

УДК 687.016.5+004.932.2

М.Л. РЯБЧИКОВ, Л. В. НАЗАРЧУК
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛЕЧОВОЇ ЗОНИ ПОВЕРХНІ ТІЛА ЛЮДИНИ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ПРОЕКТУВАННЯ ОДЯГУ З ВИКОРИСТАННЯМ 3D-СКАНУВАННЯ

M. RIABCHUKOV, L. NAZARCHUK
Lutsk National Technical University

RESEARCH OF THE HUMAN BODY SURFACE SHOULDER AREA FOR APPAREL DESIGN USING 3D-SCANNING

doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2023-17-25

Мета. Дослідження плечової зони поверхні тіла людини для цілей проектування одягу на основі 3D-сканування з подальшим створенням конструкції для індивідуального споживача.

Методика. Реальні тривимірні антропометричні дослідження визначають доцільність використання сучасних засобів тривимірного сканування, що встановлює виконання певних вимог з програмного і матеріального забезпечення цього процесу.

Сучасні гаджети у вигляді Kinect систем мають бюджетну вартість і цілком здатні до застосування у вигляді засобів тривимірного визначення розмірів. Використання програмного забезпечення KScan3D сумісно з Meshlab в процесі сканування тіла людини дають можливість сформувати ряд точок у вигляді DXF файлу, який визначає координати всіх точок в триангуляційній мережі, що формує поверхню. Огляд джерел технічної та наукової літератури здійснювався за допомогою інформаційно-аналітичних методів порівняльного та системно-структурного аналізу.

Результати. У статті представлено дослідження плечової зони поверхні тіла жінок Волинської області. Координати точок поверхні, одержані в результаті 3D-сканування дозволили створити апроксимаційні моделі у вигляді поліномів. Це дасть можливість створити конструкцію шляхом виконання розгортки отриманої аналітичної поверхні на площину. Для подальшого аналізу одержаних даних криві проєкцій плечових зон були прив'язані до прямокутної системи координат. В результаті аналізу результатів тривимірного сканування плечової зони доведена можливість апроксимації фронтальної проєкції двома гілками параболи.

Наукова новизна. В роботі надано аналітичну модель поверхні плечової зони, що дозволяє побудувати розгортку поверхні одягу, а реальна конструкція плечової зони одягу може бути створена як зменшена розгортка з двома або однією виточкою.

Практична значимість. Реальна конструкція плечової зони одягу може бути створена, як зменшена розгортка з двома або однією виточкою. Така конструкція, побудована на основі тривимірного сканування забезпечує найкращу посадку одягу для споживача з індивідуальною фігурою.

Ключові слова. 3D сканування, антропометричні дослідження, плечова зона, конструкція виробу.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Тіло людини має складну геометричну форму, що є індивідуальною для кожної окремої особи. Антропометричні стандарти містять окремі уніфіковані ознаки, що можуть бути виділені в окремі групи. Ці ознаки визначаються при допомозі геометричних вимірювань. Однією із основних вимог до одягу, що проектується і виготовляється на конкретну людину є якісна посадка його на фігурі, яка у багатьох випадках визначає близькість поверхні одягу до поверхні тіла людини. Для цього відповідна частина одягу в процесі конструювання повинна мати вигляд розгортки тривимірної фігури на площину. Типові розгортки цього відомі, як елементи одягу в різних системах конструювання одягу.

Цифрові 3D технології відкривають нові можливості для більш точної побудови конструкції одягу, перш за все це технології тривимірного сканування. Незважаючи на досить великий обсяг досліджень у цьому напрямі, залишається комплекс проблем, який визначає особливості антропометрії окремих зон поверхні тіла людини, а також практичні напрями конструювання одягу з урахуванням реальної тривимірної геометрії тіла.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Впровадженню тривимірних технологій у процес проектування одягу за останні роки присвячено безліч досліджень і публікацій.

У [1] розглянуто значення тривимірних технологій для побудови конструкції одягу. Дана робота має оглядовий характер і потребує подальшої деталізації.

У дослідженні [2] оцінювався потенціал тривимірного динамічного модного одягу разом із системами тривимірного віртуального моделювання. Це призвело до обговорення майбутнього можливого цифрового модного дизайну. Реальною проблемою при цьому вважається тривимірна презентація одягу. Мало уваги приділено процесу реального конструювання одягу для забезпечення найкращих умов посадки.

