

В.Ю. ЩЕРБАНЬ, О.З. КОЛИСКО,  
Ю.Ю. ЩЕРБАНЬ, М.І. ШОЛУДЬКО, Г.В. МЕЛЬНИК  
Київський національний університет технологій та дизайну

## СТРУКТУРА ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ ТА ПРОЦЕДУР КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ

На основі реалізації алгоритму рекурсії розроблені модулі та процедури комп'ютерної програми для визначення натягу нитки в робочій зоні текстильних та трикотажних машин у випадку використання різних типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора. Представлені програмні модулі та процедури для визначення натягу, при використанні основних елементів для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора системи подачі нитки на текстильних та трикотажних машинах, комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії. Представлені програмні модулі та процедури комп'ютерної програми для визначення натягу в робочій зоні на текстильних та трикотажних машинах з урахуванням діаметру перетину нитки, її фізико-механічних властивостей для широкого спектру комплексних ниток та пряжі. Програмними модулями передбачена можливість завдання закону зміни діаметру перетину нитки у вигляді гармонічної функції або довільної функції користувача з використанням зворотних польських записів у вигляді транслятора.

Ключові слова: комп'ютерна програма, процедури, алгоритм рекурсії, програмні модулі, нитка, шайбовий натягувач нитки, транслятор.

V. SHCHERBAN, O. KOLISKO, Y. SHCHERBAN, M. SHOLUDKO, G. MELNIK  
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

## STRUCTURE OF SOFTWARE MODULES AND PROCEDURES OF A COMPUTER PROGRAM FOR THE BASIC ELEMENTS OF THE SYSTEM IN THE IMPLEMENTATION OF THE RECURSION ALGORITHM

Based on the implementation of the recursion algorithm, modules and procedures of a computer program for determining the tension of the thread in the working area of textile and knitting machines in the case of using different types of devices to provide tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and torus surfaces. Software modules and procedures for determining tension, using basic elements to provide tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of a torus of the thread feed system on textile and knitting machines, a computer program for the implementation of the recursion algorithm. Software modules and computer program procedures for determining the tension in the working area on textile and knitting machines, taking into account the diameter of the thread, its physical and mechanical properties for a wide range of complex threads and yarns. The software modules provide the possibility of setting the law of changing the diameter of the thread in the form of a harmonic function or an arbitrary function of the user using inverse Polish records in the form of a translator.

Simple textile and knitting machines are associated with the elimination of thread breakage. This negatively affects the productivity of textile and knitwear machines, reduces the quality of textiles and knitwear. The main parameter of optimization of the thread feed system on textile and knitting machines is the minimum required tension in the working area. The breakage of threads during processing on textile and knitting machines is due to the imperfection of the thread feeding system on technological machines and its components. The largest number of breaks falls on the area of different types of devices to provide tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of a torus. Studies of the influence of the design of different types of devices to provide tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of a torus on the conditions of their interaction with the thread taking into account its uneven cross-sectional diameter are important in determining tension in the working area. The thread tension increases when passing through the refueling zones of the thread supply system on textile and knitting machines. This increase is due to the interaction of the thread with different types of devices to provide tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of a torus. The maximum value of tension will be in front of the working area of technological machines. Minimizing the tension in front of the work area is important for improving technological processes from the standpoint of improving the productivity of technological machines and product quality. Thus, the topic of this article is relevant, which is important for improving the system of thread supply on textile and knitting machines, the design of existing types of devices to provide tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of torus.

Development of special computer programs for determining the tension in the working area of textile fabric and knitwear on textile and knitwear machines allows you to quickly determine the necessary technological parameters, to adjust both the structure and components of the thread feed system on technological machines to obtain the minimum required tension in the working area of the formation of textile fabrics and knitwear.

