

УДК 7.012:891.001

ПАРАНЬКО Н. П., БОГУШКО О. А., НІКОЛАЄВА Т. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО АЛГОРИТМУ
РЕКОНСТРУКЦІЇ ПОВЕРХНІ АВТЕНТИЧНОЇ СВИТИ З
ПЛОСКИМ КРОЄМ**

***Мета.** Визначення математичного алгоритму розрахунку параметрів реконструкції поверхні автентичного одягу із музейних колекцій.*

***Методика.** В роботі використані графоаналітичні методи побудови точкового та лінійного каркасів.*

***Результати.** Розробка математичного алгоритму реконструкції поверхні української свити дає можливість для створення лекал автентичного одягу із музейних колекцій за розмірними ознаками.*

***Наукова новизна.** Вперше запропоновано математичний метод реконструкції поверхні автентичного одягу з музейних колекцій на основі вимірів шести лінійних параметрів.*

***Практична значимість** представлених результатів досліджень полягає у можливості використання розробленого математичного алгоритму реконструкції поверхні свити в проектуванні сучасних моделей верхнього одягу осінньо-весняного типу.*

***Ключові слова:** українська народна свита, конструктивні особливості, математичний алгоритм, реконструкція поверхні одягу.*

Вступ. Народний костюм, як виразник національної ідентичності, спонукає дизайнерів до створення сучасних форм одягу на основі вивчення культурної народної спадщини.

В творчій роботі етнодизайнера національний народний костюм займає особливе місце не тільки як взірць художньої культури народу, а і як синтез різних видів народного декоративного мистецтва. Національний костюм є одним із найбільш цікавих джерел творчого натхнення планетарного масштабу, адже для етнодизайнера відкривається цілий світ обміну національними традиціями, багатовіковими культурними надбаннями та художніми ідеями.[1]. Проектування сучасного одягу з орієнтацією на художні цінності національної культури йде шляхом збереження та розвитку етнічних традицій, формування в суспільстві естетичного смаку та пошани до національних художніх традицій свого народу, збагачення естетичних уподобань споживачів моди, що додатково стверджує життєздатність та універсальність національної культури та костюма, як її складової.

Постановка завдання. При створенні українського народного строю велике значення мав верхній одяг. Він надавав костюму завершений силует і емоційну виразність.. Яскраву плахту, фартух, вишуканий головний убір ошатно врівноважувала однотонна свита, гармонізуючи ансамбль вбрання українців.[2].

Свита є найдавнішим зразком українського народного одягу. Оцінюючи конструктивні особливості української народної свити, можна зазначити, що різноманітність її варіантів досягалася відносно простими способами поєднання основних (спинка, пілки) прямокутних шматків тканини і вшивання клинів.

В даній статті представлено аналітичні алгоритми реконструкції лінійного каркасу поверхні української свити з метою вдосконалення сучасних форм жіночого демісезонного пальта. Вихідними даними слугували параметри опорної зони спинки та пілочки, одержані в

результаті замірів автентичної української свити середини 19 століття із фондової колекції Національного музею українського народного декоративного мистецтва.

Результати досліджень. Вихідними даними для реконструкції математичної моделі опорної поверхні свити стали (рис. 1):

- довжини горизонтальних перерізів пілочки $\Gamma'I$ (226 мм) та спинки $\mathcal{L}'I$ (228 мм) на рівні нижньої точки пройми;
- довжини профільних перерізів пілочки $O_{ш}\Gamma$ (261 мм) та спинки $O_{ш}\mathcal{L}$ (258 мм), які проходять через точку основи ший;
- довжина лінії плечового шва $O_{ш}B$ (180 мм) та ліній пройми пілочки $B1$ (223 мм) і спинки $B1$ (223 мм);