У роботі [3] наведені проблеми покращення вибору одягу без ручного вимірювання. На основі моделі форми при допомозі масштабних 3D-сканованих вимірювань у якості вхідних даних передбачено розроблені методи визначення розміру одягу. Визначення особливостей конструкції для індивідуального споживача не передбачено.

У статті [4] запропоновані альтернативні методи визначення реальних форм одягу без використання дороговартісних 3D сканерів. У ряді випадків

використання 3D сканерів може бути замінено дешевими кіннект пристроями [5].

У роботі [6] наведені результати антропометричних досліджень чоловічого тіла, що проведені при допомозі 3D сканування. Виявлені співвідношення між основними розмірними ознаками. В дослідженні використовувались традиційні ознаки, хоча 3D технології дозволяють визначати будь які ознаки і вводити нові.

Дослідження [7, 8] присвячені розробці реальних методів конструювання на основі побудови 3D garment model (модель одягу). Розроблені алгоритми дозволяють pattern making (виготовити лекало) після двовимірної параметризації. В роботі не наведені методи побудови конструкцій окремих складних по формі частин тіла людини.

Проблеми створення реальних конструкцій на основі тривимірних вимірювань розглядані також у роботі [9]. У дослідженні додані методи віртуального одягання і припасування одягу.

У дослідженні [10] був розроблений тривимірний прототип одягу для забезпечення найкращої посадки і балансу одягу у процесі динамічної антропометрії. Досліджені припуски на вільне облягання. Не доведена задача практичного створення конструкцій з урахуванням складної форми окремих частин тіла людини.

Методи 3D сканування дозволяють значно просунути дослідження в напрямку антропометричної стандартизації. Даний напрям потребує ретельних підходів для різних частин тіла. Найбільш відомі дослідження проведені стосовно форми жіночих грудей [11, 12]. Більш детальна сегментація частин тіла людини, а також важливість дослідження їх форми доведена в [13]. Важливість продовження антропометричних досліджень з використанням тривимірних технологій відзначена також в [14].

В результаті аналізу стану питання можна зробити висновки про актуальність подальших антропометричних досліджень елементів тіла людини, що мають складну просторову форму для подальшої стандартизації, а також створення конструкцій для індивідуального споживача, які найкращим чином відповідають будові тіла. Для досліджень вибрана плечова зона, геометрія якої недостатньо висвітлена в існуючих стандартах і наукових публікаціях.

Цілі статті. Метою роботи є дослідження плечової зони поверхні тіла людини для цілей проектування одягу на основі 3D-сканування з подальшим створенням конструкції для індивідуального споживача.

Об'єкт дослідження. Плечова зона тіла людини.

Методи дослідження. Під час дослідження використовувалися методи тривимірного моделювання та прототипування. Огляд джерел технічної та наукової літератури здійснювалося за допомогою інформаційно-аналітичних методів порівняльного та системно-структурного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Реальні тривимірні антропометричні дослідження визначають доцільність використання сучасних засобів тривимірного сканування, що, відповідно, визначає виконання певних вимог з програмного і матеріального забезпечення цього процесу.

Сучасні гаджети у вигляді Kinect систем мають бюджетну вартість і цілком здатні до застосування у вигляді засобів тривимірного визначення розмірів. Використання програмного забезпечення KScan3D сумісно з Meshlab в процесі сканування тіла людини дають можливість сформувати мережу точок у вигляді DXF файла, який визначає координати всіх точок в триангуляційній мережі, що формує поверхню. Така мережа дозволяє одержати поверхню будь-якої частини тіла людини (рис.1), а також визначити будь-які розміри в довільній проекції.

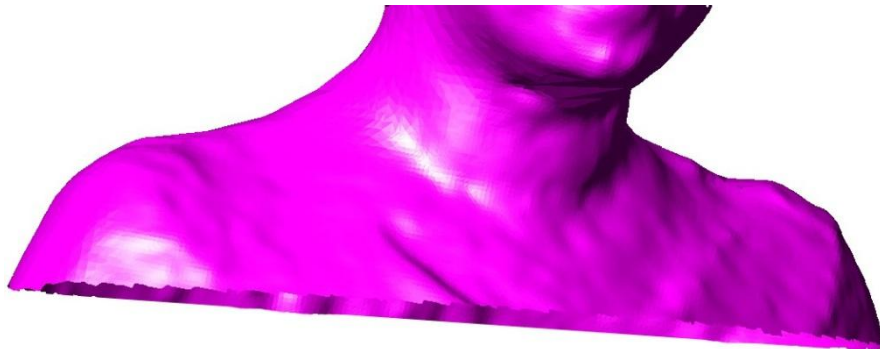


Рис.1. Поверхня частини тіла людини, отримана за допомогою кінект-пристрою

Координати точок поверхні, одержані в результаті 3Dсканування дозволяють створити апроксимаційні моделі у вигляді поліномів. Такі моделі здатні розв'язати задачу створення конструкції шляхом виконання розгортки отриманої аналітичної поверхні на площину.