Objects and methods of research. Various types of devices for providing tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of a torus are an integral part of the thread feeding system of textile and knitting machines. The imperfection of the design of different types of devices for providing tension and guide elements in the form of cylindrical surfaces and surfaces in the form of a torus on technological machines leads to fluctuations in the tension of the thread during its processing and violation of the technological regime. The theoretical basis for solving scientific and technical problems are the works of leading scientists in the fields of technology of textile and knitwear production, textile materials science, thread mechanics, elasticity theory, mathematical modeling. Theoretical and experimental research uses methods of theoretical mechanics, resistance of materials, experimental planning and statistical processing of research results.

Keywords: computer program, procedures, recursion algorithm, software modules, thread, thread washer, translator.

**Вступ.** *Актуальність.* Прості текстильних та трикотажних машин пов'язані з ліквідацією обриву нитки. Це негативно впливає на продуктивність текстильних та трикотажних машин, зменшує якість текстильного полотна та трикотажних виробів. Головним параметром оптимізації системи подачі ниток на

текстильних та трикотажних машинах є мінімально необхідний натяг в робочій зоні [3, 6-10]. Обривність ниток при переробці на текстильних та трикотажних машинах пов'язана з недосконалістю системи подачі нитки на технологічних машинах і її складових елементів[3]. Найбільше число обривів випадає на зону розташування різних типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора [4-12]. Дослідження впливу конструкції різних типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора на умови їх взаємодії з ниткою з урахуванням її нерівномірності по діаметру поперечного перетину мають важливе значення при визначенні натягу в робочій зоні[3, 10-12]. Натяг нитки збільшується при переході по зонах заправки системи подачі нитки на текстильних та трикотажних машинах. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з різними типами пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора [3]. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною технологічних машин. Мінімізація натягу перед робочою зоною має важливе значення для удосконалення технологічних процесів з позиції підвищення продуктивності технологічних машин та якості продукції що випускається. Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення для удосконалення системи подачі ниток на текстильних та трикотажних машинах, конструкції існуючих типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора [4-11].

Розробка спеціальних комп'ютерних програм [1, 2] для визначення натягу в робочій зоні формування текстильного полотна та трикотажних виробів на текстильних та трикотажних машинах дозволяє оперативно визначати необхідні технологічні параметри, провадити корегування, як самої структури так і складових компонентів системи подачі нитки на технологічних машинах для отримання мінімально необхідного натягу в робочій зоні формування текстильного полотна та трикотажних виробів [3, 4-12].

*Об'єкти і методи дослідження.* Складовою частиною системи подачі нитки текстильних та трикотажних машин є різні типи пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора. Недосконалість конструкції різних типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора на технологічних машинах призводить до коливання натягу нитки в процесі її переробки та порушенню технологічного режиму. Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузях технології текстильного та трикотажного виробництва, текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання. У теоретичних та експериментальних дослідженнях використано методи теоретичної механіки, опору матеріалів, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень.

**Постановка завдання.** На основі реалізації алгоритму рекурсії розробити модулі та процедури комп'ютерної програми для визначення натягу нитки в робочій зоні текстильних та трикотажних машин у випадку використання різних типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора.

**Основна частина.** Головна форма комп'ютерної програми представлена модулем unit Unit2, на якій розташоване головне меню MainMenu1: TMainMenu. В головному меню розташовані три компоненти N5: TMenuItem, N6: TMenuItem, N7: TMenuItem основних елементів для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора системи подачі нитки на текстильних та трикотажних машинах. На рис.1а представлений компонент для натягувачів нитки N5: TMenuItem, який включає чотири процедури: procedure N19Click(Sender: TObject) – для шайбового натягувача; procedure N20Click(Sender: TObject) – для гребінчатого натягувача; procedure N21Click(Sender: TObject) – для пальцевого натягувача; procedure N45Click(Sender: TObject) – для натягувача користувача. На рис.1б представлений компонент для компенсаторів натягу N6: TMenuItem, який включає п'ять процедур: procedure N22Click(Sender: TObject) – для компенсатора з шайбами; procedure N23Click(Sender: TObject) – для компенсатора з пальцями; procedure N24Click(Sender: TObject) – для гребінчатого компенсатора; procedure N25Click(Sender: TObject) – для трубчастого компенсатора; procedure N46Click(Sender: TObject) – для компенсатора користувача. На рис.1в представлений компонент для напрямної елементу N7: TMenuItem, який включає дві процедури: procedure N26Click(Sender: TObject) – для напрямної з радіальним охопленням; procedure N27Click(Sender: TObject) – для напрямної без радіального охоплення.

