	0,333	96	0,2484	0,585	0,322	0,75	0,0736	0,165
92	0,157	0,585	0,203	1,565	0,046	0,333	98'	0,2196	0,585	0,512	0,75	0,2924	0,165
941	0,336	3,7	0,2825	3,6025	0,0535	0,0475	78'	0,102	1,8975	0,061	1,365	0,041	0,5325
741	0,4235	3,7	0,434	3,6025	0,0535	0,0975	68'	0,36	–	0,465	–	0,105	–
54	0,6750	–	0,575	–	0,1	–	47	–	0,5525	–	0,75	–	0,1975

Таблиця 6

Матриця коефіцієнтів масштабування елементів морфологічного поля універсальної конструкції штанів

Масив поля масштабування	Напрямок масштабування	Коефіцієнт масштабування			
		Kx_1	Kx_2	Ky_1	Ky_2
PO	умовна – жінки	1,46	–	0,93	–
	умовна – чоловіки	–	1,07	–	1,085
OKT	умовна – жінки	0,96	–	0,99	–
	умовна – чоловіки	–	1,034	–	1,033
D	умовна – жінки	1,42	–	0,93	–
	умовна – чоловіки	–	1,034	–	1,085
$\Delta x, \Delta y$	умовна – жінки	0,93	–	0,987	–
	умовна – чоловіки	–	1,085	–	1,014

Примітка: x – експериментальна; y – розрахункова; індекс 1 – жінки, 2 – чоловіки

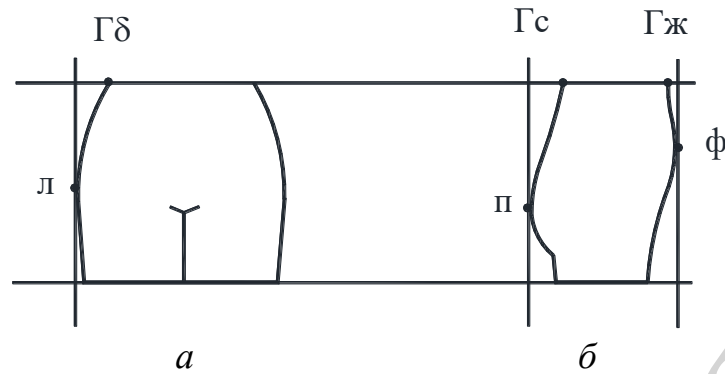


Рис. 9. Схема визначення проєкційних вимірів прогинів тазової ділянки жіночої фігури: *а* – у фас; *б* – у профіль

Проекційний розхил виточок $\Sigma Г_{пр}$ для досліджуваного типологічного ряду розміру 158-84 представлено в табл. 7.

Таблиця 7

Груповий аналіз величин розхилу талієвих виточок

Стандартні РО				Розрахункові $Г_{пр}$			
Умовні позначення	жінки	чоловіки	умовна	Умовні позначення	жінки	чоловіки	умовна
T_{55}	20,29	24,3	22,3	Гб	4,47	2,595	3,535
ΔT_{55}	2,01	2,0	2,0	Вб	5,41	3,66	4,63
T_{56}	29,3	29,49	29,4	Гс	4,95	5,15	5,05
ΔT_{56}	0,1	0,1	0,1	Вс	5,99	7,26	6,62
T_{111}	21,64	21,88	21,76	Гж	2,05	-0,37	0,64
ΔT_{111}	0,12	0,12	0,12	Вж	2,48	-0,52	0,84
T_{112}	4,95	5,15	5,05	$\Sigma Г_{пр}$	11,47	7,375	9,225
ΔT_{112}	0,1	0,1	0,1	$\Sigma Вв$	13,88	10,04	12,09
T_{95}	14,64	17,5	16,07	–	–	–	–
ΔT_{95}	1,43	1,43	1,43	–	–	–	–

Результати графічного аналізу величин виточок для типологічного ряду розміру 158-84 представлені на рис. 10.

Як видно з рис. 9, групи сумарного розхилу талієвих виточок ОК практично наближені до $\delta t T_i$. Коефіцієнт масштабування для V_t через dt і $\Sigma Г_{пр}$ (жінки $K_{m1}=1,21$, чоловіки $K_{m2}=1,41$, універсальна $K_m=1,31$) підтверджує еквівалентність розхилів виточок експериментальних (ΣV_t) та стандартних (dt). Дисперсія в межах 0,2 см для $dt-\Sigma V_t$ відповідає наступній характеристиці [24]: форма сідниць – напівсферична, опуклість стегон – мала, живіт – плоского типу і не залежить в типологічному ряді конструктивного розміру 158-84 від статі.