Для досягнення поставленої мети були обстежені плечові зони 27 жінок Волинської області віком від 19 до 23 років. Отримані поверхні мають досить різноманітну форму (рис.2).

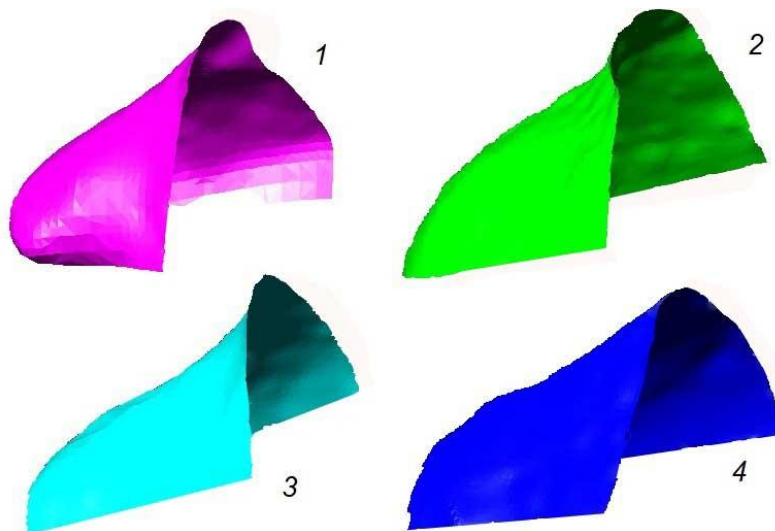


Рис. 2. Просторові форми плечових зон, отримані методами 4D сканування

Сучасні тривимірні програмні засоби дозволяють порівнювати загальну просторову форму, а також аналізувати вигляд в різних проекціях та перерізах. Найбільш інформативною може виступати фронтальна проекція. Фронтальний вигляд плечової зони для різних респондентів показаний на рис.3.

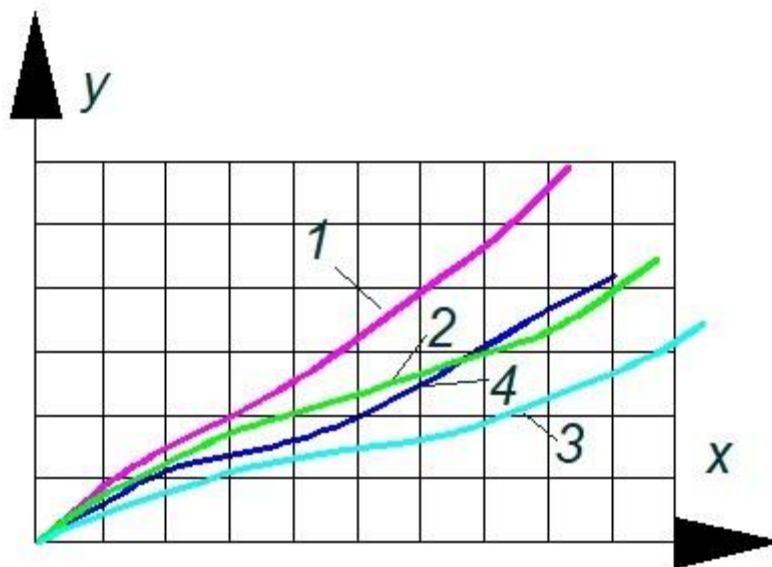


Рис.3. Фронтальні проекції плечових зон

Для подальшого аналізу одержаних даних криві проекцій плечових зон були прив'язані до прямокутної системи координат. Графіки, отримані в зазначених координатах разом з помітними розбіжностями мають спільні риси.

Загальний вигляд графіка – плавна крива, що підіймається. Тобто, така залежність може бути описана безперервною зростаючою функцією. Вимірюваннями можна визначити загальну довжину ділянки, що дорівнює ширині плеча, а також висоту плеча біля шиї над нульовим значенням.

