

УДК 687.016.5

М.С. ВИННИЧУК

Киевский национальный университет технологий и дизайна

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ ЛИНИИ ПРОЙМЫ БАЗОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ЖЕНСКОЙ ПЛЕЧЕВОЙ ОДЕЖДЫ**

*Существует методика построения конструктивного узла «пройма – окат рукава» женской одежды, но на ее основе необходимо получение сформированных базовых величин: определение линейных параметров линии проймы, оката рукава и геометрии криволинейных контуров деталей.*

*Для создания условий автоматизации процесса проектирования женских платьев с втачными рукавами необходимо получить аппроксимационные модели, описывающие геометрические образы как самой проймы, так и ее проекций на координатные плоскости.*

*На основе экспериментальных исследований, регрессионного анализа и специально разработанного программного обеспечения получены аппроксимационные модели, описывающие геометрические образы как самой проймы, так и ее проекций на координатные плоскости, что позволило создать условия для автоматизации процесса проектирования женских платьев с втачными рукавами.*

*Ключевые слова: конструктивный узел, аппроксимационная модель, пройма, окат рукава, проекция, базовая конструкция, степень полинома.*

M.S. VYNNYCHUK

Kiev National University of Technology and Design

## **DETERMINE THE SPATIAL SHAPE OF THE LINE ARMHOLES BASIC DESIGN WOMEN SHOULDER CLOTHES**

### **Abstract**

*There is a method for constructing a structural assembly "armhole – convexity sleeves" of women's clothing, but it is necessary to obtain formed based base amounts: the definition linear parameters of the line armholes, and convexity sleeves the geometry of curved contours details.*

*To create conditions for automating the process of designing women's dresses with sleeves sewn need to obtain approximation models describing geometric images of both the armholes and its projections on the coordinate plane.*

*On the basis of experimental studies, regression analysis, and specially designed software obtained approximation model describing geometric images both the armholes and its projections on the coordinate plane, thereby creating conditions for the automated design process of women's dresses with sleeves.*

*Keywords: constructive node approximation model, armhole, convexity sleeve, projection, basic design, the degree of the polynomial.*

### **Постановка проблемы**

Особенно сложным при разработке базовых конструкций плечевой одежды является узел «пройма – окат рукава», который отличается в оформлении линий соединения, влияет на качество изделия. В результате проведенного анализа способов проектирования конструктивного узла «пройма – окат рукава» обнаружено, что в настоящее время отсутствуют научно-обоснованные положения согласованного проектирования линий проймы и оката рукава, что не позволяет сформировать единую базу данных для перехода к автоматизированному проектированию. Поэтому актуальной является задача разработки метода, обеспечивающего возможность формирования базы данных о параметрах, характеризующих конструктивный узел «пройма – окат рукава».

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Существует методика построения конструктивного узла «пройма – окат рукава» женской одежды [1 – 3], но на ее основе необходимо получение сформированных базовых величин: определение линейных параметров линии проймы, оката рукава и геометрии криволинейных контуров деталей.

### **Формулирование цели исследования**

Для создания условий автоматизации процесса проектирования женских платьев с втачными рукавами необходимо получить аппроксимационные модели, описывающие геометрические образы как самой проймы, так и ее проекций на координатные плоскости.

### **Изложение основного материала исследования**

Определение формы проймы базовой конструкции женской плечевой одежды заключается в построении проекций пространственной кривой формы проймы на три плоскости  $XOY$ ,  $XOZ$  и  $YOZ$ , которые образуются пересечением осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  декартовой координатной системы.

Для получения результатов измерений координат точек проймы с заданной точностью необходимо определить количество повторных опытов. На начальном этапе определяем величину средней квадратичной погрешности  $S_{(\bar{x})}$  для небольшого числа опытов [4].

$$S_{(x)} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (\bar{x} - x_k)^2}{n(n-1)}}, \tag{1}$$

где  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$ ;

$x_k$  – значение соответствующей измеряемой величины из генеральной совокупности возможных значений;

$n$  – выборка конечного числа значений из генеральной совокупности, которое характеризуется выборочным средним значением и выборочной дисперсией.

