

ОБЩИЙ ПОДХОД К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕССОВ ВЫРАБОТКИ ОСНОВОВЯЗАНОВОГО ТРИКОТАЖА**A GENERAL APPROACH TO THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE STRUCTURE AND PROCESSES OF WARP KNITTED FABRICS PRODUCTION**

Т.В. МУРАКАЕВА, Е.В. НИКОЛАЕВА

T.V. MURAKAEVA, E.V. NIKOLAEVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(The Kosygin State University of Russia)

E-mail: murakaeva-tv@rguk.ru, nikolaeva-ev1@rguk.ru

В работе рассмотрен общий подход к описанию структур основовязанных переплетений с помощью математического аппарата. Выявлено, что базой такого подхода может служить методика представления структур кулирного трикотажа в виде математической модели через процессы его выработки на основе логико-аналитических методов. Основой методики является вязальный процесс петлеобразования, протекающий на язычковой игле, выраженный через определяющие процесс получения различных элементов петельной структуры (ЭСТ) операции. Определены особенности основовязального процесса петлеобразования на язычковых иглах, оказывающие влияние на представление основовязанных структур в математической форме. Предложен математический аппарат на основе алгебры логики для представления и разработки основовязаного трикотажа с учетом особенностей процесса его выработки. Установлено, что для основовязанных переплетений недостаточно использовать только операции технологического умножения, так как они не учитывают сдвиг ушковой гребенки перед и за иглами, а также его направление. Приведено решение данной проблемы через введение векторов сдвига, определяющих величину и направление. Кроме того, предложено использовать дополнительно технологическое сложение результата умножения исходного ЭСТ на вариант процесса петлеобразования, учитывающий сдвиг перед иглами в виде векторной величины, с вектором сдвига за иглами. Рассмотрен пример представления структуры переплетения сукно через решение уравнений технологического умножения и сложения. Приведена таблица-матрица элементов структуры вышеназванного переплетения, выраженная через математический аппарат.

The paper considers a general approach to describing the structures of warp-knitted stitches using a mathematical apparatus. It is revealed that the basis for such an approach can be the technique of representing the structures of single jersey knitted fabric in the form of a mathematical model through the processes of its production based on logical and analytical methods. The basis of the technique is the knitting process of loop formation occurring on a tongue needle, expressed through the operations that determine the process of obtaining various elements of the loop structure (EST). The features of the warp-knitting process of loop formation on tongue needles that affect the representation of warp-knitted structures in mathematical form are determined. A mathematical apparatus based on Boolean algebra is proposed for representing and developing warp-knitted fabric taking into account

the features of the process of its production. It is established that for warp-knitted stitches it is insufficient to use only the operations of technological multiplication, since they do not take into account the shog of the guide bar in front of and behind the needles, as well as its direction. The solution of this problem is given by introducing shog vectors that determine the magnitude and direction. In addition, it is proposed to use additional technological addition of the result of multiplying the original EST by a variant of the loop formation process, taking into account the shog before the needles in the form of a vector value, with the shog vector behind the needles. An example of representing the cord stitch structure through solving the equations of technological multiplication and addition is considered. A matrix table of the elements of the structure of the above-mentioned stitch, expressed through a mathematical apparatus, is given.

Ключевые слова: элемент структуры, процессы, петлеобразование, основовязанный трикотаж, ушковые гребенки, сдвиг, операции петлеобразования, прокладывание, структура трикотажа, технологическое умножение.

Keywords: element of structure, processes, looping, warp knitted fabrics, guide bar, shog, looping operations, laying, knitted fabric structure, technological multiplication.

Описание структур трикотажа и технологических процессов их образования через базисные операции процесса петлеобразования на основе алгебры логики, теории графов и матричной алгебры позволяет получать вариативные решения технологических процессов выработки структур на имеющемся оборудовании и производить оценку этих решений. Данная методика разработана для вязального процесса петлеобразования, протекающего на язычковых иглах, и применяется для трикотажа кулирных переплетений [1].