Всі графіки на певній відстані мають точку перегину. До цієї точки опуклість графіку направлена вгору, що визначає поступове зменшення інтенсивності зростання функції, що математично визначається від’ємними значеннями похідної функції. Після цієї точки інтенсивність зростання збільшується, похідна функції має позитивний знак. В точці перегину похідна змінює знак. В умовах традиційних антропометричних вимірювань точне розташування цієї точки визначити досить важко.

В умовах тривимірного моделювання і збереження інформації в DXF форматі забезпечується доступ до координат всіх точок поверхні, зокрема точок, що визначають обрис плеча. Після розташування точок в порядку зростання простіший алгоритм визначає різницю висоти наступної точки і попередньої. Перша ділянка функції характеризується поступовим зниженням цієї різниці. Точка перегину визначає початок збільшення різниці координати наступної та попередньої точки

$$y_{k+1} - y_k > y_k - y_{k-1}.$$

В таких умовах досить просто визначити для кожної суміжної пари точок похідну, яка дорівнює тангенсу кута нахилу дотичної до графіка.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_{k+1} - y_{k-1}}{x_{k+1} - x_{k-1}}.$$

Тоді для характеристик фронтальної проекції плечової зони, можна виділити наступні показники, що визначаються на основі алгоритмів тривимірного сканування і наступної комп’ютерної обробки результатів (рис.4).

$$\text{Висота плеча над базовою точкою} \quad H = \sum_{i=1}^n y_i.$$

$$\text{Ширина плеча} \quad B = \sum_{i=1}^n x_i \quad (n - \text{загальна кількість точок}).$$

$$\text{Висота точки перегину} \quad h = \sum_{i=1}^k y_i.$$

$$\text{Відстань до точки перетину} \quad b = \sum_{i=1}^k x_i.$$

Кут нахилу дотичної в точці перегину α .

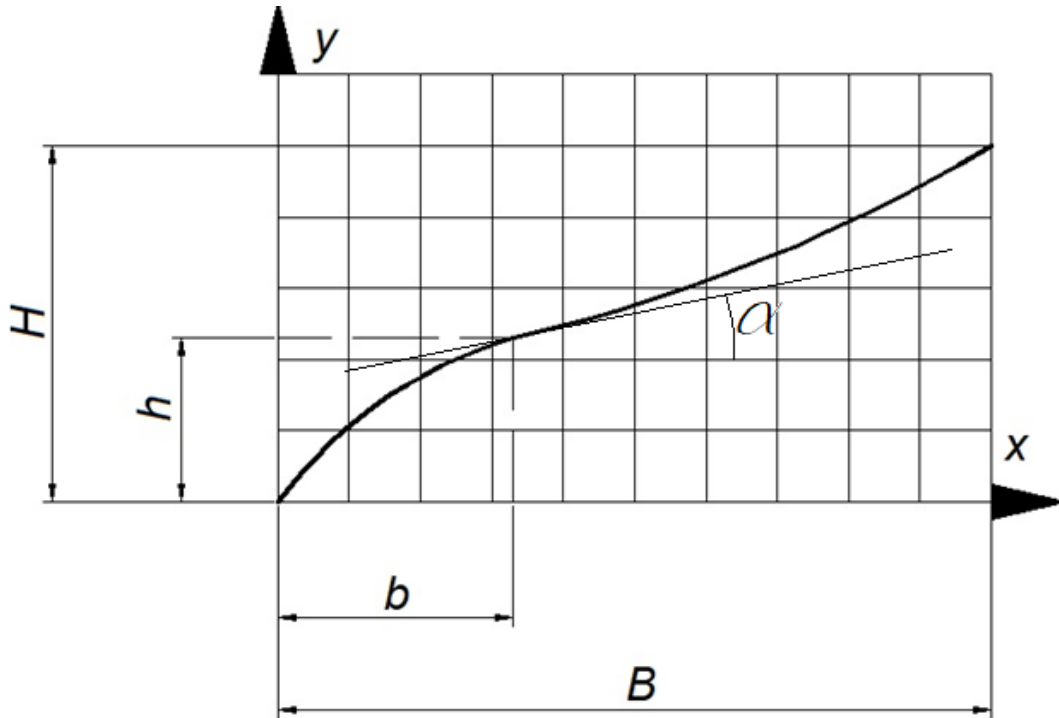


Рис.4. Графічна залежність лінії плеча

Функція, що описує дану криву може бути представлена у вигляді двох гілок квадратних парабол:

$$y = \begin{cases} a_{01} + a_{11} \cdot x - a_{21} \cdot x^2, & x \leq b \\ a_{02} + a_{12} \cdot x + a_{22} \cdot x^2, & x \geq b \end{cases}$$

Умова $y=0$ при $x=0$ дає значення $a_{01}=0$.