На следующем этапе задаемся величиной доверительной вероятности  $\alpha$ , которая для инженерных расчетов равняется 0,95. При этом, значение доверительной ошибки для среднего результата определяется по формуле:

$$\varepsilon_{(\bar{x})} = (0,05...0,1) \bar{x}. \tag{2}$$

Расчетное значение критерия Стьюдента, с учетом (1) – (2), определим по формуле:

$$t_P = \frac{\varepsilon_{(\bar{x})}}{S_{(x_k)}} \sqrt{n}. \tag{3}$$

Используя заданное значение доверительной вероятности  $\alpha$  и числа степеней свободы  $f=n-1$ , определяем табличное значение  $t$ -критерия Стьюдента  $t_T$ . Для получения результата с заданной доверительной вероятностью и доверительной ошибкой  $\varepsilon_{(\bar{x})}$  необходимо, чтобы выполнялось неравенство  $t_P > t_T$ . При несоблюдении данного неравенства необходимо увеличить число повторностей опыта  $n$  и вернуться к (3) [4].

Для характеристики пространственной формы были получены проекции проймы базовой конструкции женской плечевой одежды на координатные плоскости  $XOY$ ,  $XOZ$ ,  $YOZ$  [1]. На рис. 1 представлены их геометрические образы.

На рис. 1, *a* представлена проекция линии проймы на плоскость  $XOY$ . На данной замкнутой кривой выделены характерные точки А, В, С, D, Е, которые определяют как конструктивные (габаритные) размеры проймы так и точки, определяющие поведение кривой при изменении координаты  $x$ . Соответствующие значения координат представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Значения координат точки проймы для проекции  $XOY$**

А-В		В-С		С-D		D-E		Е-А	
х, см	у,см	х, см	у,см	х, см	у,см	х, см	у,см	х, см	у,см
$x_A=16,7$ $x_B=16,5$	$15,2$ $14,7$	$x_B=16,5$	$14,7$	$x_C=15,9$ $x_D=15,9$	$3,7$ $2,9$	$x_D=15,9$	$2,9$	$x_E=18,1$ $18,0$ $17,8$ $17,3$ $16,9$ $x_A=16,7$	$9,2$ $10,9$ $12,9$ $14,5$ $15,2$ $15,2$
		$16,5$	$13,6$			$16,2$	$2,9$		
		$16,6$	$12,1$			$16,7$	$3,8$		
		$16,4$	$8,1$			$17,4$	$5,4$		
		$16,1$	$5,5$			$17,9$	$7,5$		
$x_C=15,9$	$3,7$	$x_E=18,1$	$9,2$						

На рис. 1, *b*, *в* представлены проекции проймы базовой конструкции женской плечевой одежды на плоскость  $XOZ$ ,  $YOZ$  соответственно. На данной замкнутой кривой выделены характерные точки А, В, С, D, которые определяют как конструктивные (габаритные) размеры проймы, так и точки, определяющие поведение кривой при изменении координаты  $x$ . Соответствующие значения координат представлены в табл. 2, 3.

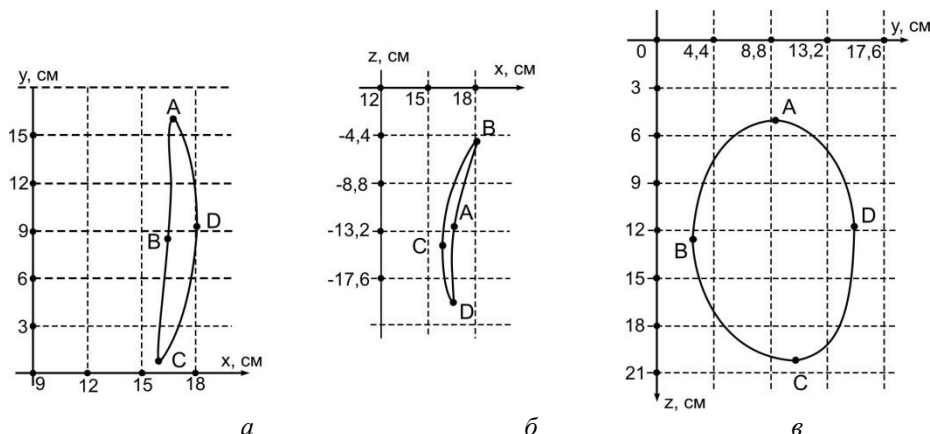


Рис. 1. Геометрические образы проекций линии прямой

Таблица 2

Значения координат точки прямой для проекции XOZ

A-B		B-C		C-D		D-A	
x, CM	z, CM	x, CM	z, CM	x, CM	z, CM	x, CM	z, CM
$x_A=18,1$	-5,1	$x_B=15,9$	-16,0	$x_C=16,6$	-20,2	$x_D=18,1$	-5,4
17,8	-5,3	16,1	-18,2	16,6	-19,8	$x_A=18,1$	-5,1
17,4	-6,6	16,4	-19,7	16,5	-18,3		
16,7	-8,6	$x_C=16,6$	-20,2	16,7	-12,9		
16,2	-11,1			16,9	-10,8		
15,9	-13,5			17,3	-8,7		
$x_B=15,9$	-16,0			17,8	-6,7		
				$x_D=18,1$	-5,4		