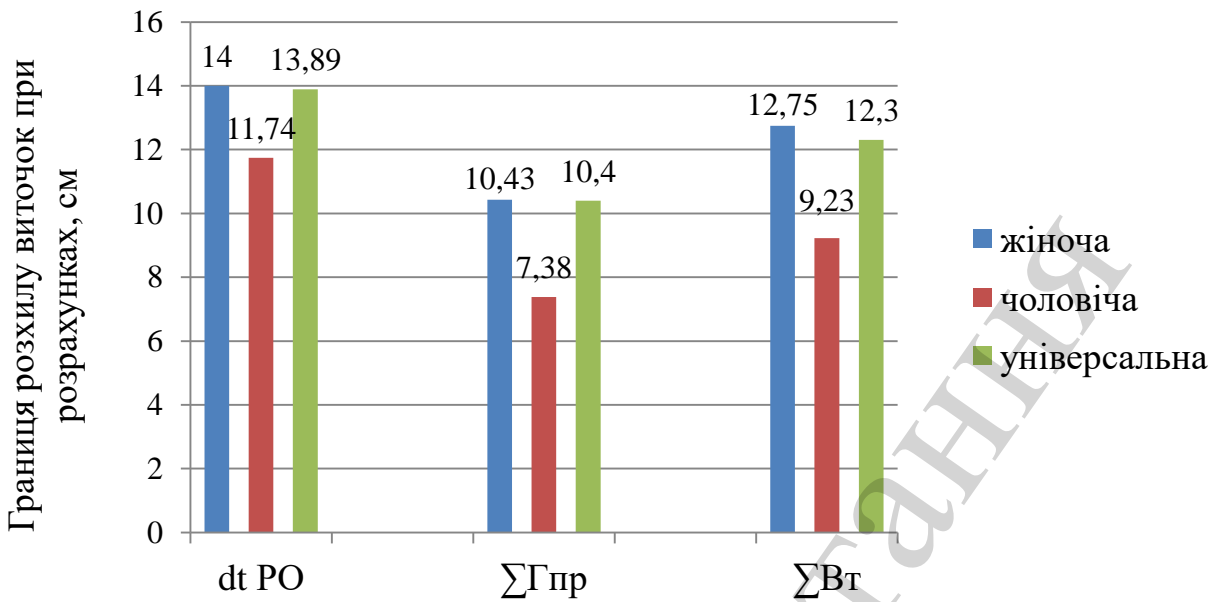


Рис. 10. Графічна інтерпретація величин талієвих виточок для типологічного ряду розміру 158-84

Дослідження дії деформаційного навантаження на зручність виробу у русі визначають вагомість виду динамічної пози для показників ергономічних властивостей [25] та розподіл деформацій видовження в конструктивних зонах (рис. 11, табл. 8).

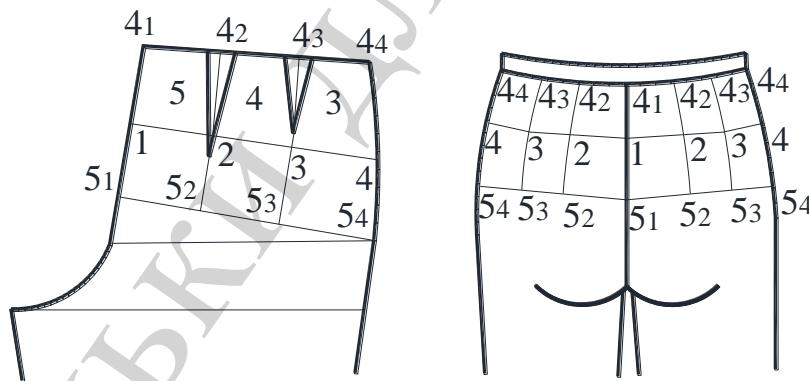
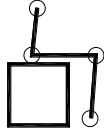
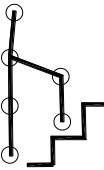


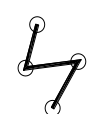




Рис. 11. Схема розподілу деформацій видовження в конструктивних зонах штанів

Розподіл деформацій видовження в конструктивних зонах підтверджує наявність найактивнішого навантаження в КЗ4, через виступ сідниць та динамічний ефект змінювання відстані від лінії обхвату талії до підсідничної складки Т_{49d}. Видовження Δl по ширині на ділянці /52-53/ складає 0,73 см, по довжині на ділянці /42-52/ – 0,54 см. Така різниця Δl обумовлена різною властивістю ниток основи і утку розтягуватись.