За базисные операции приняты: заключение, прокладывание и кулирование, определенные на множестве их видов: заключение $\{Z\gamma\} = \{Z_1; Z_2; Z_3\}$; прокладывание $\{P\delta\} = \{P_1; P_2; P_3\}$; кулирование $\{K\lambda\} = \{K_1; K_2\}$, где

Z_1 – полное заключение;

Z_2 – неполное заключение;

Z_3 – без заключения;

P_1 – прокладывание нити под крючок в зев иглы;

P_2 – прокладывание нити на стержень ниже язычка;

P_3 – прокладывание нити за спинку иглы;

K_1 – «полное» кулирование;

K_2 – без кулирования.

Именно эти операции процесса петлеобразования влияют на вид элемента структуры, который образуется на игле в результате цикла петлеобразования. Кроме того, важным фактором является вид и исходное положение элемента структуры трикотажа (ЭСТ) на игле непосредственно перед осуществлением на ней цикла петлеобразования [1, 2].

Для записи элементов структуры с обозначением их положения на игле введено уравнение:

$$O_{\alpha, \beta; 0, 0, 0} + \Phi_{\alpha, \beta; 0, 0, 0} + \theta_{\alpha, \beta; 0, 0, 0}; \quad (1)$$

где каждый из символов имеет определенное значение и должен располагаться строго в приведенном порядке. Так, буквы O , Φ , θ показывают местоположение элемента на игле: O – ЭСТ располагается на игле под крючком; Φ – ЭСТ располагается на стержне иглы; θ – ЭСТ сброшены за спинку иглы.

Пять индексов при O , Φ , θ соответственно показывают:

α – номер текущего цикла процесса петлеобразования на данной игле;

β – номер иглы, на которой протекает текущий цикл петлеобразования;

первый 0 – петли, занимающие определенное место на игле;
 второй 0 – наброски, занимающие определенное место на игле;
 третий 0 – протяжки, занимающие определенное место на игле [1, 2].

Для обозначения нити, образующей на игле элемент структуры, используется буквенное обозначение, например: a, b, c, h, f и т. д. 0 – отсутствие соответствующего элемента. Таким образом, с учетом нитей, образующих ЭСТ на игле, уравнение будет иметь вид:

$$O_{\alpha,\beta;a,b,0} + \Phi_{\alpha,\beta;0,f,0} + \theta_{\alpha,\beta;0,0,h}, \quad (2)$$

что можно описать следующим образом: петля из нити a располагается под крючком

$$(O_{\alpha,\beta;c,0,0} + \Phi_{\alpha,\beta;0,0,0} + \theta_{\alpha,\beta;0,0,0}) * (Z_1 * MP_1 * K_1) = (O_{\alpha,\beta;m,0,0} + \Phi_{\alpha,\beta;0,0,0} + \theta_{\alpha,\beta;c,0,0}); \quad (3)$$

Данная методика разработана для вязального процесса петлеобразования, протекающего на язычковых иглах, и применяется для трикотажа кулирных переплетений.

Математическое описание основовязанных переплетений дано в ряде источников [4, 5, 6]. Тем не менее для проектирования процессов и структур основовязаного трикотажа, вырабатываемого на машинах с язычковыми иглами, целесообразно за основу взять вышеописанный метод.

Однако при разработке математической модели процесса петлеобразования основовязаного трикотажа нужно учитывать особенности процесса его выработки. Такими особенностями являются:

- работа одновременно всех игл на вязальной машине, что облегчает математическое описание структур;
- прокладывание нити на иглы, которое осуществляется ушковыми гребенками с применением сдвигов перед иглой и за иглой, а также прокачек между иглами;
- возможное участие в процессе петлеобразования одновременно нескольких гребенок.

Поэтому в уравнение записи элементов структуры введен дополнительный индекс при параметрах O , Φ , θ – η , обозначающий

иглы, набросок из нити b также находится под крючком иглы, набросок из нити f – на стержне иглы ниже язычка, за спинкой иглы расположена протяжка из нити h.

