

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 1 (403)  
2023**

*Журнал включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук"*

Журнал представлен в Научной  
электронной библиотеке (НЭБ)  
и имеет импакт-фактор РИНЦ

Журнал включен в Междуна-  
родные базы данных: SCOPUS и  
CAS(pt), индексирующие  
научные издания

Электронный вариант журнала  
размещен на сайте  
<http://ttp.ivgpi.com>

Издание Ивановского государственного политехнического университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

*Е.В. РУМЯНЦЕВ (д.х.н., ректор).*

Заместитель главного редактора:

*Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.).*

**Редакционная коллегия (Россия):**

*А.А. БИКБУЛАТОВА (к.т.н., проф.), М.В. БОЛСУНОВСКАЯ (к.т.н., проф.), Н.А. ГРУЗИНЦЕВА (д.т.н., проф.), Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.), Т.Р. ДЕБЕРДЕЕВ (д.т.н., проф.), Г.П. ЗАРЕЦКАЯ (д.т.н., проф.), Н.Ю. КАЗАКОВА (д.т.н., проф.), Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.), В.Е. КУЗЬМИЧЕВ (д.т.н., проф.), Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.), А.Г. МАКАРОВ (д.т.н., проф.), Л.Ю. МАХОТКИНА (д.т.н., проф.), А.П. МОРЫГАНОВ (д.т.н., проф.), Е.Н. НИКИФОРОВА (д.т.н., проф.), О.И. ОДИНЦОВА (д.т.н., проф.), Н.В. ПЕРЕБОРОВА (д.т.н., проф.), А.Б. ПЕТРУХИН (д.э.н., проф.), А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.), К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.), Л.В. РЕДИНА (д.т.н., проф.), П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.), В.Е. РУМЯНЦЕВА (д.т.н., проф.), А.В. СИЛАКОВ (д.э.н., проф.), Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.), Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), Е.Я. СУРЖЕНКО (д.т.н., проф.), М.Н. ТИТОВА (д.э.н., проф.), О.В. ТОЛОЧКО (д.т.н., проф.), А.В. ТРУЕВЦЕВ (д.т.н., проф.), Н.М. ФИЛИМОНОВА (д.э.н., проф.), А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.), В.В. ХАММАТОВА (д.т.н., проф.), С.Ю. ХАШИРОВА (д.х.н., проф.), С.В. ХЕЙЛО (д.т.н., проф.), О.Г. ЦЫРКИНА (д.т.н., проф.), Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.), С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.)*

**Международная редакционная коллегия:**

*ADOLPHE S. DOMINIQUE (д.т.н., Франция), GERŠAK JELKA (д.т.н., Словения), UDVAL LODOI (д.т.н., Монголия), Е.В. ВАНКЕВИЧ (д.э.н., Беларусь), А.А. КУЗНЕЦОВ (д.т.н., Беларусь), С.В. ЛОМОВ (д.т.н., Бельгия), Д.Б. РЫКЛИН (д.т.н., Беларусь), С.Ш. ТАШПУЛАТОВ (д.т.н., Узбекистан), Н.Н. ЯСИНСКАЯ (д.т.н., Беларусь)*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

*В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.), А.Р. НАУМОВ (д.х.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (д.э.н., проф.).*

Ответственный секретарь *Е.Н. КАЛИНИН*

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.*

*Тел.: (4932) 41-75-02.*

*E-mail: [ttp@ivgpi.com](mailto:ttp@ivgpi.com)*

*<http://ttp.ivgpi.com>*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 30.01.2023. Подписано в печать 28.02.2023. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 23,7; Усл. кр.-отт. 23,97. Заказ 5161.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"  
Издание Ивановского государственного политехнического университета  
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21  
E-mail: [ttp@ivgpi.com](mailto:ttp@ivgpi.com)

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"  
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, строение 8  
Тел. 8-930-330-26-30  
E-mail: [pressto@mail.ru](mailto:pressto@mail.ru)

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2023

Ministry of Science and Higher Education  
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE  
INDUSTRY  
TECHNOLOGY**

Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 1 (403)  
2023**

*The journal is included in the "List of the leading peer-reviewed journals and publications issued in the Russian Federation, in which the major scientific results of dissertations for the degrees of doctor and candidate of sciences should be published"*

The journal is presented in the  
Scientific Electronic Library and  
has an RSCI impact factor