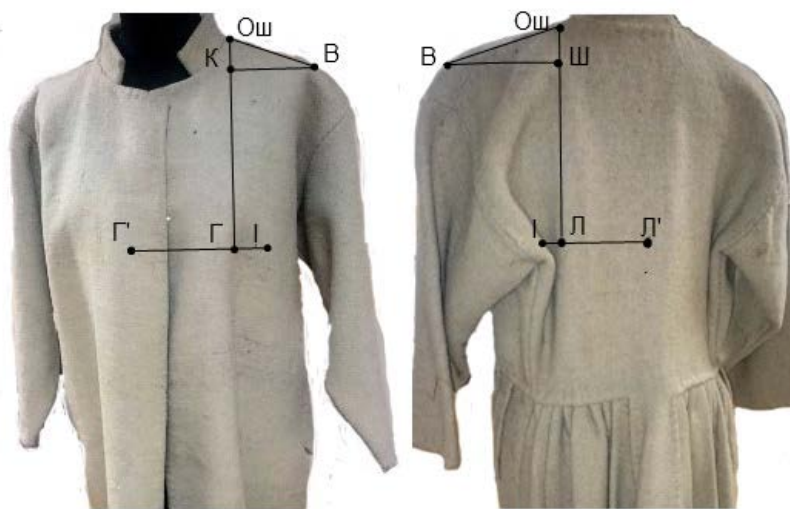


Рис. 1. Основні лінії вимірювання на автентичній свиті

Складність вирішення задачі полягала у визначенні координат чотирьох точок ($O_{ш}, \Gamma, I, L$) взаємного перетину горизонтальних та профільних перерізів поверхні одягу методом ітерації – багаторазового обчислювання параметрів апроксимуючих кривих за приведеними нижче формулами.

Про доцільність апроксимації перерізів опорної зони свити кривими 2-го порядку відомо з наукових робіт [3, 4]. Реконструкція поверхні вирішується шляхом взаємоув'язки форми та параметрів горизонтального та профільного перерізів при заданих параметрах (лінійних замірах). Реконструйований профільний переріз пілочки апроксимували спряженими: дугою кола $O_{ш}KB_2$, відрізком прямої B_2C_2 та дугою кола $C_2\Gamma$ (рис.2), аналітичні алгоритми розрахунків яких такі:

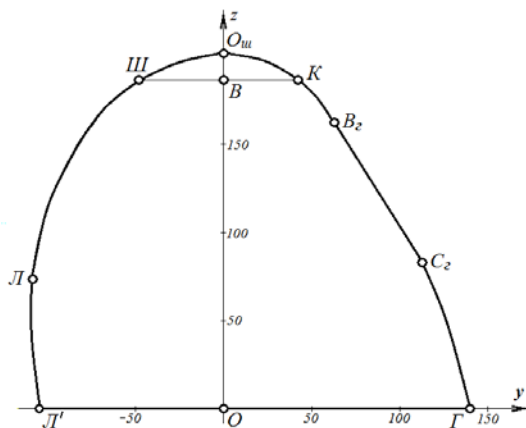


Рис. 2. Профільний переріз поверхні опорної зони свити

1. Експериментально визначаються вихідні параметри дуги кола: довжина профільного перерізу O_uK , апліката точки основи ший $z_{O_u} = 202,0$, різниця аплікат точок основи ший O_u та K ($z_{O_u} - z_K = 15,7$) та ордината точки $y_K = 43,39$.

Аналітичні алгоритми визначення параметрів опорної плечової частини поверхні свити:

а) координати точки S – середини хорди O_uK :

$$y_S = \frac{y_{O_u} + y_K}{2} = 21,7, \quad z_S = \frac{z_{O_u} + z_K}{2} = 194,15;$$

б) кутові коефіцієнти k_1 і k_2 хорди O_uK та перпендикуляра до неї:

$$k_1 = \frac{z_{O_u} - z_K}{y_{O_u} - y_K} = -0,36, \quad k_2 = -\frac{1}{k_1} = 2,76;$$