Для получения информации о структуре, получаемой в результате заданного процесса петлеобразования, используется операция технологического умножения ЭСТ, расположенных на игле, на определенный вариант способа петлеобразования. Например, если начальным условием является наличие на игле петли из нити C при условии протекания на игле процесса $Z_1 * MP_1 * K_1$, на игле образуется новая петля из нити M, а петля из нити C уйдет за спинку иглы в структуру трикотажа, что описывается выражением:

номер ушковой гребенки, участвующей в образовании структуры основовязаного трикотажа. Тогда данное выражение примет вид

$$O_{\alpha,\beta;\eta;0,0,0} + \Phi_{\alpha,\beta;\eta;0,0,0} + \theta_{\alpha,\beta;\eta;0,0,0}; \quad (4)$$

и будет записываться для каждой гребенки отдельно.

При технологическом умножении ЭСТ на процесс необходимо учесть величину и направление сдвига ушковой гребенки за и перед иглами при осуществлении процесса прокладывания нити, а прокачками можно пренебречь. Для обозначения работы со сдвигами логично воспользоваться понятием вектора.

Как известно, векторы используют для обозначения: физических величин, сил, геометрических преобразований, положений, скоростей и направлений движения и т. д. В нашем случае с помощью вектора определяется величина сдвига и его направление. Для этого будем использовать базисный вектор $\vec{V}(i,j)$, который определит направление сдвига только по одной оси в горизонтальной плоскости, соответственно координата j при этом всегда будет равна 0.

Так как сдвиг ушковой гребенки при прокладывании нити осуществляется перед

иглами в процессе прокладывания нити на иглы, а сдвиг за иглами уже после операции сбрасывания и зависит от вида оборудования [7], введем в разработанную математическую модель два вектора, каждый из которых будет описывать соответствующий сдвиг гребенки: $\bar{V}_p(\pm\tau, 0)$ – вектор сдвига перед иглами; $\bar{V}_r(\pm\mu, 0)$ – вектор сдвига за иглами. Значение τ определяет величину сдвига перед иглами, которая при образовании основовязанных структур равна одному игольному шагу, кроме киперных переплетений (для киперных переплетений $\tau = n\tau_n$). Значение μ определяет величину сдвига за иглами, которая может быть равна различному числу игольных шагов и зависит от

вида вырабатываемого переплетения $\mu = n\tau_n$.

Направление сдвига определяется знаком при τ и μ : положительное значение величин определяет сдвиг ушковой гребенки вправо, отрицательное – влево.

Кроме того, необходимо правильно определить использование сдвигов при выполнении технологического умножения ЭСТ на операцию петлеобразования. Поэтому вектор сдвига перед иглами целесообразно использовать непосредственно при умножении с операцией петлеобразования и учитывать вместе с прокладыванием. В этом случае запись структуры переплетения примет вид:

$$(O\alpha, \beta, \eta; 0, 0, 0 + \Phi\alpha, \beta, \eta; 0, 0, 0 + \theta\alpha, \beta, \eta; 0, 0, 0) * \forall (\forall Z\gamma * \forall \bar{V}_p(\tau, 0) P\delta * \forall K\lambda). \quad (5)$$

Знак, определяющий направление сдвига в уравнении ЭСТ, учитывается при индексе соответствующего элемента.

Учесть перемещение ушковой гребенки за иглами следует после выполнения операции технологического умножения. Величина сдвига будет суммироваться или вы-

читаться с индексом β , что позволит определить номер иглы, на которую в следующем петельном ряду будет прокладываться нить гребенки для образования элемента структуры основовязанного трикотажа. Тогда выражение примет вид:

$$(O\alpha, \beta, \eta; 0, 0, 0 + \Phi\alpha, \beta, \eta; (0, 0, 0 + \theta\alpha, \beta, \eta; 0, 0, 0) * \forall (\forall Z\gamma * \forall \bar{V}_p(\pm\tau, 0) P\delta * \forall K\lambda) = (O\alpha + 1, \beta, \eta; (0, 0, 0)\tau + \Phi\alpha + 1, \beta, \eta; (0, 0, 0)\tau + \theta\alpha + 1, \beta, \eta; (0, 0, 0)\tau), \quad (6)$$

а при последующем сложении с вектором сдвига за иглами с учетом знака направле-

ния сдвига преобразуется:

$$(O\alpha + 1, \beta, \eta; (0, 0, 0)*\tau + \Phi\alpha + 1, \beta, \eta; (0, 0, 0)\tau + \theta\alpha + 1, \beta, \eta; (0, 0, 0)*\tau) + \bar{V}_r(\pm\mu, 0) = (O\alpha, (\beta + \mu), \eta; 0, 0, 0 + \Phi\alpha, (\beta + \mu), \eta; 0, 0, 0 + \theta\alpha, (\beta + \mu); 0, 0, 0). \quad (7)$$

При данной операции технологического умножения определяется номер иглы, на которой будет протекать следующий процесс петлеобразования с выбранной нитью, поэтому в результате операции сложения не требуется учитывать ЭСТ, образованные на текущей игле, и их можно не указывать.