The journal is included in the  
Scopus and CAS(pt) bibliographic  
databases

The on-line version of the journal  
is available at  
<http://ttp.ivgpu.com>

Published by Ivanovo State Polytechnical University

**EDITORIAL BOARD**

**Chief editor:** E.V. RUMYANTSEV (*d.ch.s., rector*).  
**Deputy of chief editor:** N.L. KORNILOVA (*d.en.s., prof.*).

**members:**

**Editorial board (Russia):**

A.A. BIKBULATOVA (*k.en.s., prof.*), M.V. BOLSUNOVSKAYA (*k.en.s., prof.*), N.A. GRUZINTSEVA (*k.en.s., prof.*),  
B.N. GUSEV (*d.en.s., prof.*), T.R. DEBERDEEV (*d.en.s., prof.*), G.P. ZARETSKAYA (*d.en.s., prof.*),  
N.Yu. KAZAKOVA (*d.en.s., prof.*), E.N. KALININ (*d.en.s., prof.*), A.M. KISELEV (*d.en.s., prof.*),  
M.V. KISELEV (*d.en.s., prof.*), K.I. KOBRAKOV (*d.en.s., prof.*), Zh.Yu. KOYTOVA (*d.en.s., prof.*),  
A.R. KORABELNIKOV (*d.en.s., prof.*), V.E. KUZMICHEV (*d.en.s., prof.*), N.A. KULIDA (*d.en.s., prof.*),  
A.G. MAKAROV (*d.en.s., prof.*), L.Yu. MAKHOTKINA (*d.en.s., prof.*), A.P. MORYGANOV (*d.en.s., prof.*),  
E.N. NIKIFOROVA (*d.en.s., prof.*), O.I. ODINTSOVA (*d.en.s., prof.*), N.V. PEREBOROVA (*d.en.s., prof.*),  
A.B. PETRUKHIN (*d.ec.s., prof.*), A.F. PLEKHANOV (*d.en.s., prof.*), K.E. RAZUMEEV (*d.en.s., prof.*),  
L.V. REDINA (*d.en.s., prof.*), P.N. RUDOVSKY (*d.en.s., prof.*), V.E. RUMYANTSEVA (*d.en.s., prof.*),  
A.V. SILAKOV (*d.ec.s., prof.*), N.A. SMIRNOVA (*d.en.s., prof.*), G.G. SOKOVA (*d.en.s., prof.*),  
E.Ya. SURZHENKO (*d.en.s., prof.*), M.N. TITOVA (*d.ec.s., prof.*), O.V. TOLOCHKO (*d.en.s., prof.*),  
A.V. TRUEVTSEV (*d.en.s., prof.*), N.M. FILIMONOVA (*d.ec.s., prof.*), A.V. FIRSOV (*d.en.s., prof.*),  
V.V. KHAMMATOVA (*d.en.s., prof.*), S.Yu. KHASHIROVA (*d.ch.s., prof.*), S.V. KHEYLO (*d.en.s., prof.*),  
O.G. TSYRKINA (*d.en.s., prof.*), Yu.S. SHUSTOV (*d.en.s., prof.*), S.S. YUKHIN (*d.en.s., prof.*).

**International editorial board:**

ADOLPHE C. DOMINIQUE (*d.en.s., France*), GERŠAK JELKA (*d.en.s., Sloveniya*), UDVAL LODOI (*d.en.s., Mongoliya*),  
E.V. VANKEVICH (*d.ec.s., Belarus*), A.A. KUZNETSOV (*d.en.s., Belarus*), S.V. LOMOV (*d.en.s., Belgium*),  
D.B. RYKLIN (*d.en.s., Belarus*), S.Sh. TASHPULATOV (*d.en.s., Uzbekistan*), N.N. YASINSKAYA (*d.en.s., Belarus*)

**EDITORIAL COUNCIL**

V.S. BELGORODSKY (*d.soc.s., prof.*), A.V. DEMIDOV (*d.en.s., prof.*),  
A.R. NAUMOV (*d.ch.s., prof.*), M.G. BALYKHIN (*d.ec.s., prof.*)

Executive secretary E.N. KALININ

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.  
Tel.: +7(4932)41-75-02.  
E-mail: [ttp@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)  
[http:// ttp.ivgpu.com](http://ttp.ivgpu.com)

---

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 30.01.2023.  
Signed for printing on 28.02.2023. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 23.7 conventional sheets.  
23.97 conventional. Order 5161.

Circulation of 400.