Таблица 3

Значения координат точки прямой для проекции YOZ

A-B		B-C		C-D		D-A	
y, CM	z, CM	y, CM	z, CM	y, CM	z, CM	y, CM	z, CM
$y_A=9,2$	-5,2	$y_B=2,8$	-12,8	$y_C=9,9$	-20,1	$y_D=15,3$	-11,4
8,2	-5,2	3,3	-15,2	11,7	-20,0	14,8	-9,4
6,1	-6,1	4,8	-17,6	13,1	-18,8	13,5	-7,3
4,3	-7,9	7,2	-19,4	14,4	-16,6	11,5	-5,7
3,1	-10,4	$y_C=9,9$	-20,1	15,1	-13,8	$y_A=9,2$	-5,2
$y_B=2,8$	-12,8			$y_D=15,3$	-11,4		

Следующий этап исследования заключается в аппроксимации полученных данных. Для этого будем использовать кусочный метод аппроксимации экспериментальных данных с использованием специально разработанного программного обеспечения. Основная форма программы приведена на рис. 2.

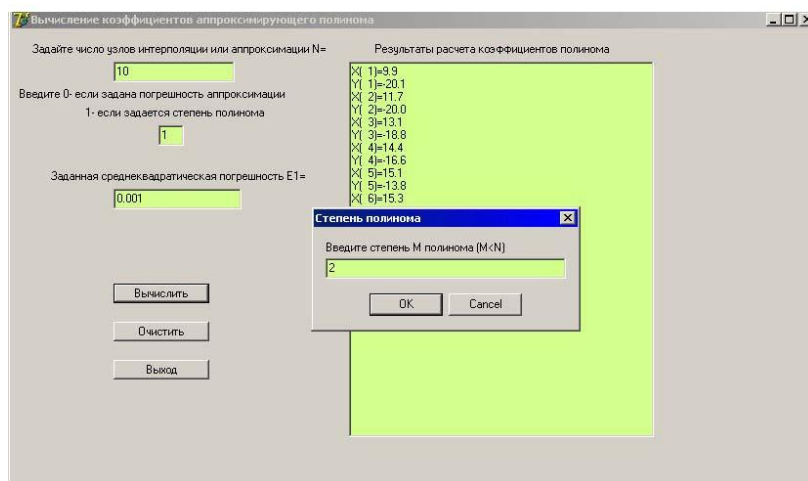


Рис. 2. Основная форма программы для аппроксимации экспериментальных данных

Данная программа позволяет аппроксимировать экспериментальные данные в двух режимах. Первый режим позволяет аппроксимировать экспериментальные данные, задав степень полинома (в этом случае в окно вводится «1»).

После окончания ввода данных программа запрашивает в соответствующем окне степень полинома (в условиях задачи аппроксимация осуществлялась полиномами второй степени). При вводе в данное окно «0» программа автоматически повышает степень полинома до того момента, пока среднеквадратическая погрешность не станет меньше введенной в соответствующее окно (рис. 2).

На рис. 3 представлены результаты аппроксимации экспериментальных данных, полученных при проектировании пространственной кривой проймы базовой конструкции женской плечевой одежды на плоскость XOY.