В точці $x=b$ для обох функцій $y=h$, а похідні обох функцій однакові і дорівнюють тангенсу кута нахилу дотичної до лінії плеча і даній точці $t=\tan(\alpha)$.

В точці $x=B$ значення функції $y=H$.

Похідна функції може бути визначена, як

$$\frac{dy}{dx} = \begin{cases} a_{11} - 2 \cdot a_{21} \cdot x, & x \leq b \\ a_{12} + 2 \cdot a_{22} \cdot x, & x \geq b \end{cases}$$

Вищезазвані умови створюють систему рівнянь:

$$\begin{cases} a_{11} \cdot b - a_{21} \cdot b^2 = h \\ a_{02} + a_{12} \cdot b + a_{22} \cdot b^2 = h \\ a_{02} + a_{12} \cdot B + a_{22} \cdot B^2 = H \\ a_{11} - 2 \cdot a_{21} \cdot b = t \\ a_{12} + 2 \cdot a_{22} \cdot b = t \end{cases}$$

Розв'язок системи може бути представлений у вигляді

$$\begin{aligned} a_{21} &= \frac{h}{b^2} - \frac{t}{b}, & a_{22} &= \frac{H-h}{(B-b)^2} - \frac{t}{B-b}, \\ a_{11} &= \frac{2h}{b} - t, & a_{12} &= \frac{t \cdot (B+b)}{B-b} - \frac{2 \cdot (H-h) \cdot b}{(B-b)^2}, \\ a_{02} &= h - \frac{t \cdot B \cdot b}{B-b} + \frac{(H-h) \cdot b^2}{(B-b)^2}. \end{aligned}$$

Розгляд горизонтальних перерізів задньої поверхні плеча демонструє близькість їх і загальної вертикальної проекції до еліпсу з напівосями B і A .

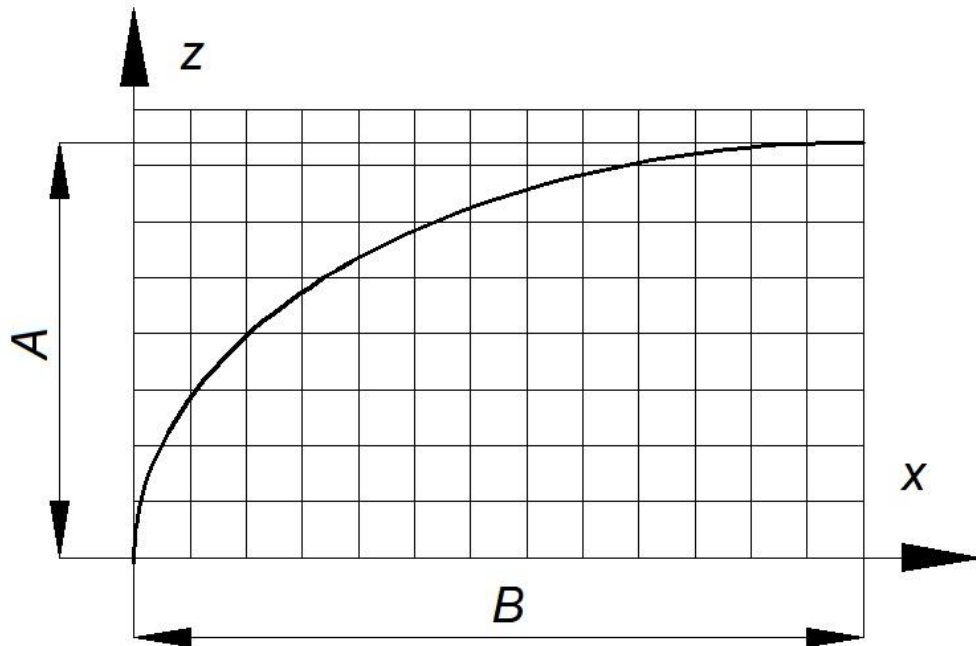


Рис. 5. Вертикальна проекція задньої поверхні плеча

У цих умовах функція перерізів може бути записана у вигляді

$$z = A \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x}{B}\right)^2}$$

Описані функції дозволяють синтезувати загальне рівняння поверхні .

Отримані дані дозволяють визначити довжини довільних на поверхні і побудувати розгортку поверхні з будь-якою точністю (рис.6).