Опишем структуру переплетения сукно (рис. 1 – графическая запись переплетения сукно) с помощью технологического умножения.

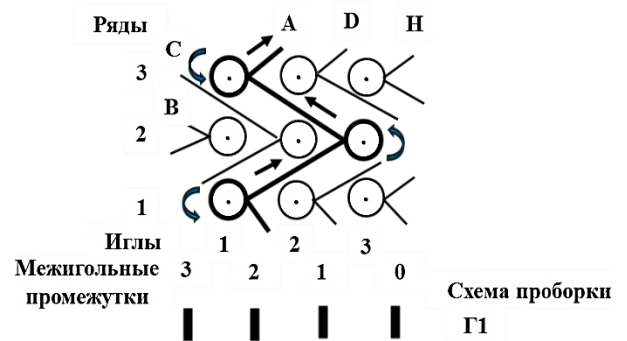


Рис. 1

Базируясь на разработанной методике математического описания кулирного трикотажа, для осуществления технологического умножения на операцию петлеобразования необходимо задаться исходными элементами структуры, находящимися на игле перед выполнением петлеобразования.

$$(O0,1,1;f,0,0+\Phi0,1,1;0,0,0+\theta0,1,1;0,0,0)*(Z1*\bar{V}_p(-1,0)FP1*K1)=(O1,1,1, -f_1,0,0+\Phi1,1,1;0,0,0+\theta1,1,1;f,0,0), \quad (8)$$

$$(O1,1,1;-f_1,0,0+\Phi1,1,1;0,0,0+\theta1,1,1;f,0,0)+\bar{V}_r(2,0)=(O1,3,1; f_1,0,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;0,0,0), \quad (9)$$

где f_1 – петля, образованная из нити F в текущем цикле петлеобразования, знак минус – сдвиг перед иглами влево, а выражение

$$(O1,3,1; 0,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;0,0,0) \quad (10)$$

определяет иглу, на которой далее будет осуществляться следующий цикл петлеобразования с данной нитью.

Следует отметить, что выбранный для технологического умножения процесс с сочетанием операций Z1; P1; K1 однозначно обеспечивает получение петли на игле при выбранных исходных условиях [1].

Минус при индексе β показывает, что гребенка перед иглами сдвигается на один игольный шаг влево, образуя закрытую петлю. Таким образом, следующий элемент структуры во втором цикле петлеобразования будет образован на игле 3.

Поскольку процесс образования ЭСТ на основовязальных машинах протекает на всех иглах одновременно, то все нити, заправленные в соответствующую гребенку в одном цикле петлеобразования, образуют

для иглы 2

$$(O1,2,1;d_1,0,0+\Phi1,-2,1;0,0,0+\theta1,-2,1;d,0,0)+\bar{V}_r(2,0)=(O1,4,1;0,0,0+\Phi1,-4,1;0,0,0+\theta1,4,1;0,0,0), \quad (13)$$

для иглы 3

$$(O1,3,1;-h_1,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;h,0,0)+\bar{V}_r(2,0)=(O1,5,1;0,0,0+\Phi1,-5,1;0,0,0+\theta1,5,1;0,0,0). \quad (14)$$

Рассмотрим следующий цикл петлеобразования для иглы 3, выбранной нити F. Исходным условием для данной иглы является петля под крючком иглы, образованная

В данном случае это петля из условной нити F, находящейся под крючком иглы. Тогда сначала определяется ЭСТ, получаемый на игле в текущем цикле петлеобразования, который будет образован из той же нити F:

одинаковые элементы. Отсюда можно сделать вывод, что для всех игл первого цикла петлеобразования уравнение результирующих элементов структуры будет одинаковым с учетом номера иглы и сдвига за иглами и примет вид:

для иглы 2

$$(O1,2,1;d_1,0,0+\Phi1,2,1;0,0,0+\theta1,2,1;d,0,0) \quad (11)$$

для иглы 3

$$(O1,3,1;-h_1,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;h,0,0), \quad (12)$$

где нити D, H образовали петли d, h на иглах 2 и 3 в нулевом цикле петлеобразования, а нити d_1 , h_1 проложились в текущем (первом) цикле.