в) для визначення координат центру O_1 дуги O_uK використовується рівняння перпендикуляра, який проходить через точку S і має напрямок, який визначається кутовим коефіцієнтом k_2 : $z_{O_1} - z_S = k_2 (y_{O_1} - y_S)$. Тоді з врахуванням, що $y_{O_1} = 0$, маємо:

$$z_{O_1} = z_S - k_2 y_S = 134,182;$$

г) величина радіуса $R_1 = 67,82$ мм;

д) довжина дуги кола O_uK : $L_{O_uK} = (2\pi R_1 \alpha) / 360^\circ = 47,1$ мм,

де величина центрального кута $\alpha = 39,78^\circ$ при довжині хорди $a = 46,146$ мм та $\cos \alpha = (2R_1^2 - a^2) / 2R_1^2 = 0,77$.

2. Експериментально визначено і радіус дуги кола $C_2\Gamma$ ($R_2 = 142$ мм) та координати центра O_2 : $y_{O_2} = 0$, $z_{O_2} = 0$.

3. Дві дуги кола сполучаються прямою лінією. Геометричні та аналітичні алгоритми такі:

а) визначаємо різницю величин радіусів кіл $R = R_2 - R_1 = 76,18$ і будуємо допоміжне коло з центром в точці O_2 ;

б) для визначення координат точки T дотику прямої, яка проведена через центр O_1 , з колом радіусу R розв'язуємо сумісно рівняння кола та прямої:

$$\begin{cases} y^2 + z^2 = R^2 \\ z - z_{O_1} = ky' \end{cases}$$

де k – кутовий коефіцієнт прямої OT .

Отримаємо рівняння: $y^2(1 + k^2) + 2y kz_{O_1} + z_{O_1}^2 - R^2 = 0$.

Прирівнюючи дискримінанту нулю, визначаємо величину k :

$$k = -\sqrt{z_{O_1}^2 - R^2} / R = -1,51.$$

в) для визначення координат точки спряження B_2 на дузі кола радіусом R_1 розв'язуємо сумісно рівняння з врахуванням паралельного переносу координат:

$$\begin{cases} y^2 + z^2 = R_1^2, \\ z = k_1 y \end{cases}$$

де $k_1 = -\frac{1}{k} = 0,66$ – кутовий коефіцієнт перпендикуляра до дотичної O_1T .

Тоді ордината точки B_2 $y_{B_2} = \sqrt{R_1^2 / (1 + k_1^2)} = 56,51$, а абсциса $z_{B_2} = \sqrt{R_1^2 - y_{B_2}^2} + z_{O_1} = 171,68$ (з врахуванням зворотного паралельного переносу координат);

г) для визначення координат точки спряження на дузі кола радіусом R_2 розв'язуємо сумісно рівняння:

$$\begin{cases} y^2 + z^2 = R_2^2, \\ z = k_1 y \end{cases}$$

Ордината точки C_2 $y_{C_2} = \sqrt{R_2^2 / (1 + k_1^2)} = 118,33$, абсциса $z_{C_2} = \sqrt{R_2^2 - y_{C_2}^2} = 78,5$.

Довжина відрізка B_2C_2 $L_{B_2C_2} = 111,81$ мм.

4. Довжина дуги кола $O_{ш}B_2$: $L_{O_{ш}B_2} = (2\pi R_1 \alpha) / 360^\circ = 66,79$ мм,

де величина центрального кута $\alpha = 56,428^\circ$ при довжині хорди $a = 64,134$ мм та $\cos \alpha = (2R_1^2 - a^2) / 2R_1^2 = 0,553$.

5. Довжина дуги кола $C_2\Gamma$ ($y_{O_2} = z_{O_2} = 0$): $L_{C_2\Gamma} = (2\pi R_2 \alpha) / 360^\circ = 83,18$ мм,

де величина центрального кута $\alpha = 33,56^\circ$ при довжині хорди $a = 82,0$ мм та $\cos \alpha = (2R_2^2 - a^2) / 2R_2^2 = 0,83$.