Таблиця 8

Значення Δl в залежності від виду динамічної пози

№ п/п	Вид динамічної пози	Найменування відрізка в конструктивній зоні, см									
		4 ₁ -5 ₁	4 ₂ -5 ₂	4 ₃ -5 ₃	4 ₄ -5 ₄	4 ₁ -4 ₂	4 ₂ -4 ₃	4 ₃ -4 ₄	5 ₁ -5 ₂	5 ₂ -5 ₃	5 ₃ -5 ₄
1		0,19	0,54	0,02	-7,99	0,2	0,19	0,01	0,35	0,63	0,24
2		0,01	0,32	0,01	-0,54	0,3	0,29	0,02	0,01	0,21	0,02
3		0,41	0,5	0,06	-9,31	0,44	0,35	0,02	0,5	0,73	0,26
4		0,02	0,22	0,12	-6,98	0,25	0,25	0,05	0,64	0,64	0,35
5		0,07	0,12	0,21	-7,32	0,14	0,28	0,15	0,35	0,45	0,28
6		0,03	0,42	0,2	-8,26	0,3	0,24	0,43	0,21	0,45	0,42
7		0,09	0,38	0,23	-5,98	0,27	0,36	0,25	0,26	0,71	0,28

6. Обговорення результатів дослідження впливу елементів морфологічної структури поясного виробу на якість конструкції

При визначенні ефективності координації типологічного ряду розмірних ознак, як витікає з отриманих результатів (табл. 3, рис. 1) закономірним є збереження умови нормалізації контрольних вимірів ширини і довжини виробу. Це обумовлено синергією ведучих розмірних ознак (T_1 , T_{16}) з комплексом підпорядкованих ознак умовного морфологічного типу. Слід зазначити, що кількість розмірних ознак для побудови конструкції за методикою ЄМКО РЕВ відповідає спеціалізації конструктивних зон в сітці антропометричних площин. Вочевидь механізм конче-

нтрації конструктивних зон є фактором регулювання меж функціональних ділянок за статичною і динамічною відповідністю завдяки збереженню міжповнотного інтервалу. Відхилення T_{18} в діапазоні 0,4–5,6 см та $\Delta X_{T_{18}} = 2,8$ см підтверджує належність умовного морфологічного типу до стандартного розміру 158-84. Але в той же час механізм застосування розмірних ознак в типових розрахунках основних конструктивних відрізків не забезпечує комунікацію модулів графічної побудови конструкції деталей виробу, як зазначено в [20].

В цьому сенсі особливий інтерес має групове упорядкування приростів в конструктивних зонах конструктивного розміру штанів. На відміну від досліджень [15, 26], упорядкування здійснюють шляхом розрахунку коефіцієнтів градації для координат переміщень ОКТ, інтерпретація яких наведена на рис. 7. Дисперсія відхилень Δx , Δy свідчить про складність ідентифікації конструктивних зон за аналітично-графічним методом [15].

Для ідентифікації універсальної конструкції штанів використана імітаційна модель морфологічного поля контуру деталі (РО, ОКТ, D, Δx , Δy) за критерієм подібності (табл. 6). Масштабування масивів відхилень свідчить про статеву поліваріантність контурів тазової ділянки.

Порівняння величин балансу розхилів талієвих виточок, визначених різними способами, свідчить про еквівалентність геометричних параметрів. Це не розходиться з практичними даними робіт [12, 13, 27].

Але на відміну від результатів досліджень, опублікованих в [28, 29], отримані дані щодо впливу розмірних ознак та комплексу рухів на процес деформації ділянок, дозволяють стверджувати наступне:

- основним регулятором процесу конструювання є не стільки формування типологічного ряду розмірних ознак, скільки координуюча дія приростів ОКТ;
- суттєвий вплив на універсальну конструкцію здійснює неперервність переходів систем: типологічний ряд розмірних ознак → сітчастий каркас антропометричних площин → конструктивні зони – універсальна конструкція;
- розширюються можливості побудови конструкції штанів за рахунок використання масштабування конструктивних зон передньої і задньої частин.