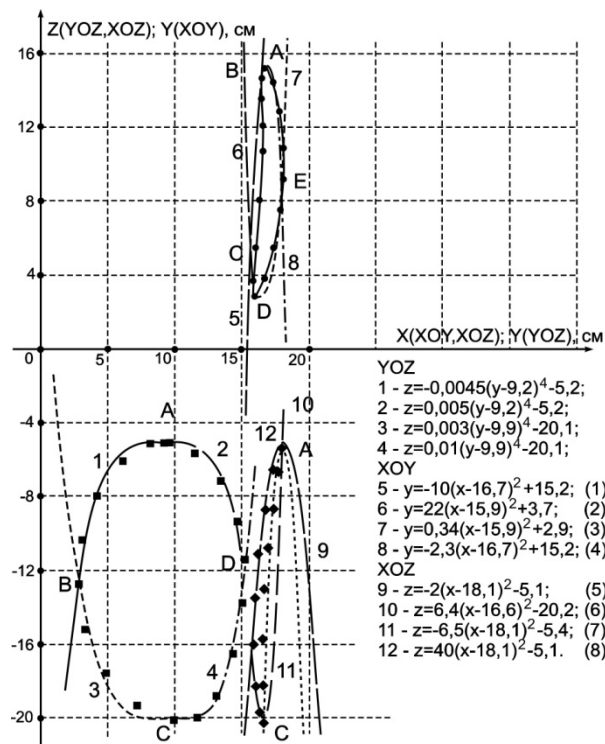


Рис. 3. Аппроксимация экспериментальных точек

Перейдем к определению длины линии проймы, которая является одним из основных показателей, определяющих конструктивные и технологические особенности базовой конструкции женской плечевой одежды. Определение этого параметра позволяет установить связь между геометрическими характеристиками изделий различного размерного ряда.

В результате аппроксимации были получены следующие уравнения, которые представлены в табл. 4.

Таблица 4

Уравнения, полученные в результате аппроксимации

Для плоскости XOY		Для плоскости XOZ		Для плоскости YOZ	
Участок	Уравнения	Участок	Уравнения	Участок	Уравнение
AB	$x_B \leq x \leq x_A$ $y = -10(x-16,7)^2 + 15,2$	AB	$x_B \leq x \leq x_A$ $z = -2(x-18,1)^2 - 5,1$	AB	$y_B \leq y \leq y_A$ $z = -0,0045(y-9,2)^4 - 5,2$
BC	$x_C \leq x \leq x_B$ $y = 22(x-15,9)^2 + 3,7$	BC	$x_B \leq x \leq x_C$ $z = 6,4(x-16,6)^2 - 20,2$	BC	$y_B \leq y \leq y_C$ $z = 0,003(y-9,9)^4 - 20,1$
CD	$x_C \leq x \leq x_D$ $y = 40(x-15,9)^2 + 2,9$	CD	$x_C \leq x \leq x_D$ $z = -6,5(x-18,1)^2 - 5,4$	CD	$y_C \leq y \leq y_D$ $z = 0,01(y-9,9)^4 - 20,1$
DE	$x_D \leq x \leq x_E$ $y = 0,34(x-15,9)^2 + 2,9$	DA	$x_A \leq x \leq x_D$ $z = 40(x-18,1)^2 - 5,1$	DA	$y_A \leq y \leq y_D$ $z = -0,005(y-9,2)^4 - 5,2$
EA	$x_A \leq x \leq x_E$ $y = -2,3(x-16,7)^2 + 15,2$				

Как известно [2, 5, 6], длина дуги пространственной кривой определяется из следующих соотношений:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2, \tag{4}$$

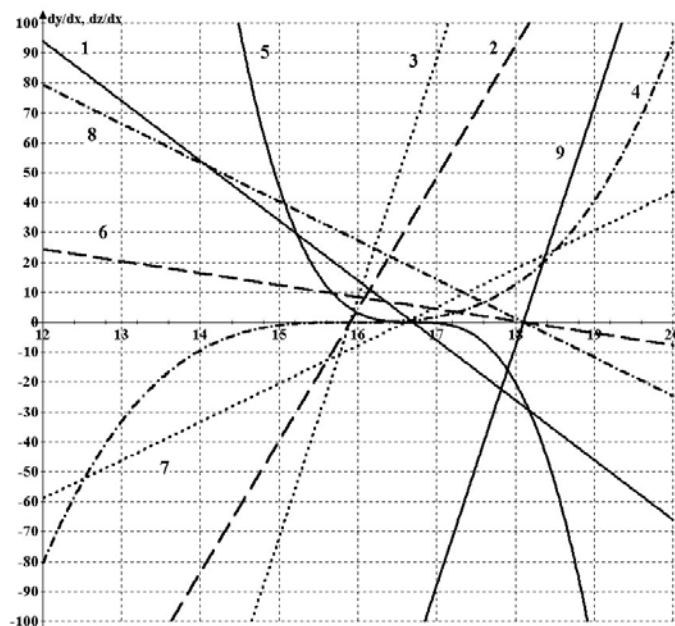
$$s = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} dx,$$

где  $x_1, x_2$  – интервал изменения координаты  $x$ .