Загальна довжина профільного перерізу пілочки $L_{O_{ш}\Gamma} = L_{O_{ш}B_2} + L_{B_2C_2} + L_{C_2\Gamma} = 66,79 + 111,81 + 83,18 = 261,78$ мм (для порівняння вихідна довжина $L_{O_{ш}\Gamma} = 261$ мм).

Профільний же переріз спинки апроксимували спряженими дугами кола $O_{ш}III$, еліпса III та кола III' (див. рис. 2).

1. Експериментально визначили також і вихідні параметри дуги кола $O_{ш}III$: довжина дуги кола $O_{ш}III$ ($L_{O_{ш}III} \approx 51$ мм), абсциса точки основи ший $z_{O_{ш}} = 202,0$, абсциса точки основи ший $O_{ш}$ $z_{ш} = 186,3$ та ордината точки $y_{ш} = -48$.

Аналітичні алгоритми визначення параметрів опорної плечової частини поверхні спинки свити:

1. Визначаємо параметри дуги кола $O_{ш}III$:

а) визначаємо координати точки S – середини хорди $O_{ш}III$:

$$y_S = \frac{y_{O_{ш}} + y_{III}}{2} = -24,0, \quad z_S = \frac{z_{O_{ш}} + z_{III}}{2} = 194,15;$$

б) кутові коефіцієнти k_3 і k_4 хорди $O_{ш}III$ та перпендикуляра до неї:

$$k_5 = \frac{z_{O_{ш}} - z_{III}}{y_{O_{ш}} - y_{III}} = 0,33, \quad k_6 = -\frac{1}{k_5} = -3,06;$$

в) для визначення координат центру O_3 дуги $O_{ш}III$ скористаємось рівнянням (1):

$$z_{O_3} = z_S - k_6 y_S = 120,78 ;$$

г) величина радіуса $R_3 = 81,22$ мм;

д) довжина дуги кола O_{III} : $L_{O_{III}} = (2\pi R a) / 360^\circ = 51,35$ мм ,

де величина центрального кута $\alpha = 36,23^\circ$ при довжині хорди $a = 50,5$ мм та

$$\cos \alpha = (2R_2^2 - a^2) / 2R_2^2 = 0,81 .$$

2. Параметри дуги III :

З канонічного рівняння еліпса при заданих величині півосі $a = y_l = 110,0$, $y_u = -48,0$, $z_l = 50,0$ та $z = z_u - z_l = 136,3$ визначаємо величину півосі b :

$$b = \sqrt{z^2 / (1 - \frac{y^2}{a^2})} = 151,48.$$

Довжина дуги III : $L_{III} = 154,7$ мм.

3. Параметри дуги кола III' :

а) визначаємо координати точки S – середини хорди III' ($y_{l'} = -104$):

$$y_S = \frac{y_l + y_{l'}}{2} = -107,0 , \quad z_S = \frac{z_l + z_{l'}}{2} = 25,0 ;$$

б) кутові коефіцієнти k_5 і k_6 хорди III' та перпендикуляра до неї:

$$k_7 = \frac{z_l - z_{l'}}{y_l - y_{l'}} = -8,33 , \quad k_8 = -1 / k_7 = 0,12 ;$$

в) для визначення координат центру O_4 дуги III' скористаємось рівнянням:

$$y_{O_4} = \frac{k_8 y_S - z_S + z_{O_4}}{k_8} = 101,33 ;$$

г) величина радіуса $R_4 = 211,33$ мм , а ордината точки l' $y_{l'} = -104,0$.

д) довжина дуги кола III' : $L_{III'} = (2\pi R a) / 360^\circ = 50,48$ мм ,

де величина центрального кута $\alpha = 13,69^\circ$ при довжині хорди $a = 50,36$ мм та

$$\cos \alpha = (2R_4^2 - a^2) / 2R_4^2 = 0,97 .$$

Таким чином, загальна довжина профільного перерізу спинки, який реконструювали: $L_{O_{III'}} = L_{O_{III}} + L_{III'} + L_{III'} = 256,53$ мм.