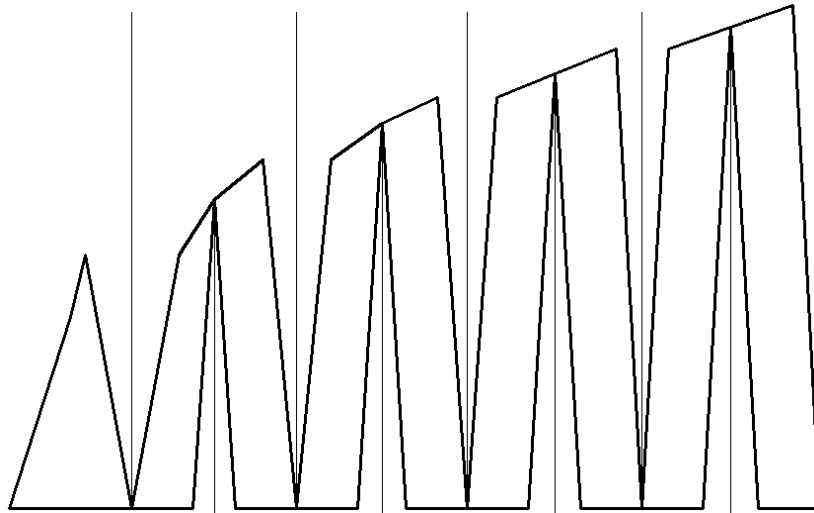


Рис.6. Розгортка задньої поверхні плеча

Реальна конструкція плечової зони одягу може бути створена, як зменшена розгортка з двома або однією виточкою (рис.7).

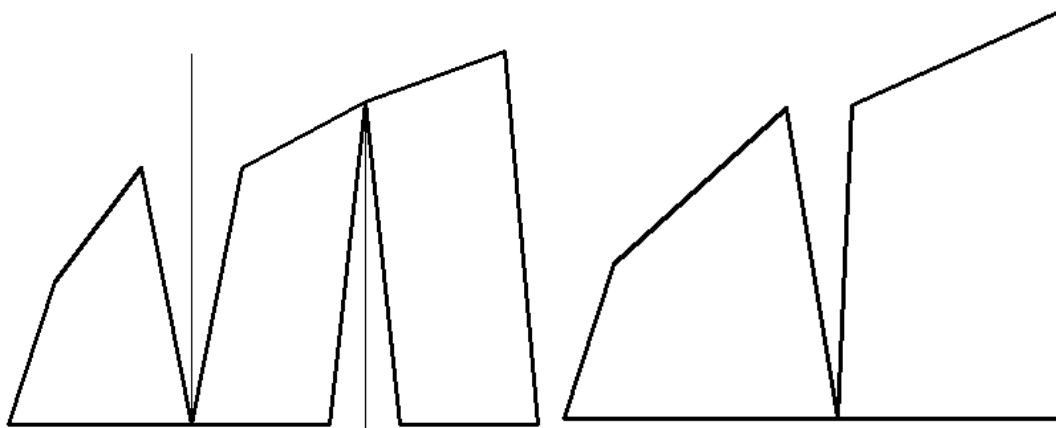


Рис.7. Конструкція з двома або однією виточкою

Висновки та перспективи подальших досліджень. В результаті аналізу результатів тривимірного сканування плечової зони поверхні тіла людини доведена можливість апроксимації фронтальної проекції двома гілками параболи. Отримані дані дозволяють побудувати розгортку поверхні одягу, а реальна конструкція плечової зони одягу може бути створена як зменшена розгортка з двома або однією виточкою.

Список використаних джерел

1. Scott, E.L. (2022) The role of 3D measurement technology and anthropometric data for improved garment fit and sustainable manufacturing (Book Chapter). *Digital Manufacturing*

Technology for Sustainable Anthropometric Apparel. с. 23-48. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823969-8.00002-2>

2. Choi, Kyung-Hee (2022) 3D dynamic fashion design development using digital technology and its potential in online platforms. *Fashion and Textiles, Vol.9, Iss.1*, Article number: 9 DOI 10.1186/s40691-021-00286-1

3. Vleugels Jochen, Veelaert Lore, Peeters Thomas, Huysmans Toon, Danckaers Femke, Verwulgen Stijn, (2022) Predicting User's Measurements without Manual Measuring: A Case on Sports Garment Applications. *Applied Sciences (Switzerland)* 2022, 12(19), 10158; [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/app121910158>

4. Xia, S., Li, J., Istook, C.L., West, A.J.(2022) A 2D image body measurement system developed with neural networks and a color-coded measurement garment. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 34(6), с. 967-978. DOI 10.1108/IJCST-08-2021-0114