Такі висновки можуть вважатися за доцільні. З практичної точки зору – дозволяють обґрунтовано підходити до координації інформації в процесі формування бази даних. З теоретичної – дозволяють показати механізм приростів в процесах модульного проектування, що є певними перевагами цього дослідження. Однак необхідно відмітити, що експериментальні величини переміщень (рис. 8) вказують на поліваріантний вплив розмірних ознак на змінення меж ділянок конструкції. Це проявляється, в першу чергу, у відмінностях контурів лінії талії тазової ділянки та лінії низу нижньої ділянки штанів. Така відмінність накладає певні обмеження на використання отриманих схем.

Потенційно цікавий напрям подальших досліджень діапазону морфологічних типів за віковою ознакою біодинаміки рухів дозволить дослідити кінематику

конструктивних зон, яку доцільно враховувати в силуетному перетворенні конструкції штанів.

7. Висновки

1. Проведеними дослідженнями встановлено особливості формування типологічного ряду розмірних ознак для побудови основи конструкції штанів, які полягають у застосуванні вікового та спеціального комплексу антропологічних досліджень. Завдяки цьому можна стверджувати, що умовний морфологічний тип фігури 158-84 адекватно відтворює стандартні розміри чотирьох статево-вікових груп: жінки і дівчата-підлітки, чоловіки і хлопчики-підлітки. Величина обхвату талії суттєво впливає на поліваріантність змінення відхилень в конструкції тазової ділянки. Розмірна мінливість проявляється у формуванні типологічних рядів величин заднього балансу і талієвих виточок.

2. Особливості формування функціональних властивостей універсальної конструкції штанів полягають у застосуванні взаємозв'язку каркасної моделі конструктивних зон антропометричних площин з розмірними ознаками, що встановлено способом масштабування сумарних приростів. Доведена ідентичність основ конструкції: коефіцієнти масштабування знаходяться в межах 0,93–1,085.

3. Ефективність використання модифікаційних типів тазових ділянок основи конструкції для уніфікованих рядів заднього балансу і талієвих виточок свідчить про можливість інтерактивної графічної перебудови конструктивних зон на етапі силуетного модифікування способом трансформації конструктивних прибавок.

Література

1. Traumann, A., Peets, T., Dabolina, I., Lapkovska, E. (2019). Analysis of 3-D body measurements to determine trousers sizes of military combat clothing. *Textile & Leather Review*, 2 (1), 6–14. doi: <https://doi.org/10.31881/tlr.2019.2>
2. Brito, P. Q., Soares, C., Almeida, S., Monte, A., Byvoet, M. (2015). Customer segmentation in a large database of an online customized fashion business. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 36, 93–100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2014.12.014>
3. Sudacevschi, S. (2015). Changes and modifications of the trousers patens for non-standard figures. *Studiul Artelor și Culturologie: Istorie, Teorie, Practică*, 4 (27), 81–85.
4. Hong, Y., Bruniaux, P., Zeng, X., Liu, K., Curteza, A., Chen, Y. (2018). Visual-Simulation-Based Personalized Garment Block Design Method for Physically Disabled People with Scoliosis (PDPS). *Autex Research Journal*, 18 (1), 35–45. doi: <https://doi.org/10.1515/aut-2017-0001>
5. Nayak, R., Padhye, R., Wang, L., Chatterjee, K., Gupta, S. (2015). The role of mass customisation in the apparel industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 8 (2), 162–172. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2015.1045041>