Горизонтальні перерізи апроксимували дугами кривих 2-го порядку, параметри яких приведені в табл. 1.

Розроблені напрямні лінійного каркасу опорної зони необхідно доповнити лінією пройми (на рис. 3,а зображені профільний та горизонтальний перерізи, а на рис. 3,б – перерізи з додаванням пройми, лінія плечового шва і частина тотожного профільного перерізу $K'O'_{III'}$, який проходить через точку основи ший $O'_{III'}$).

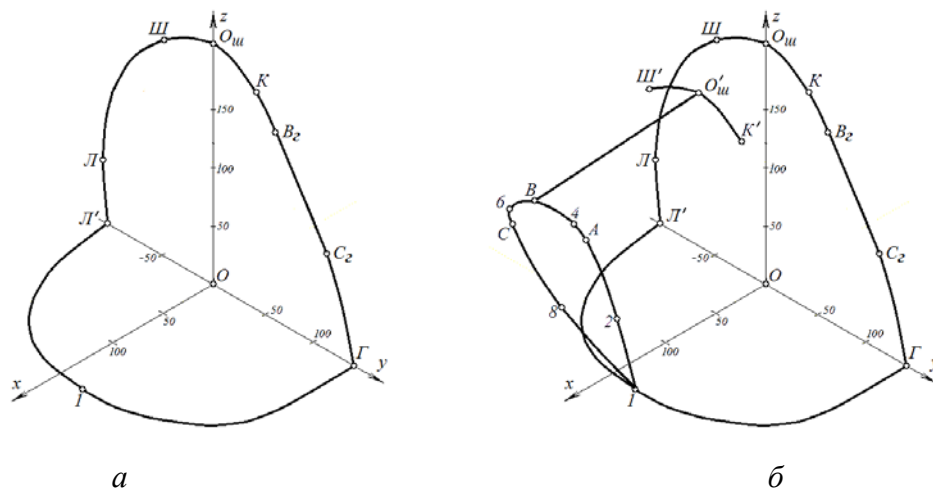


Рис. 3. Основні напрямні лінійного каркасу

Відомо, що форма і розміри та положення пройми впливають на параметри і кривизну контурів оката рукава та деталей плічки і спинки. В науковій літературі описано п'ять способів побудови просторової лінії пройми [3]. Форма пройми в світі спрощена – плоска.

Аналіз форми пройми українських свит із музейних колекцій дає можливість представити її геометричну форму у вигляді трьох дуг кіл (рис. 4):