При осуществлении технологического сложения уравнений с вектором направления сдвига за иглами определим номер иглы, на которой будет осуществляться процесс с выбранной нитью:

из нити H в первом цикле петлеобразования, тогда в результате технологического умножения получим:

$$(O1,3,1;h_1,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;0,0,0)(Z1\bar{V}_p(1,0)F(1,0)P1*K1)= \\ = (O2,3,1; f_2,0,0+\Phi2,3,1;0,0,0+\theta2,3,1;h_1,0,0), \quad (15)$$

$$(O2,3,1;f_2,0,0+\Phi2,3,1;0,0,0+\theta2,3,1;h_1,0,0)+\bar{V}_r(-2,0)=(O2,1,1;0,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;0,0,0). \quad (16)$$

Далее в третьем цикле нить F будет работать с иглой 1, исходным положением

для нее будет петля под крючком из нити B, тогда уравнение примет вид:

$$(O2,1,1;b_2,0,0+\Phi2,1,1;0,0,0+\theta2,1,1;0,0,0)(Z1*\bar{V}_p(-1,0)F(-1,0)P1*K1)=(O3,1,1, \\ -f_3,0,0+\Phi3,1,1;0,0,0+\theta3,1,1;b_2,0,0), \quad (17),$$

$$(O3,1,1;-f_3,0,0+\Phi3,1,1;0,0,0+\theta3,1,1;b_2,0,0)+\bar{V}_r(2,0) = (O3,3,1; 0,0,0+\Phi3,3,1;0,0,0+\theta3,3,1;0,0,0). \quad (18)$$

Так как все иглы работают в процессе выработки основовязаного трикотажа в текущем цикле петлеобразования с нитями соответствующей ушковой гребенки абсолютно одинаково, то для описания его структуры через технологические операции

достаточно решить уравнение для одной нити.

Структура выбранного переплетения в математической записи будет иметь вид матрицы-таблицы ЭСТ (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Ряды	Иглы		
	1	2	3
3	$(O1,1,1;-f_3,0,0+\Phi1,1,1;0,0,0+\theta1,1,1; b_2,0,0)$ – петля из нити F	$(O1,2,1;-d_3,0,0+\Phi1,2,1;0,0,0+\theta1,2,1;c_2,0,0)$ – петля из нити D	$(O1,3,1;-h_3,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1; f_2,0,0)$ – петля из нити H
2	$(O1,1,1;b_2,0,0+\Phi1,1,1;0,0,0+\theta1,1,1;f_1,0,0)$ – петля из нити B	$(O1,2,1;c_2,0,0+\Phi1,2,1;0,0,0+\theta1,2,1; d_1,0,0)$ – петля из нити C	$(O1,3,1;f_2,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1; h_1,0,0)$ – петля из нити F
1	$(O1,1,1;-f_1,0,0+\Phi1,1,1;0,0,0+\theta1,1,1;f_1,0,0)$ – петля из нити F	$(O1,2,1;-d_1,0,0+\Phi1,2,1;0,0,0+\theta1,2,1;d_1,0,0)$ – петля из нити D	$(O1,3,1;-h_1,0,0+\Phi1,3,1;0,0,0+\theta1,3,1;h_1,0,0)$ – петля из нити H

При выработке переплетения несколькими гребенками операцию технологического умножения необходимо проводить по каждой игле для каждой гребенки от-

дельно, а затем выполнять технологическое сложение полученных элементов структуры:

$$\sum_{i=1}^n (O_{\alpha,\beta,\eta}; 0,0,0 + \Phi_{\alpha,\beta,\eta}; 0,0,0 + \theta_{\alpha,\beta,\eta}; 0,0,0), \quad (19)$$

где n – число ушковых гребенок, участвующих в образовании основовязаного переплетения.