---

"Proceedings of higher education institutions. Textile Industry Technology"  
Published by Ivanovo State Polytechnical University  
153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21  
E-mail: [ttp@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)

Publishing-printing complex "PresSto"  
153025, Ivanovo, Dzerzhinskogo, 39, building 8  
Tel. 8-930-330-26-30  
E-mail: [presssto@mail.ru](mailto:presssto@mail.ru)



УДК 677:687.1:65.015.13

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_5

**KNOWLEDGE-INTENSIVE TECHNOLOGIES  
TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF TEXTILE MATERIALS IN OUTERWEAR**

**УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЕ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*N.O. MAMMADOVA, V. G. MUSAEVA, YU.V. NEIMATOVA, A.M. JAFAROVA*

*Н.О.МАММАДОВА, В.Г. МУСАЕВА, Ю.В.НЕЙМАТОВА, А.М.ДЖАФАРОВА*

**(Azerbaijan State University of Economics (UNEC))**

**(Азербайджанский государственный экономический университет (UNEC))**

E-mail: phd\_mammadova@rambler.ru; efendiyev.nigar@mail.ru; ulker\_1975@mail.ru; afa.jafarova@mail.ru

*В статье описаны высокие технологии, применяемые для оптимизации эксплуатационных и гигиенических свойств текстильных материалов при использовании их в верхней одежде. В связи с широким внедрением в текстильное производство волокон, полученных при помощи наукоемких технологий, все большую актуальность приобретает оптимизация эксплуатационных свойств текстильных материалов. Существует острая необходимость в применении этих волокон, которые принято называть химическими волокнами нового поколения, поскольку они обладают свойствами, которые можно оптимизировать для текстильных материалов.*

*High-tech technologies to optimize operational and hygienic properties of textile materials for applications in outerwear are described. Due to the widespread introduction of fibres from knowledge-intensive technologies into textile production, the optimization of operational properties of textile materials is becoming increasingly important. There is an urgent need for the application of these fibres, which are usually called chemical fibres of the new generation, because they have properties that can be optimised for textile materials.*

**Ключевые слова:** наукоемкая технология, химические волокна, текстильные материалы, верхняя одежда, эксплуатационные свойства, износостойкость.

**Keywords:** knowledge-intensive technology, chemical fibres, textile materials, outerwear, performance properties, wear resistance.

## *1. Introduction*

The rapid development of scientific and technological progress at the end of the twentieth century created new demands for textile materials, such as specific properties required in particular fields of human activity and the ability to change the direction required by consumers under the influence of environmental factors, i.e., to be able to produce a response.

Research of textile material performance used in outerwear and knowledge of the operating conditions are necessary for correct and efficient customer service. The latter is based on performance properties. Detailed research of performance capabilities and quality of textile materials used in outerwear enables consumers to practice informed purchasing and influences the production process to improve product quality and expand the range of products.

Most textile materials used in outerwear exhibit different effects during their wear, namely, a change in their physical and mechanical properties.

To obtain materials with fundamentally new properties, manufacturers are using knowledge-intensive and high-tech technologies (Hi-tech), which has led to the development of so-called smart textiles (Smart textile, Intelligent).

Textile fibres based on advances in knowledge-intensive technologies have unique performance characteristics such as increased strength, elasticity, modularity, and heat and abrasion resistance. Therefore, research into these issues is an urgent need.

An analysis of scientific publications from the last five years identified the following most current areas of textile product development:

- development of new textile materials through recycling previously used materials [1...3];
- development of new textile materials through 3D printing [4], [5];
- combining textile manufacturing methods with electronic devices to create electronic textiles [6], [7];
- developing environmentally friendly biodegradable textile materials.

Thus, the development of textile materials that incorporate the most recent research findings will enhance their performance. The

abundance of scholarly publications in the subject of textiles demonstrates the importance of this research. By strategically utilizing innovative technologies it will become feasible to produce clothes with defined performance attributes.

This work investigated the possibility of applying knowledge-intensive technologies to optimise performance properties of textile materials used in outerwear.

To accomplish this goal, tasks were assigned as follows: substantiate the feasibility of introducing advances in knowledge-intensive technology to improve and optimize performance properties of textile materials used in outerwear in areas prone to abrasion and wear and to investigate beneficial effects on the human body of eco-fabrics and yarns derived from algae.