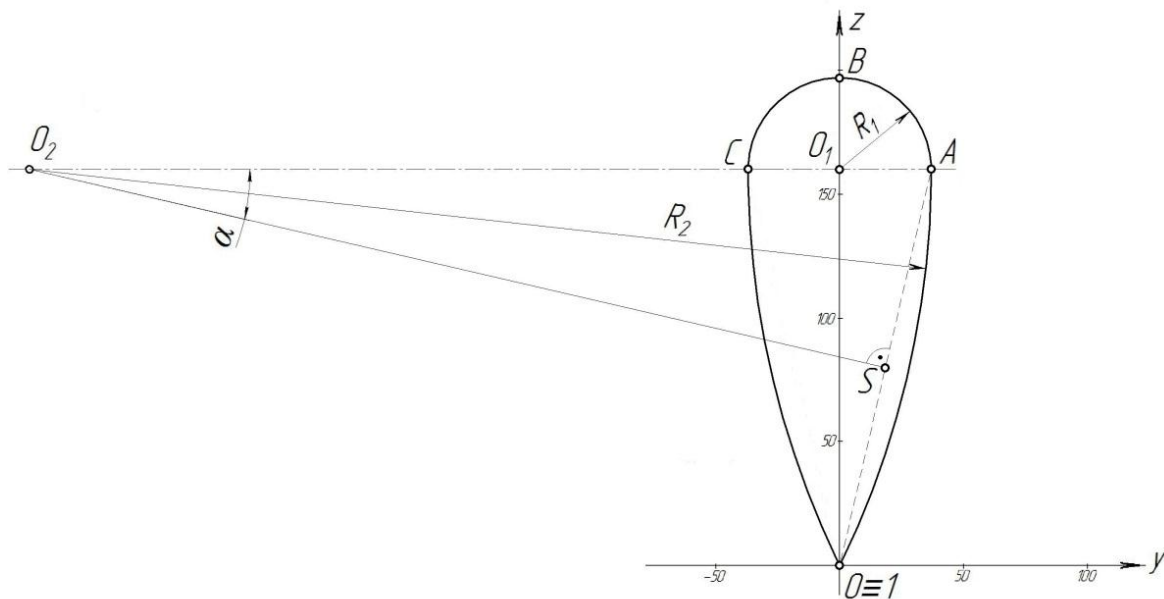


Рис. 4. Профільна проекція пройми

Аналітичні алгоритми визначення параметрів пройми:

1. Верхня частина профільної проекції пройми апроксимована півдугою кола ABC радіусом R_1 . Графічний та аналітичний алгоритми побудови дуг AO та CO , які спряжені з дугою ABC в точках A і C , наступний:

Вихідні дані: $OO_1 = 167,6$ мм, $R_1 = 32,6$ мм.

а) визначаємо координати точки S – середини хорди CO :

$$y_S = \frac{y_A}{2} = 16,3, \quad z_S = \frac{z_A}{2} = 83,8;$$

б) кутові коефіцієнти k_1 і k_2 хорди OA та перпендикуляра до неї в точці S :

$$k_1 = \frac{z_A}{y_A} = \frac{167,6}{32,6} = 5,14, \quad k_2 = -\frac{1}{k_1} = -0,19;$$

в) для визначення координат центру O_2 , як точки перетину вісі AC та перпендикуляра до хорди скористаємось рівнянням перпендикуляра

$$z_S - z_{O_2} = k_2 (y_S - y_{O_2})$$

та, враховуючи що $z_{O_2} = z_C$, отримуємо:

$$y_{O_2} = \frac{k_2 \cdot y_S - z_S + z_{O_2}}{k_2} = -414,53;$$

г) величина радіуса $R_2 = |y_{O_2}| + R_1 = 447,13$ мм;

д) для визначення довжини дуги кола AO необхідно обчислити величину центрального кута α з прямокутного трикутника OO_1O_2 :

$$\operatorname{tg} \alpha = OO_1 / |O_1O_2| = 0,49, \quad \alpha = 22^\circ,$$

де $OO_1 = 167,6$ мм, а $|O_1O_2| = 414,53$ мм.

Тоді довжину лінії пройми пілочки (BCO) або лінії пройми спинки (BAO), кожна з яких апроксимована спряженими дугами двох кіл, визначаємо за формулою:

$$L = \frac{\pi R_1}{2} + \frac{2\pi R_2 \alpha}{360^\circ} = 223 \text{ мм}.$$

2. З метою подальшої побудови дискретного лінійного каркаса опорної зони свити визначаємо дискретний ряд точок профільної проекції пройми:

– з канонічного рівняння кола радіуса R_1 та центром O_1 маємо ($y_{O_1} = 0$):

$$y_i = \pm \sqrt{R_1^2 - (z_i - z_{O_1})^2}.$$

– з канонічного рівняння кола радіуса R_2 та центром O_2 маємо:

$$y_i = y_{O_2} \pm \sqrt{R_2^2 - (z_i - z_{O_2})^2}.$$

3. Перетворюємо профільну проекцію трьома обертаннями системи координат та двома плоско паралельними переміщеннями: обертання навколо осі Oz на кут $\beta = 10^\circ$, обертання навколо осі Oy на кут $\gamma = 20^\circ$ та обертання навколо осі Ox на кут $\varphi = -8,17^\circ$:

Параметри точкового каркасу (x, y, z точок), які отримані перетворенням координат (повороти на 3 кути) в статті не приводяться.