5. Riabchykov M., Vilkov S., Nechipor S., Popova, T. Two-dimensional studies of thermomechanical properties of textile materials for 3D formation. *Vlakna a Textil*. 25(2), с. 87-92

6. Rahman, O., Navarro, H.D. (2022) Men's Physical Stature: Tackling Heightism and Challenges in Fashion Consumption. *Behavioral Sciences*. 12(8),270, DOI 10.3390/bs12080270

7. Pietroni, N., Dumery, C., Falque, R., (...), Vidal-Calleja, T., Sorkine-Hornung, O. (2022) Computational pattern making from 3D garment models. *ACM Transactions on Graphics*. 41(4),157. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1145/3528223.3530145>

8. Zhang, K. (2022). Application of 3D Technology in Garment Design Template. In: Macintyre, J., Zhao, J., Ma, X. (eds) *The 2021 International Conference on Machine Learning and Big Data Analytics for IoT Security and Privacy. SPIoT 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 97. Springer, Cham. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1007/978-3-030-89508-2_37

9. Bao, C., Miao, Y., Gu, B., Liu, K. and Liu, Z. (2021), "3D interactive garment parametric pattern-making and linkage editing based on constrained contour lines", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 33 No. 5, pp. 696-723. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1108/IJCST-09-2020-0137>

10. Avadanei, M.L., Olaru, S., Dulgheriu, I., (...), Loghin, E.C., Ionescu, I. (2022) A New Approach to Dynamic Anthropometry for the Ergonomic Design of a Fashionable Personalised Garment. *Sustainability (Switzerland)*. 14(13),7602. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/su14137602>

11. Zhang, B., Sun, Y., Zhong, Z., (...), Li, Y., Gu, B. (2022) Breast shape classification and discrimination driven by local features-focusing on Chinese women in their 20s. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 90,103304, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103304>

12. Gu, Y., Pan, L., Yao, T., (...), Sun, H., Wang, J. (2022) Classification and regression modeling of breast shape of young females in Northeast China | [东北地区青年女性胸部形态分类与回归建模]. *Journal of Silk*. 59(7), с. 64-70. Doi: 10.3969/j.issn.1001-7003(2022)07-0064-07

13. Chi, C., Zeng, X., Bruniaux, P., Tartare, G. (2022) A study on segmentation and refinement of key human body parts by integrating manual measurements. *Ergonomics*. 65(1), с. 60-77. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1963489>

14. Wang, X., Wang, Y.(2021) Development status and application of 3D anthropometric technology | [三维人体测量技术的发展现状及其应用]. *Wool Textile Journal*. 49(10), с. 106-111. DOI : 10.19333/j.mfkj.20210103506

References

1. 1. Scott, E.L. (2022) The role of 3D measurement technology and anthropometric data for improved garment fit and sustainable manufacturing (Book Chapter). *Digital Manufacturing*

Technology for Sustainable Anthropometric Apparel. с. 23-48. [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823969-8.00002-2>

2. Choi, Kyung-Hee (2022) 3D dynamic fashion design development using digital technology and its potential in online platforms. *Fashion and Textiles*, Vol.9, Iss.1, Article number: 9 DOI 10.1186/s40691-021-00286-1

3. Vleugels Jochen, Veelaert Lore, Peeters Thomas, Huysmans Toon, Danckaers Femke, Verwulgen Stijn, (2022) Predicting User's Measurements without Manual Measuring: A Case on Sports Garment Applications. *Applied Sciences (Switzerland)* 2022, 12(19), 10158; [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/app121910158>

4. Xia, S., Li, J., Istook, C.L., West, A.J.(2022) A 2D image body measurement system developed with neural networks and a color-coded measurement garment. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 34(6), с. 967-978. DOI 10.1108/IJCST-08-2021-0114

5. Riabchykov M., Vilkov S., Nechipor S., Popova, T. Two-dimensional studies of thermomechanical properties of textile materials for 3D formation. *Vlakna a Textil*. 25(2), с. 87-92

6. Rahman, O., Navarro, H.D. (2022) Men's Physical Stature: Tackling Heightism and Challenges in Fashion Consumption. *Behavioral Sciences*. 12(8),270, DOI 10.3390/bs12080270

7. Pietroni, N., Dumery, C., Falque, R., (...), Vidal-Calleja, T., Sorkine-Hornung, O. (2022) Computational pattern making from 3D garment models. *ACM Transactions on Graphics*. 41(4),157. [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1145/3528223.3530145>