## *2 Research*

Fabrics are subject to damaging effects of abrasion during use, which causes these fabrics to gradually wear out. Consequently, the abrasion resistance index of fabrics is one of the most important performance properties of fabrics and depends on aspects such as the nature of fibres, yarn structure, fabrics, their finishing and operating conditions, and the size and nature of their supporting surface.

Wear and tear occur in one or more areas with the highest concentration of operational stress, which makes clothes unsuitable for further wear. Therefore, determining the location of the most worn parts in clothes can help to promote the rational design of clothes using textile materials with an improved consumer perception of value. As a result of research using a sociological method into the wear pattern of new generation textile materials, it was determined that most respondents have several spring coats and jackets in their wardrobes made of film-coated cloaks with a polymer product content ranging from a minimum of 2-3% to a maximum of 50-60%.

Dry cleaning cloaks should be avoided due to their polyester coating on the front. Cloaks with a film coating are also not suitable for ironing. In fact, the process of ironing can lead to scorching and holes in the areas of the greatest abrasion. In addition, they have different

properties based on how long they are used and stored.

During use, whitish cracks and stains can occur in film-coated products and a loss of gloss and elasticity that reduces durability. These defects can be exacerbated during care of the product.

The following is an example of the most frequently used outerwear when the seasons change: a woman's half coat, a woman's skirt suit, and a woman's trouser suit in wool. The fraying process is the main cause of wear and tear of a women's skirt suits and trouser suits, overcoats, and dungarees. The location of wear and tear on a woman's suit with skirt and trouser suit and overcoat was investigated at the dry-cleaning collection points.

Using an organoleptic method, 150 items were inspected as they arrived and the majority indicated a strong degree of wear and tear on women's skirts, trousers, and parts of half coats made from worsted, woollen, and half wool fabrics, i.e., wool fibre-based fabrics. Women's trousers with an estimated service life of a few months to two years were worn at the hemline, pockets, knee joint, in the area where fittings and trimmings were fastened, and in the step seams. More than half of the skirts with an estimated wear time of 2 months to 3 years had fractures in the seat, fastening of cuts, and fastening of fittings. Half-coats with waistbands suffered damage in the area where the waistband contacted the strap buckle. However, the intensity in these areas was low and wear and tear occurred after extended periods of wear. When examining women's overcoats and other outerwear assortments, wear was evident at the bottom of the sleeve fold, patch pockets, and lapels and at the crease of the coat flange. The approximate wear life of women's jackets and overcoats is shown in Table 1 (the wear and tear of women's jackets and overcoats).

These studies suggest that the specificity of wear to total destruction of the textile material varies. In this case, when 40% of the clothing is destroyed, the warp is damaged, the weft is destroyed, and the same amount is also destroyed in the double yarns stated above. There is wear to the outside of the hem in the hemline sleeves of half-coats. In some women's trouser suits, the weft along the warp (both at the front

and at the back of the hemline) wears away because the fabric rubs against fabric in the underfold direction.

Table 1

Maximum wear (use) period, in months	Number of items worn out	
	Halfcoat	Jackets
2	-	-
3	-	1
6	-	9
12	1	29
24	1	21
36	2	8
36	2	8

It is also important to note increased abrasion intensity in the front of trousers, skirts, and overcoats due to women's handbags, which create additional conditions for rapid wear on contact points of clothes during the initial wear period.

One exception is outerwear made from new generation fibres. In these garments, frequent alternating or simultaneous exposure to abrasion and hand-stretching forces create wear prerequisites at the entrance and bottom of the side pockets. Main threads in the fabric structure play an important role in structuring the surface. Thus, the surface of the textile material is subjected to abrasion forces. Central to the wear process is the direction of abrasion forces, which occur in both longitudinal and transversal directions related to the core threads of the fabric and mainly from the inside.

Women's trouser suits, specifically side pockets, are often subject to wear at the bottom and failure is caused by a combination of abrasion and stretching forces. Friction forces in trouser suits at the entrance to the side pockets are directed transversely and along warp threads. This can cause the material to break down over time and even cause holes in the warp and weft yarns. In halfcoats, a loss of lustre on the face covering at lapels and collar folds is observed when the wearing period is more than one month. As a result of women's halfcoat, suit, and trouser suit examinations, a loss of lustre on the face covering occurs in edge areas of the collar, collar details, and the middle of the area below the middle of the coat and skirt. There are also irrecoverable creases

from the first two weeks of wear on the outer surfaces of sleeves.