Для интегрирования системы дифференциальных уравнений (4) необходимо продифференцировать уравнения табл. 4 (для плоскостей  $XOY, XOZ$ ) по  $dx$ . Результаты представлены в табл. 5.

Используя эти данные, были построены графические зависимости изменения соответствующих первых производных по  $x$ , которые представлены на рис. 4.

Номера графических зависимостей и соответствующее математическое выражение представлены в табл. 5.



**Рис. 4. Графические зависимости производных от величины абсциссы**

Таблица 5

**Результаты определения выражений производных**

ХОУ			ХОZ		
Участок	Уравнение	Номера графических зависимостей на рис. 5	Участок	Уравнение	Номера графических зависимостей на рис. 5
АВ	$\frac{dy}{dx} = -20(x - 16,7);$	1	АВ	$\frac{dz}{dx} = -4(x - 18,1);$	6
BC	$\frac{dy}{dx} = 44(x - 15,9);$	2	BC	$\frac{dz}{dx} = 12,8(x - 16,6);$	7
CD	$\frac{dy}{dx} = 80(x - 15,9);$	3	CD	$\frac{dz}{dx} = -13(x - 18,1);$	8
DE	$\frac{dy}{dx} = 1,36(x - 15,9)^3;$	4	DA	$\frac{dz}{dx} = 80(x - 18,1);$	9
EA	$\frac{dy}{dx} = -9,2(x - 16,7)^3;$	5			

С учетом (4) и данных табл. 5, можно представить выражение для определения длины линии проймы базовой конструкции женской плечевой одежды в виде:

$$s = \sum_{i=1}^k \int_{x_{0i}}^{x_i} \sqrt{1 + \left(\frac{dy_i}{dx_i}\right)^2 + \left(\frac{dz_i}{dx_i}\right)^2} dx_i, \quad (5)$$

где  $s$  – длина линии проймы;

$k$  – число интервалов, на которые разбивается линия проймы;

$x_{0i}, x_i$  – начальное и конечное значение абсциссы  $x$  для каждого конкретного интервала.

Пределы изменения  $x$  для пяти интервалов были следующие:  $i=1$  -  $x_1=0$ ;  $x_2=0,6$ ;  $i=2$  -  $x_3=0$ ;  $x_4=0,2$ ;  $i=3$  -  $x_5=0$ ;  $x_6=1,4$ ;  $i=4$  -  $x_7=0$ ;  $x_8=0,7$ ;  $i=5$  -  $x_9=0$ ;  $x_{10}=1,5$ . Тогда система уравнений (5) примет вид:

$$\begin{aligned} s_1 &= \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + [44(x-15,9)]^2 + [4(x-18,1)]^2} dx, \\ s_2 &= \int_{x_3}^{x_4} \sqrt{1 + [20(x-16,7)]^2 + [4(x-18,1)]^2} dx, \\ s_3 &= \int_{x_5}^{x_6} \sqrt{1 + [9,2(x-16,7)]^2 + [4(x-18,1)]^2} dx, \\ s_4 &= \int_{x_7}^{x_8} \sqrt{1 + [1,36(x-15,9)]^2 + [12,8(x-16,6)]^2} dx, \\ s_5 &= \int_{x_9}^{x_{10}} \sqrt{1 + [1,36(x-15,9)]^2 + [13(x-18,1)]^2} dx. \end{aligned} \quad (6)$$

Вычисление определенных интегралов по формулам (6) связано со значительными трудностями. В частности, последние два интеграла не берутся в элементарных функциях. Для их определения необходимо использовать численное интегрирование. Для этого был использован метод трапеций [5, 6]. Для реализации данного метода была разработана специальная программа, позволяющая вычислить определенные интегралы на языке Object Pascal в среде Delphi. На рис. 5 представлена главная форма данной программы.