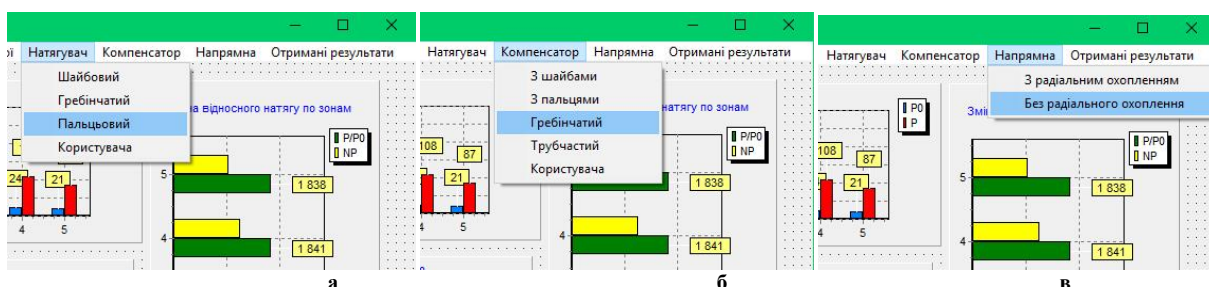


Рис.1. Компоненти головного меню MainMenu1:  
TMainMenu модуля unit Unit2; N5: TMenuItem, N6: TMenuItem, N7: TMenuItem

Математичне забезпечення процедури procedure N21Click(Sender: TObject) має вигляд

$$P_l = P_o \left[ 1 - \frac{r+r_H}{r} (1 - e^{\mu_3 \gamma_1}) \right] e^{2\pi k \mu_4 \sin \phi} \left[ 1 - \frac{r+r_H}{r} (1 - e^{\mu_3 \gamma_2}) \right], \quad (1)$$

де  $\mu_3, \mu_4$  - коефіцієнти тертя відповідно між ниткою та поверхнею отворів та направляючого циліндру(пальця);  $\gamma_1, \gamma_2$  - кути огинання ниткою направляючих поверхонь отворів на вході та виході з натягувача нитки;  $k$  - кількість повних обертів нитки навколо направляючого циліндру;  $\phi$  - кут нахилу вісі нитки до утворюючої направляючого циліндру.

Математичне забезпечення процедури procedure N24Click(Sender: TObject) має вигляд

$$P \sin \alpha = mg - m \frac{d^2 y}{dt} - c \frac{dy}{dt} - P_o \sin \alpha - \mu_2 P_o \cos \alpha (e^{2\mu_4 \alpha} - 1), \quad (2)$$

де  $y$  - вертикальна ордината;  $c$  - коефіцієнт, враховуючий вплив форми поперечного перетину поршня на силу опору;  $\mu_2$  - коефіцієнт тертя між штовхачем поршня та вертикальними спрямовувачами;  $P_o$  - вхідний натяг нитки;  $\mu_1$  - коефіцієнт тертя між ниткою та циліндричною напрямною;  $2\alpha$  - кут охоплення ниткою циліндричної напрямної;  $t$  - час.