Thus, during exploitation of a woman's jacket, wear occurred in the direction of tucking and draping that lifted part of the clothing at the bottom of the shoulder joint and strengthening occurred by ironing the side and collar parts. In women's trouser suits, the bottom side pockets are the most susceptible to wear after long periods of use where both thread systems deteriorate.

#### *Discussion*

It is historically important that the production of nanoparticle-filled fibres originated at the end of the twentieth century. Fibres developed at this time are wear-resistant, have minimal shrinkage, are low-combustible, are sufficiently tear- and abrasion-resistant, and have somewhat different and more improved performance properties required by the consumer (depending on which nanoparticles are used and how they are made).

The expediency of introducing textile fibres and materials based on the achievements of knowledge-intensive technologies is explained by the performance of materials that are similarly produced from natural sources of raw materials which are governed by linear density, type of finishing, and the quality of the initial raw materials. It is possible to obtain similar materials with improved performance properties using a minimum number of raw materials when applying the achievements of nano- and bio-technology.

The design of fabrics with improved performance properties in outerwear requires systematic research on the structure of textile materials. Due to the application possibilities of knowledge-intensive technologies in improving the performance properties of textile materials, there has been an increase in their assortment and production. Consequently, there has been a combination of enlargement and novelty in the types of clothing produced. These factors are determined cardinally and are difference from previous requirements such as an increase in the wear period, detailed and in-depth diagnostics of operational properties of outerwear to improve wear resistance, environmental friendliness, and ergonomics that are important components to ensure consumer

safety. It is worth noting that chemical fibres are employed as raw materials alongside natural fibres to improve the performance capabilities of textile materials, both to conserve resources and to improve the strength properties of outerwear garments. Among these advances are new chemical fibres such as blacquat and elastane, which have increased performance properties and resistance to UV radiation as well as antimicrobial and antibacterial properties. Therefore, new generation textile fibres have been developed based on chemical fibres that are of special interest and popularity for increasing the performance properties of textile materials for the manufacture of outerwear.

New production technologies can be distinguished during production, for instance, by spinning gelled high-molecular polyethylene with fibre allowing it to stretch up to 30 times. This method is used to manufacture Dyneema SK60 fibres that have a high abrasion resistance, chemical resistance, and are lightweight. With a tenfold strength of steel and a melting point of 145-155 °C, these fibres are employed in flotilla crew apparel. Recently, materials with a unique structure have been developed through a technology that involves spinning from a liquid crystal solution. When crystallised, the polymer molecules in this liquid crystal solution produce a strong material. Spinning from "liquid crystal" is used to create Kevlar, a material with unique physical qualities that makes it ideal for manufacturing special purpose apparel. Mountaineering pants and anorak jackets are made by combining this material with wool or cotton fibres. The development of Fabrican is another revolutionary conceptual collaboration between Imperial College London and Spanish designer M. Torres. Fabrican is a material consisting of cotton fibres and polymers in a liquid state that is applied as an aerosol to the body and instantly cured.

According to many designers, 'liquid clothing' (by expanding the horizons of contemporary fashion with the possibility of creating conceptually distinctive artwork) will make it possible to manufacture a unique approach for both individual costume parts and costume ensembles. As previously mentioned, outerwear must be made of wearable textile materials.

Basic requirements for knitted fabrics used in outerwear include good abrasion resistance, shrinkage not exceeding 5 %, and high elasticity and dyeing resistance. Thus, new knitted fabrics with both knitting properties and widely used fabrics for outerwear are produced. Therefore, it is prudent to use new generation textile fibres, such as "high-tech" (high-tech with unique properties) and lyocell fibres, which are functionally active textiles based on nano- and bio-technology, and multi-functional knitted fabrics with antimicrobial protection and enhanced consumer properties. This occurs by incorporating advanced polymers into outer clothing to increase wear resistance and protection against harmful environmental factors.