6. Hong, Y., Curteza, A., Zeng, X., Bruniaux, P., Chen, Y. (2016). Sensory evaluation based fuzzy AHP approach for material selection in customized garment design and development process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 133, 012058. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/133/1/012058>
7. Tao, X., Chen, X., Zeng, X., Koehl, L. (2018). A customized garment collaborative design process by using virtual reality and sensory evaluation on garment fit. *Computers & Industrial Engineering*, 115, 683–695. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.10.023>
8. Sybilska, W., Napieralska, L., Mielicka, E. (2010). Analysis of body measurements using a 3D contactless scanning method. *AUTEX Research Journal*, 10 (3), 77–79.
9. Sayem, A. S. M., Kennon, R., Clarke, N. (2012). Resizable trouser template for virtual design and pattern flattening. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 5 (1), 55–65. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2011.614963>
10. Etikan, I. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5 (1), 1. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
11. Mpampa, M. L., Azariadis, P. N., Sapidis, N. S. (2010). A new methodology for the development of sizing systems for the mass customization of garments. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 22 (1), 49–68. doi: <https://doi.org/10.1108/09556221011008802>
12. Ding, Y.-S., Hu, Z.-H., Zhang, W.-B. (2011). Multi-criteria decision making approach based on immune co-evolutionary algorithm with application to garment matching problem. *Expert Systems with Applications*, 38 (8), 10377–10383. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.053>
13. Domingo, J., Ibáñez, M. V., Simó, A., Dura, E., Ayala, G., Alemany, S. (2014). Modeling of female human body shapes for apparel design based on cross mean sets. *Expert Systems with Applications*, 41 (14), 6224–6234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.04.014>
14. Olaru, S., Filipescu, E., Avădanei, M., Mocenco, A., Popescu, G., Săliștean, A. (2015). Applied 3D Virtual Try-on for Bodies with Atypical Characteristics. *Procedia Engineering*, 100, 672–681. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.419>
15. Chaw Hlaing, E., Krzywinski, S., Roedel, H. (2013). Garment prototyping based on scalable virtual female bodies. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 25 (3), 184–197. doi: <https://doi.org/10.1108/09556221311300200>
16. Славінська, А. Л. (2011). Механізм визначення обсягу вибірки для антропологічних обстежень населення. *Вісник Хмельницького національного університету*, 5, 51–57.
17. Mok, P. Y., Xu, J., Wu, Y. Y. (2016). Fashion design using evolutionary algorithms and fuzzy set theory – a case to realize skirt design customizations. *Information Systems for the Fashion and Apparel Industry*, 163–197. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100571-2.00009-9>

18. McKinney, E., Gill, S., Dorie, A., Roth, S. (2016). Body-to-Pattern Relationships in Women's Trouser Drafting Methods. *Clothing and Textiles Research Journal*, 35 (1), 16–32. doi: <https://doi.org/10.1177/0887302x16664406>
19. Yamazaki, K., Oya, R., Nagahama, K., Okada, K., Inaba, M. (2016). Bottom Dressing by a Dual-Arm Robot Using a Clothing State Estimation Based on Dynamic Shape Changes. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 13 (1), 5. doi: <https://doi.org/10.5772/61930>
20. McKinney, E. C., Bye, E., LaBat, K. (2012). Building patternmaking theory: a case study of published patternmaking practices for pants. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 5 (3), 153–167. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2012.666269>
21. Gill, S., Hayes, S. (2012). Lower body functional ease requirements in the garment pattern. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 5 (1), 13–23. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2011.593560>
22. Zakharkevich, O. V., Kuleshova, S. G. (2017). Development of the method of scaling patterns and virtual garments forms. *Vlakna a Textil*, 4, 34–40.
23. Домбровська, О. М., Мица, В. В. (2017). Дослідження базових конструкцій одягу для хлопчиків і дівчаток дошкільної вікової групи. *Вісник Хмельницького національного університету*, 5, 54–57.
24. Славинская, А. Л., Вовк, Ю. В. (2013). Формирование опций преобразования интерактивной конструкции прямой юбки в конструкцию классических брюк. *Молодой ученый*, 10 (57), 198–201.
25. Mengna, G., Kuzmichev, V. E. (2013). Pressure and comfort perception in the system “female body–dress.” *Autex Research Journal*, 13 (3), 71–78. doi: <https://doi.org/10.2478/v10304-012-0032-6>
26. Slavinska, A., Zakharkevich, O., Kuleshova, S., Syrotenko, O. (2018). Development of a technology for interactive design of garments using add-ons of a virtual mannequin. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 28–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148984>
27. Швець, Г. С. (2009). Антропометрична модифікація графічної моделі поверхні тазової частини манекена на суміжні розміри і повноти типових фігур. *Вісник Хмельницького національного університету*, 4, 160–163.
28. Zakharkevich, O. V., Kuleshova, S. G., Slavinska, A. L. (2015). Scale factors calculating for recreating women's garments' form. *Magazine textile and clothing*, 6, 146–151.
29. Njagi, R. K., Zwane, P. E. (2011). Variation in measurements across different brands of same style ladies' pants in Swaziland. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 4 (1), 51–57. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2010.521195>