Математичне забезпечення процедури procedure N27Click(Sender: TObject) має вигляд

$$P_{i+1} = P_i \left[ 1 + \frac{(R_j + r)}{[R_j + r(1 - \delta_{0j})]} \left( e^{\frac{\beta_j - a}{\sin \beta_j} \frac{R_j^b}{r^b} \phi_j} - 1 \right) \right] + \left[ \frac{B}{2[R_j + r(1 - \delta_j)]^2} \right], \quad (3)$$

де  $P_{i+1}$  – натяг нитки після  $j$  конструктивного елемента;  $P_i$  – натяг нитки до  $j$  конструктивного елемента;  $R_j$  – радіус кривизни поверхні  $j$  конструктивного елемента;  $\delta_{0j}$  – початкова деформація перетину нитки при набіганні на  $j$  конструктивний елемент;  $\delta_j$  – кінцева деформація перетину нитки при збіганні з  $j$  конструктивного елемента;  $\beta_j$  – кут радіального охоплення нитки поверхнею  $j$  конструктивного елемента;  $\phi_j$  – реальний кут охоплення ниткою  $j$  конструктивного елемента.

На рис.2а представлений модуль unit Unit13 для пальцевого натягувача при реалізації процедури procedure TForm13.Button1Click(Sender: TObject). На рис.2б представлений модуль unit Unit16 для гребінчатого компенсатора при реалізації процедури procedure TForm16.Button1Click(Sender: TObject).

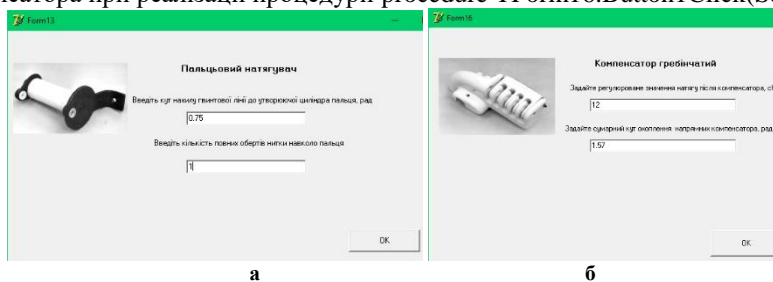


Рис.2. Модулі комп'ютерної програми unit Unit13 та unit Unit16

На рис.3а,б представлені графічні образи при виконанні операторів FP1:=InputBox та R:=InputBox при реалізації процедури procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject), яка відповідає за визначення натягу нитки при взаємодії з циліндричною напрямною у випадку без радіального охоплення. В цій процедурі вкладає процедура procedure V1(var F:Real;X,P0,BSLN,RN,E1N,BGN,FP,AT,BT,R1,d0,kt,V11:Real) для визначення коренів системи трансцендентних рівнянь.

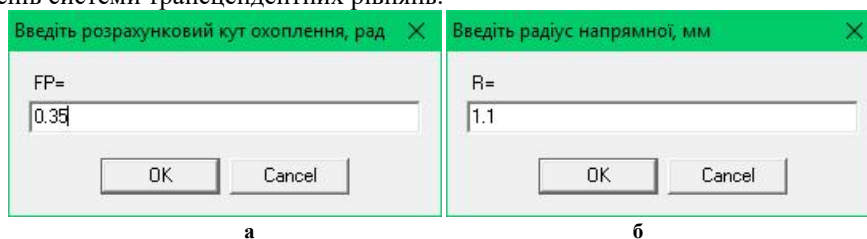


Рис.3. Оператори FP1:=InputBox та R:=InputBox модуля комп'ютерної програми unit Unit2

На рис.4 представлені розрахунки натягу бавовняної пряжі 27,6 текс на текстильній машині для

випадку трьох зон з пальцювим пристроєм для натягу, гребінчатим компенсатором та напрямною без радіального охоплення. Початковий натяг приймався рівним 5 сН. Проміжні дані представлені у відповідних вікнах форм на рис.2а,б та рис.3а,б. Аналіз отриманих результатів показав, що натяг зростає від першої до третьої зони. На окремій діаграмі представлені результати зміни відносного натягу по зонах. Найбільше зростання відносного натягу спостерігається у третій зоні, де має місце взаємодія нитки з напрямною великої кривини.