8. Zhang, K. (2022). Application of 3D Technology in Garment Design Template. In: Macintyre, J., Zhao, J., Ma, X. (eds) *The 2021 International Conference on Machine Learning and Big Data Analytics for IoT Security and Privacy. SPIoT 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 97. Springer, Cham. [Electronic resources]. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-3-030-89508-2_37

9. Bao, C., Miao, Y., Gu, B., Liu, K. and Liu, Z. (2021), "3D interactive garment parametric pattern-making and linkage editing based on constrained contour lines", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 33 No. 5, pp. 696-723. [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1108/IJCST-09-2020-0137>

10. Avadanei, M.L., Olaru, S., Dulgheriu, I., (...), Loghin, E.C., Ionescu, I. (2022) A New Approach to Dynamic Anthropometry for the Ergonomic Design of a Fashionable Personalised Garment. *Sustainability (Switzerland)*. 14(13),7602. [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/su14137602>

11. Zhang, B., Sun, Y., Zhong, Z., (...), Li, Y., Gu, B. (2022) Breast shape classification and discrimination driven by local features-focusing on Chinese women in their 20s. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 90,103304, [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103304>

12. Gu, Y., Pan, L., Yao, T., (...), Sun, H., Wang, J. (2022) Classification and regression modeling of breast shape of young females in Northeast China | [东北地区青年女性胸部形态分类与回归建模]. *Journal of Silk*. 59(7), с. 64-70. Doi: 10.3969/j.issn.1001-7003(2022)07-0064-07

13. Chi, C., Zeng, X., Bruniaux, P., Tartare, G. (2022) A study on segmentation and refinement of key human body parts by integrating manual measurements. *Ergonomics*. 65(1), с. 60-77. [Electronic resources]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1963489>

14. Wang, X., Wang, Y.(2021) Development status and application of 3D anthropometric technology | [三维人体测量技术的发展现状及其应用]. *Wool Textile Journal*. 49(10), с. 106-111. DOI : 10.19333/j.mfkj.20210103506

Goal. To improve the system of anthropometric standardization of the shoulder area based on 3D scanning with the subsequent creation of a design for an individual consumer.

Methodology. Real three-dimensional anthropometric studies determine the expediency of using modern means of three-dimensional scanning, which establishes the fulfilment of certain requirements for the software and material support of this process.

Modern gadgets in the form of Kinect systems have a budget cost and are quite capable of being used with the benefit of means of three-dimensional determination of dimensions. The use of KScan3D software compatible with Meshlab in the process of scanning the human body makes it possible to generate several points in the form of a DXF file, which determines the coordinates of all points in the triangulation network that forms the surface. The review of the sources of technical and scientific literature was carried out with the help of information-analytical methods of comparative and system-structural analysis.

Results. The article presents a study of the shoulder area of the body surface of women of the Volyn region. The coordinates of the surface points obtained as a result of 3D scanning made it possible to create approximation models in the form of polynomials. This will make it possible to create a design by scanning the resulting analytical surface onto a plane. For further analysis of the obtained data, the projection curves of the shoulder zones were tied to a rectangular coordinate system. As a result of the analysis of the results of three-dimensional scanning of the shoulder area, the possibility of approximating the frontal projection with two branches of the parabola has been proven. New anthropometric points and dimensional features are defined, which are determined based on three-dimensional scanning with the use of computer modelling.

Scientific novelty. The work provides an analytical model of the surface of the shoulder area, which allows building a surface scan with arbitrary accuracy, as well as the design of the shoulder area of the product with a given number of turns, which ensures the best fit of it on the human figure. New anthropometric points and dimensional features are obtained, which are determined based on three-dimensional scanning with the use of computer modelling. Such features include the height and width of the shoulder from the base point, the height, and coordinate of the inflection point, and the angle of inclination of the frontal projection curve at the inflection point.

Practical significance. The obtained data make it possible to determine the lengths of arbitrary ones on the surface and to construct a surface scan with any accuracy. The actual design of the shoulder area of the garment can be created as a reduced sweep with two or one fold. Such a design, built based on three-dimensional scanning, ensures the best fit of clothes for a consumer with an individual figure.

Keywords. 3D scanning, anthropometric studies, shoulder area, product design.

Стаття рекомендована до друку доктором технічних наук,
професором, завідувачем кафедри дизайну та костюму КНУДТ Пашкевич К.

Стаття надійшла в редакцію 23.01.2023 р.