Synthetic fibres filled with metal oxide nanoparticles ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{AlO}_{23}$ ,  $\text{ZnO}$ , and  $\text{MgO}$ ) are being intensively researched and produced based on which fibres acquire important characteristics such as antimicrobial, dirt-repellence, and light-weather resistance. Based on fibres from knowledge-intensive technologies, such as nanotechnology and bionics for sewing garments, the diagnosis of performance properties of textile materials is gaining unprecedented momentum. Currently, breakthroughs in biotechnology (bionics) are being applied to the manufacturing and modification of fibres. The goal is to develop ways for creating chemical fibres with somewhat different qualities compared to natural fibres to fulfil current consumer wants and requirements. This is to recreate the present technology in a variety of natural things such as spider web weaving with greater strength, elasticity, and protein content. Spiders have protein synthesis genes and these genes are being grafted onto the cells of fungi; microscopic mould fungi can also weave fibres capable of synthesizing enzymes that break down cellulose by proliferating on cotton waste. Thus, cotton waste could become one of the primary textile materials for the production of fabric via biotechnology. Through biotechnology methods, organic waste, agricultural products, and raw materials of animal origin can now become new sources of eco-fibre and yarn-based fabrics for manufacture. For instance, research has enabled the development of fibres from maize and soya, which is termed

soybean protein fibre and SPF, and this provides a novel method of crop utilization. These fibres are produced with the utmost ecological purity, which has the added benefit of being biodegradable. NatureWorks PLA polymer, which is made from free plant carbon, is used to produce Ingeofibre. Ingeofibre is a biodegradable material that has a rapid degradation rate, whereas with oil-based materials this process would take many decades. In the future, sugar beet and rice will be used as raw materials for this fibre. There has also been a positive trend in the livestock industry. Presently, Japanese scientists are attempting to use New Zealand milk as a raw material to produce milk fibre. In 2003, a polymer made from maize grains, named Sorona Farina, was produced. Corn is used to produce maize yarn, which is not entirely a natural fabric as it is partly synthetic, but it is biodegradable and has many advantages such as increased resistance to light weathering that reduces durability. It is also comfortable to wear and hygroscopic and hypoallergenic. Moreover, it is simple to clean and rapidly dries.

Currently, Chinese ramie nettle is used for the production of expensive textiles to make delicate fabrics that are as soft and delicate as natural silk. However, it is often used in combination with cotton or woollenfibres to produce fabrics that are hard-wearing, durable, and dense. Icelandic algae are another modern raw material for producing eco fabrics, the value of which is given by their unique characteristics due to amino acids, minerals, microelements, useful fats, and vitamins contained in the algae. Icelandic algae have a positive effect on human skin and a restorative effect by activating metabolism at the cellular level and improving blood circulation and cell regeneration. Moreover, it has antibacterial and antimicrobial properties because of silver enrichment and they are resistant to repeat washing. Fibres from crab shells are made from chitin-rich extracts from which chitin viscose is produced by a special technology that is distinguished by its durability, hypoallergenicity, and antibacterial and medicinal properties. In fact, fibres from crab shells retard ageing, activate cells, and strengthen the immune system. Soy fibre is one of the exciting new raw materials for next-

generation fabrics as this natural fibre is extremely environmentally friendly and is produced using biotechnology. This fabric is highly functional (resistance to repeated washing and colour retention), sanitary, antibacterial, has a high hygroscopicity, is entirely biodegradable, and protects against damaging effects of electromagnetic and UV radiation. Bamboo has emerged as a primary fibre material for the textile industry and serves as the raw material for everyday apparel, lightweight sweaters and socks, and coats and jackets with a hint of wool fibre. Bamboo fibre fabrics have exceptional performance characteristics, are very resistant to wear, are durable and crease-resistant, and do not have a substantial negative impact on the environment. The cottonization of linen fibre and the addition of up to 10% linen fibre decreases the fabric's electrifying quality, reduce creases, and promotes ductility.

Thus, the introduction of biotechnology is a feasible way to enhance the performance qualities of textile materials.

## CONCLUSIONS

The use of high-tech, economical, environmentally friendly, functionally active textiles and biodegradable chemical fibres is recommended for use in outerwear that aims to improve durability and performance properties. The specific recommended material is lyocell fibres. Through biotechnology, organic waste, agricultural products, and raw materials of animal origin that were irrelevant to the world of fashionable textiles and fabrics have now become new sources of textile materials based on eco-fibres and yarns. The use of such textile fibres results in high-performance, sanitary, and antibacterial fabrics and provides greater electromagnetic safety and high hygroscopic qualities. To boost abrasion resistance at abrasion spots, a combination of fibres is recommended (natural fibres and new generation fibres), which results in increased abrasion resistance of clothes.

## REFERENCES

1. *Jenull-Halver U., Holzer C., Piribauer B., Quartinello F.* (2020). Development of new treatment

methods for multi material textile waste. Paper presented at the AIP Conference Proceedings. – 2205, 020070. doi:10.1063/1.5142985.