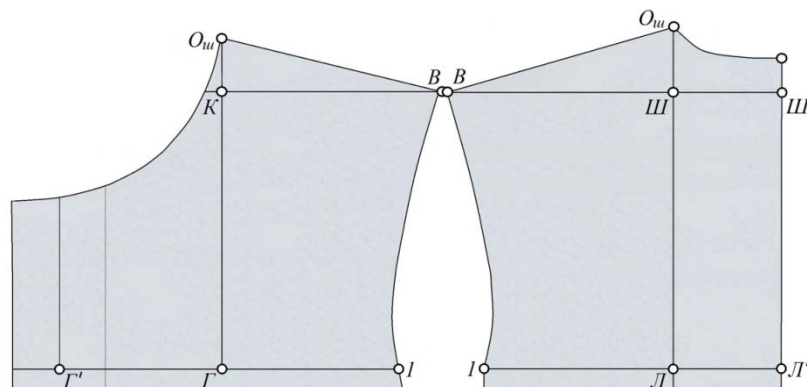


Рис. 5. Схема вихідних контурів та основних ліній вимірювання на розгортках опорної поверхні свити

Таблиця 1.

Параметри горизонтальних перерізів

Точки пройми	Пілочка				Точки пройми	Спинка			
	параметри перерізу		довжина лінії основи			параметри перерізу		довжина лінії основи	
	півосі	пряма	L _{зад.}	L _{розр.}		півосі, фокальні параметри	пряма	L _{зад.}	L _{розр.}
1	a = 104,45 b = 115,82	57,0	230,0	230,11 +26,18	В	a = 24,7 b = 52,33	194,5 7	257,0	257,08
2	a = 79,15 b = 74,018	107,0		229,06	6	x = 14,127 y = 46,0	204,2		255,01
A	a = 23,35 b = 26,834	190,0		229,65 + 22,85	С	x = 40,44 p = 45,1346	173,0		248,34
4	a = 19,787 b = 23,438	200,0		236,83 + 22,17	8	x = 194,21 y = 99,99	–		227,14
В	a = 19,922 b = 43,39	210,0	266,0	261,5 + 4,5	1	a = 150,8 b = 104,0	–	228,0	228,0 (201,82 + 26,18)

Висновки. Представлений математичний алгоритм розрахунку параметрів опорної зони пілочки та спинки української свити з плоским кроєм може використовуватись для реконструкції крою автентичного одягу із музейних колекцій. На основі лише шести лінійних параметрів можна створити лекала пілочки та спинки одягу з плоским кроєм з подальшим їх застосуванням в проектуванні сучасного верхнього одягу.

Література

- Паранько Н. П., Николаєва Т. В. Мистецтво творення одягу-яскрава складова культурної спадщини українського народу./ За матеріалами міжнародної науково-практичної конференції 20квітня 2017. Культурна спадщина України. Сталій розвиток і національна безпека.- К:НАКККіМ, 2017.
- Національна Академія Наук України. Інститут мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М.Т.Рильського. Історія декоративного мистецтва України у 5 томах. Мистецтво 19 століття том 3. /під ред. Г.Скрипник. – К: ІМФЕ ім. М. Т.Рильського, 2009.
- Богушко О. А., Малиновський В. І., Святкіна А. Є. Геометрія поверхонь одягу. - К: СПД Кравчук В.К., 2012.
- Богушко О. А., Святкіна А. Є. Построение линейного каркаса и развертки опорной поверхности женской плечевой одежды. – К: ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2013.