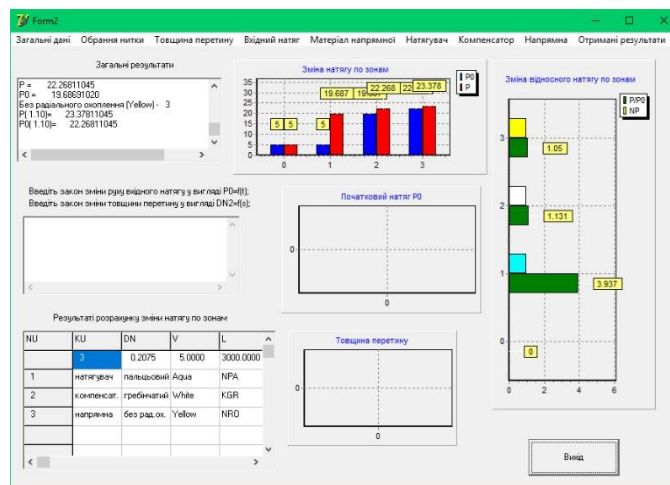


Рис.4. Результати розрахунку натягу бавовняної пряжі в робочій зоні

**Висновки.** На основі реалізації алгоритму рекурсії розроблені модулі та процедури комп'ютерної програми для визначення натягу нитки в робочій зоні текстильних та трикотажних машин у випадку використання різних типів пристроїв для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора. Представлені програмні модулі та процедури для визначення натягу, при використанні основних елементів для забезпечення натягу та направляючих елементів у формі циліндричних поверхонь та поверхонь у формі тора системи подачі нитки на текстильних та трикотажних машинах, комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії. Представлені програмні модулі та процедури комп'ютерної програми для визначення натягу в робочій зоні на текстильних та трикотажних машинах з урахуванням діаметру перетину нитки, її фізико-механічних властивостей для широкого спектру комплексних ниток та пряжі. Програмними модулями передбачена можливість завдання закону зміни діаметру перетину нитки у вигляді гармонічної функції або довільній функції користувача з використанням зворотних польських записів у вигляді транслятора.

### Література

1. Свідоцтво № 89242 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма для реалізації чисельних методів» / Щербань В.Ю., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Петко А.К., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 03.06.2019 р.
2. Свідоцтво № 89243 про реєстрацію авторського права на твір «Програмний комплекс для визначення оптимальної траєкторії нитки на трикотажних машинах» / Щербань В.Ю., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Петко А.К., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 03.06.2019 р.
3. Щербань В.Ю. Комп'ютерне проектування систем: програмні та алгоритмічні компоненти / В.Ю.Щербань, О.З.Колиско, Г.В.Мельник, М.І.Шолудько, В.Ю.Калашник. – К.:Освіта України, 2019. – 902 с.
4. Щербань В.Ю. Оптимізація процесу взаємодії нитки з напрямними з урахуванням анізотропії фрикційних властивостей/ В.Ю.Щербань, М.І.Шолудько, О.З.Колиско, В.Ю.Калашник // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – 225(3). - С.30-33.
5. Щербань В.Ю. Дослідження впливу матеріалу нитки і анізотропії тертя на її натяг і форму осі/ В.Ю.Щербань, В.Ю.Калашник, О.З.Колиско, М.І.Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – 223(2). - С.25-29.
6. Математичні моделі в САПР. Обрані розділи та приклади застосування/В.Ю.Щербань, С.М.Красницький, В.Г.Резанова. - К.:КНУТД, 2011. -220 с
7. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V.Yu.Scherban, O.Z.Kolisko, M.I.Sholudko, V.Yu.Kalashnik. - K.: Education of Ukraine, 2017. - 745 p.
8. Щербань В.Ю. Ефективність роботи компенсаторів натягу нитки трикотажних машин/В.Ю.Щербань, Н.І.Мурза, А.М. Кириченко, М.І.Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.- 2017.- №1(245). - с.83-86.
9. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface/V. Scherban, G. Melnik, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sheludko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill,

Ontario, Canada. – January/February 2017. – Volume 6.- Number 1. – P. 22-26.