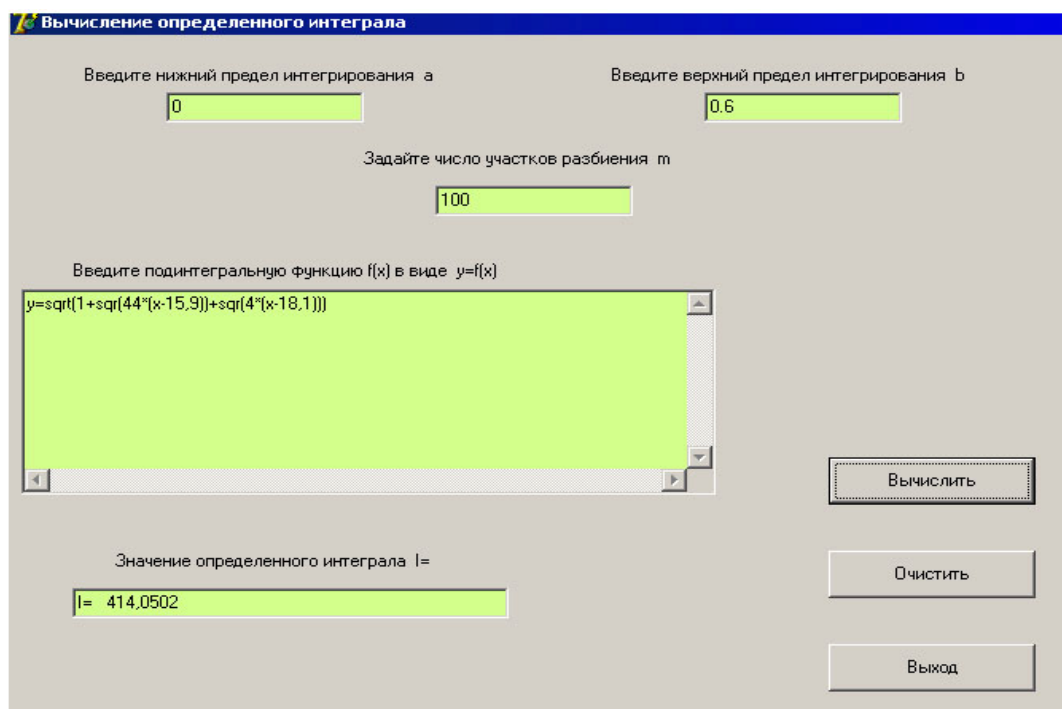


Рис. 5. Основная форма программы для определения длины дуги проймы

Здесь необходимо отметить, что для ввода подынтегрального выражения в окно был разработан специальный транслятор с использованием возвратных польских записей. В результате расчета была определена длина дуги проймы для базовой конструкции женской плечевой одежды. Она равнялась 368,6 мм [2, 3, 7, 8].

#### **Выводы**

Разработано программное обеспечение для аппроксимации экспериментальных данных, которое позволило получить математические модели для проекций пространственной кривой проймы. Получены математические модели и разработано программное обеспечение для определения длины дуги проймы, что создало предпосылки для определения взаимосвязи между геометрическими характеристиками изделий различного размерного ряда с учетом конструктивных и технологических особенностей базовой конструкции женской плечевой одежды.

#### **Список использованной литературы**

1. Винничук М.С. Автоматизована побудова лінії пройми в просторі / М.С. Винничук, О.І. Васильківська // Вісник КНУТД. – 2008. – №1. – С.241-244.
2. Винничук М.С. Розробка програми для автоматизованої побудови конструктивного вузла «пройма – окат рукава» жіночого одягу / М.С. Винничук, М.В. Колосніченко: тези доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 25-26 квітня 2013 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. – К.: КНУТД, 2013. – Т.1. – С. 51-52.
3. Винничук М.С. Формування вихідних даних для побудови окату рукава з урахуванням посадки / М.С. Винничук: тезиси докладов міжнародної науково-практичної конференції [«Легкая и текстильная промышленность: современное состояние и перспективы»], (Херсон, 27-29 вересня 2011 р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Херсонський національний технічний університет. – Херсон.: Херсонський нац. техн. ун-т, 2011. – С. 83-85.
4. Бугров Я.С. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии / Я.С. Бугров, С.М. Никольский. – М.: Наука, 1980. – 175 с.
5. Никольский С.М. Курс математического анализа / С.М. Никольский. – [6-е изд.]. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 592 с.
6. Колосніченко М.В. Комп'ютерне проектування одягу / М.В. Колосніченко, В.Ю. Щербань, К.Л. Процик. – К.: Освіта України, 2010. – 235 с.
7. Винничук М.С. Розробка алгоритму автоматизованої побудови лінії пройми на основі проєкційних дискримінантів для прямокутника / М.С. Винничук // Вісник КНУТД. – 2008. – №4. – С. 133-138.
8. Винничук М.С. Розробка алгоритму замикання плоскої пройми в довільному чотирикутнику на основі відрізків еліпса / М.С. Винничук // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка» КНУБА. – 2009. – № 81. – С.159-165.