Для описания трикотажа двойных основовязанных переплетений целесообразно обозначать нечетными числами иглы передней игольницы, четными – задней.

В Ы В О Д Ы

С помощью предложенного аппарата можно описать любую структуру основовязаного трикотажа, полученную на язычковых иглах через процессы петлеобразования.

Такая методика позволит однозначно описывать элементы структуры, которые не всегда возможно точно представить с помощью графической и аналитической записей, например прессового и футерованного переплетений.

Кроме того, на базе предлагаемого математического аппарата появляется возможность разработки операторов для более эффективного создания подпрограмм управления вязальными машинами при выработке конкретного переплетения независимо от программного обеспечения, установленного на них.

Такое представление информации об основывязанных структурах позволит осуществить визуализацию сложных узоров, вырабатываемых на вязальных машинах с большим числом ушковых гребенок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова Е.Н. Основы автоматизированных методов проектирования технологии петлеобразования: учебник для вузов. М.: МГТУ, 2000. 240 с.

2. Чубай Л.Г., Колесникова Е.Н., Муракаева Т.В., Андреев А.Ф. Матрица контроля процессов петлеобразования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2002. № 1 (265). С. 76...78.

3. Бабушкин Б.С., Колесникова Е.Н. Анализ условий выполнения процесса петлеобразования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 1 (313). С. 83...85.

4. Левин Ф.А., Колесникова Е.Н., Николаев В.Д. Математический метод описания технологии процесса петлеобразования с использованием пазовых игл // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 1 (343). С. 94...97.

5. Цитович И.Г., Галушкина Н.В., Краснова С.М. и др. Формализованное описание структур основывязанных переплетений хирургических сеток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 3(316). С. 72...76.

6. Кудрявин Л.А., Пивкина С.И., Заваруев В.А. Разработка подсистем машинной визуализации автоматизированного проектирования трикотажа основывязанных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 6(321). С.81...83.

7. Кудрявин Л.А., Комов К.Н., Заваруев, В.А., Андреев А.Ф. Разработка методов автоматизированного проектирования трикотажа основывязанных переплетений, вырабатываемого на машинах с пьезоэлектронным способом отбора рабочих органов узорообразования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2007. № 3(298). С. 88...91.

8. Кудрявин Л.А., Комов К.Н., Заваруев, В.А., Андреев А.Ф. Разработка методов автоматизированного проектирования трикотажа основывязанных переплетений, вырабатываемого на машинах с пьезоэлектронным способом отбора рабочих органов узорообразования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2006. № 6(294). С. 85...89.

2. Chubai L.G., Kolesnikova E.N., Murakaeva T.V., Andreev A.F. Matrix for controlling loop-forming processes // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2002. №1(265). P. 76...78.

3. Babushkin B.S., Kolesnikova E.N. Analysis of the conditions of the loop formation process // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2009. No. 1(313). P.83...85.

4. Levin F.A., Kolesnikova E.N., Nikolaev V.D. Mathematical method of description of the technology of the process of looping using compound needles // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2013. No.1(343). P. 94...96.

5. Cytovich I.G., Galushkina N.V., Krasnova S.M. etc. A formalized description of the structures of the basic interlacing of surgical meshes // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2009. No. 3(316). P. 72...76.

6. Kudryavin L.A., Pivkina S.I., Zavaruyev V.A. Development of subsystems for machine visualization of computer-aided design of knitwear of basic knitted weaves // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2009. No. 6(321). P. 81...83.

7. Kudryavin L.A., Komov K.N., Zavaruyev, V.A., Andreev A.F. Development of methods for computer-aided design of knitwear of basic knitted weaves produced on machines with a piezoelectronic method for selecting working organs of pattern formation // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2007. No. 3(298). P. 88...91.

8. Kudryavin L.A., Komov K.N., Zavaruyev V.A., Andreev A.F. Development of methods for computer-aided design of knitwear of basic knitted weaves produced on machines with a piezoelectronic method for selecting working organs of pattern formation // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2006. No. 6(294). P.85...89.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 31.01.25.

REFERENCE

1. Kolesnikova E.N. Fundamentals of automated methods for designing looping technology: textbook for universities. M.: MGTU, 2000. 240 p.