2. *AlbuA.V., Caciora T., Berdenov Z., Ilies D.C., Sturzu, B., Sopota D., Herman G.V., Ilies A., Kecse G., Ghergheles C.G.* (2021). Digitalization of garment in the context of circular economy. [Digitalizarea articolelor de îmbracaminte în contextual economiei circulare] *Industria Textila.* – 72(1), 102-107. doi:10.35530/IT.072.01.1824.

3. *Kamble Z., Behera B. K.* (2021). Upcycling textile wastes: Challenges and innovations. *Textile Progress.* – 53 (2), 65-122. doi:10.1080/00405167.2021.1986965.

4. *Donaldson L.* (2020). New shape-memory material for smart textiles and medical devices. *Materials Today.* – 41, 2-2. doi:10.1016/j.mattod.2020.10.017.

5. *Uysal R., Stubbs J. B.* (2019). A new method of printing multi-material textiles by fused deposition modelling (FDM). [Nova metoda tiskanja tekstilij iz več materialov s pomočjo tehnologije ciljnega nalaganja] *Tekstilec.* – 62 (4), 248-257. doi:10.14502/Tekstilec2019.62.248-257.

6. *Posch I., Fitzpatrick G.* (2018). Integrating textile materials with electronic making: Creating new tools and practices. Paper presented at the TEI 2018 - Proceedings of the 12th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction. – 2018-January, 158-165. doi:10.1145/3173225.3173255.

7. *Choi S., Jo W., Jeon Y., Kwon S., Kwon J. H., Son Y.H., Kim J., Park J.H., Kim H., Lee H.S., Nam M., Jeong E.G.* (2020). Multi-directionally wrinkle-able textile OLEDs for clothing-type displays. *Npj Flexible Electronics.* – 4 (1). doi:10.1038/s41528-020-00096-3.

8. *Kamiński K., Jarosz M., Grudzień J., Pawlik J., Zastawnik F., Pandyrza P., Kołodziejczyk A.M.* (2020). Hydrogel bacterial cellulose: A path to improved materials for new eco-friendly textiles. *Cellulose.* – 27 (9), 5353-5365. doi:10.1007/s10570-020-03128-3.

9. *Charungkiattikul S., Joneurairatana E.* (2021). A revival for Thailand's textile traditions: New value for local materials (eri silk) through art practice. *Textile: The Journal of Cloth and Culture.* – 19(3), 340-353. doi:10.1080/14759756.2021.1914957.

10. *Zambrano M. C., Pawlak J. J., Daystar J., Ankeny M., Venditti R. A.* (2021). Effect of dyes and finishes on the aquatic biodegradability of cotton textile fibres and microfibres released on laundering clothes: Correlations between enzyme adsorption and activity and biodegradation rates. *Marine Pollution Bulletin.* – 165 doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112030.

11. *Todorov P., Georgieva S., Staneva D., Peneva P., Grozdanov P., Nikolova I., & Grabchev I.* (2021). Synthesis of new modified with rhodamine b peptides for antiviral protection of textile materials. *Molecules.* – 26 (21). doi:10.3390/molecules26216608.

12. *Shahriari-Khalaji M., Alassod A., Nozhat Z.* (2022). Cotton-based health care textile: A mini review. *Polymer Bulletin.* – doi:10.1007/s00289-021-04015-y.

13. *Paul S., Basak S., Ali W.* (2019). Zinc stannate nanostructure: Is it a new class of material for multifunctional cotton textiles? *ACS Omega.* – 4 (26), 21827-21838. doi:10.1021/acsomega.9b02719.