References

- Paranko, N. P., Nikolaieva, T. V. (2017). Mystetstvo tvorennia odiahu-iaskrava skladova kulturnoi spadshchyny ukrainskoho narodu. [The art of creating clothes is a vivid component of the cultural heritage of the Ukrainian people]. *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (20 kvitnia 2017). Kulturna spadshchyna Ukrainy. Stalyi rozvytok i natsionalna bezpeka.* - Cultural heritage of Ukraine. Sustainable development and national security. (pp.79-82). Kyiv, NAKKKiM, 2017 [in Ukrainian].
- Natsionalna Akademiia Nauk Ukrainy. Instytut mystetstvoznnavstva, folklorystyky ta etnologii im. M.T.Rylskoho. (2009) *Istoriia dekoratyvnoho mystetstva Ukrainy u 5 tomakh. Mystetstvo 19 stolittia vol. 3.* [History of decorative art of Ukraine in 5 volumes. Art of the 19th century vol. 3]. H. Skrypyuk. (Ed.). Kyiv: IMFE im. M. T. Rylskogo. [in Ukrainian].
- Bohushko, O. A., Malynovskyi, V. I., & Sviatkina, A. Ye. (2012). *Heometriia poverkhon odiahu.* [Geometry of clothes surfaces]. Kyiv: SPD Kravchuk V.K. [in Ukrainian].
- Bohushko, O. A., Sviatkina, A. Ye. (2013). *Postroenie lineinoho karkasa i razvertki opornoi poverkhnosti zhenskoi plechevoi odezhdy.* [Construction of a linear frame and scan of the support surface of female shoulder clothing]. Kyiv, FGBOU VPO "YURGUES". [in Ukrainian].

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА РЕКОНСТРУКЦИИ
ПОВЕРХНОСТИ АУТЕНТИЧНОЙ СВИТЫ С ПЛОСКИМ КРОЕМ.**

ПАРАНЬКО Н. П., БОГУШКО А. А., НИКОЛАЕВА Т. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. *Определение математического алгоритма расчета параметров реконструкции поверхности аутентичной одежды из музейных коллекций.*

Методика. *В работе использованы графоаналитические методы построения точечного и линейного каркасов.*

Результаты. *Разработка математического алгоритма реконструкции поверхности украинской свиты дает возможность для создания лекал аутентичной одежды из музейных коллекций по размерным признакам.*

Научная новизна. *Впервые представлен математический метод реконструкции поверхности аутентичной одежды из музейных коллекций на основе измерений шести линейных параметров.*

Практическая значимость *представленных результатов исследований заключается в возможности использования разработанного математического алгоритма реконструкции поверхности свиты в проектировании современных моделей верхней одежды осенне-весеннего типа.*

Ключевые слова: *украинская народная свита, конструктивные особенности, математический алгоритм, реконструкция поверхности одежды.*

**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ALGORITHM FOR SURFACE
RECONSTRUCTION AUTHENTIC PEASANT'S OVERCOAT WITH A FLAT
TAILORING.**

PARANKO N. P., BOGUSHKO O. A., NIKOLAYEVA T. V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. *Determination of the mathematical algorithm for calculating the surface reconstruction parameters of authentic clothing from museum collections.*

Method. *Graph-analytic methods for constructing point and linear frames were used in this work.*

Results. *Mathematical algorithm development for reconstruction the surface of the Ukrainian peasant's overcoat provides an opportunity to create authentic patterns of museum collections by sizeable features.*

Scientific novelty. *The mathematical method for the surface reconstruction of the authentic garments from museum collections is based on measurements of six linear parameters.*

The practical significance of the presented research results is the ability to use mathematical developed surface reconstruction algorithms for peasant's overcoat in designing modern outerwear models of autumn and spring type.

Keywords: *Ukrainian peasant's overcoat, design features, mathematical algorithm, garment surface reconstruction.*