10. Щербань В.Ю. Порівняльний аналіз роботи нитконатягувачів текстильних машин/ В.Ю.Щербань, Н.І.Мурза, А.М. Кириченко, М.І.Шолудько// Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.- 2016.-№6(243). - с.18-21.

11. Scherban V. Basic parameters of curvature and torsion of the deformable thread in contact with runner/V. Scherban, N.Murza, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – Nov/Des - 2016. – Volume 10. Number 2. – P. 18-23.

12. Scherban V. Kinematics of threads cooperates with the guiding surfaces of arbitrary profile /V. Scherban, N. Murza, O. Kolisko, M. Sheludko, I. Semenova //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May/June - 2016. – Volume 5.- Number 3. – P. 23-27.

### References

1. Certificate No. 89242 on the registration of copyright for the work "Computer program for the implementation of numerical methods" / Shcherban V.Yu., Kolisko OZ, Makarenko YV, Melnyk GV, Petko AK ., Sholudko MI, Kalashnik V.Yu. - Registration Date 03.06.2019.

2. Certificate No. 89243 on the registration of copyright for the work "Computer program" Software complex for determining the optimal trajectory of the thread on knitting machines "/ Shcherban V.Yu., Kolisko OZ, Makarenko YV, Melnyk G. .V., Petko AK, Sholudko MI, Kalashnik V.Yu. - Registration Date 03.06.2019.

3. Shcherban V.Yu. Computer systems design: software and algorithmic components / VY Shcherban, OZ Kolisko, GV Melnyk, MI Sholudko, VY Kalashnik. - K.: Education of Ukraine, 2019. - 902 p.

4. Scherban V.Y., Sholudko M.I., Kolisko O.Z., Kalashnik V.Y. Optimization of the process of interaction of a thread with guides, taking into account the anisotropy of frictional properties. Herald of Khmelnytskyi National University.2015.225(3).pp.30-33.

5. Scherban. V.Y., Kalashnik V.Y., Kolisko O.Z., Sholudko M.I. Investigation of the influence of the thread material and the anisotropy of friction on its tension and the shape of the axisю. Herald of Khmelnytskyi National University.2015.223(2).pp.25-29/

6. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application/V. Yu. Scherban, SM Krasnitsky, VG Rezanov.- K.:KNUTD.2011.220p.

7. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry/V. Yu. Scherban, OZ Kolisko, MI Sholudko, V. Yu. Kalashnik.-K.: Education of Ukraine, 2017. - 745 p.

8. Scherban V.Y., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I. Overall performance of compensators of the filament of knitted cars. Herald of Khmelnytskyi National University.2017. 245(1).pp.83-86.

9. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface/V. Scherban, G. Melnik, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sheludko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada.6(1).pp.22-26.

10. Scherban V.Y.,Murza N.I. Kirichenko A.N., Sholudko M.I. Comparativec analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. Herald of Khmelnytskyi National University.2016.243(6).pp.18-21.

11. Scherban V. Basic parameters of curvature and torsion of the deformable thread in contact with runner/ V. Scherban, N.Murza, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada.10(2).pp.18-23.

12. Scherban V. Kinematics of threads cooperates with the guiding surfaces of arbitrary profile/ V. Scherban, N. Murza, O. Kolisko, M. Sheludko, I. Semenova //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada.5(3).pp.23-27.

Надійшла / Paper received : 26.09.2020 р. Надрукована/Printed :27.11.2020 р.