14. Chirila L., Gaidau C., Stroe M., Baibarac M., Stanca M., Rădulescu D.M., Rădulescu D.E., Alexe C.-A. (2019). Properties of textile and leather materials treated with new hybrid SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/poly(2,2'-bithiophene) nanocomposites. *IndustriaTextila*. – 70 (3), 236-241. doi:10.35530/IT.070.03.1634.
15. Xu R. (2021). Modern biotechnology and nanotechnology in competitive sports. *Ferroelectrics*. – 578 (1), 179-193. doi:10.1080/00150193.2021.1902779.
16. Shaheen T.I. (2021). Nanotechnology for modern textiles: Highlights on smart applications. *Journal of the Textile Institute*. – doi:10.1080/00405000.2021.1962625.
17. Wang X., Sun X., Guan X., Wang Y., Chen X., Liu X. (2021). Tannic interfacial linkage within ZnO-loaded fabrics for durable UV-blocking applications. *Applied Surface Science*. – 568. doi:10.1016/j.apsusc.2021.150960.
18. Olczyk J., Sójka-Ledakowicz J., Walawska A., Antecka A., Siwińska-Ciesielczyk K., Zdarta J., Jesionowski T. (2020). Antimicrobial activity and barrier properties against uv radiation of alkaline and enzymatically treated linen woven fabrics coated with inorganic hybrid material. *Molecules*. – 25(23). doi:10.3390/molecules25235701.
19. Van der Veen I., Hanning A., Stare A., Leonards P. E. G., de Boer J., Weiss J. M. (2020). The effect of weathering on per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) from durable water repellent (DWR) clothing. *Chemosphere*. – 249. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.126100.
20. Siddig E. A. A., Xu Y., He T., Gao M., Yang B., Wang T., Zhang J. (2020). Plasma-induced graft polymerization on the surface of aramid fabrics with improved omniphobicity and washing durability. *Plasma Science and Technology*. – 22(5). doi:10.1088/2058-6272/ab65dd.
21. Dolan M.J., Jr., Li W., Jorabchi K. (2021). Detection and diversity of fluorinated oil- and water-repellent coatings on apparel fibres. *Journal of Forensic Sciences*. – 66 (4), 1285-1299. doi:10.1111/1556-4029.14711.
22. Jin Y., Ka D., Jang S., Heo D., Seo J.A., Jung H., Jeoung K., Lee S. (2021). Fabrication of graphene-based durable intelligent personal protective clothing for conventional and non-conventional chemical threats. *Nanomaterials*. – 11 (4). doi:10.3390/nano11040940.
23. Bhattacharjee S., Macintyre C.R., Bahl P., Kumar U., Wen X., Aguey-Zinsou K.-F., Chughtai A.A., Joshi R. (2020). Reduced graphene oxide and nanoparticles incorporated durable electroconductive silk fabrics. *Advanced Materials Interfaces*. – 7(20). doi:10.1002/admi.202000814.

Поступила 13.01.23.

---

УДК 316.35

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_12

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ  
В ПРОЕКТЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2025 ГОДА**

**MODERN PROBLEMS OF CHANGE MANAGEMENT IN THE DRAFT STRATEGY  
FOR THE DEVELOPMENT OF LIGHT INDUSTRY  
IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD UP TO 2025**

*В.В. ФИЛАТОВ<sup>1</sup>, В.Ю. МИШАКОВ<sup>1</sup>, Т.С. КОРШИК<sup>2</sup>,  
Х.З. КСЕНОФОНТОВА<sup>3</sup>, Т.А. ГОРДЕЕВА<sup>4</sup>, Е.А. ДУБОНОСОВА<sup>1</sup>*

*V.V. FILATOV<sup>1</sup>, V.YU. MISHAKOV<sup>1</sup>, T.S. KORSHIK<sup>2</sup>,  
KH.Z. KSENOFONTOVA<sup>3</sup>, T.A. GORDEEVA<sup>4</sup>, E.A. DUBONOSOVA<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),

<sup>2</sup>Московский государственный университет пищевых производств,

<sup>3</sup>Московский политехнический университет (Московский Политех),

<sup>4</sup>Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ))

<sup>1</sup>A.N. Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art),

<sup>2</sup>Moscow State University of Food Production,

<sup>3</sup>Moscow Polytechnic University (Moscow Polytechnic University),

<sup>4</sup>K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management  
(the First Cossack University))

E-mail: filatov\_vl@mail.ru; mishakovviktor@yandex.ru; korshikts@mgupp.ru; xenophontova@mail.ru;  
gordeeva07@mail.ru; edubonosova@fashiontl.ru

*Цель исследования – проанализированы современные проблемы управления изменениями в проекте стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года. Предметом исследования выступают статистические данные, характеризующие эффективность управления изменениями в проекте стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года. Методологической основой исследования стали общенаучные методы познания (методы структурного и функционального анализа, диалектический, логического единства, традиционные приемы экономического анализа и синтеза), а также специфические методы оценки состояния стратегии развития легкой промышленности на период до 2025. Проанализированы основные проблемы в отраслях легкой промышленности РФ в настоящее время. Разработаны простая и перекрестная матрицы SWOT-анализа легкой промышленности РФ. Проведена разработка проекта управления изменениями в рамках стратегии*



*развития легкой промышленности в РФ на период до 2025 года с использованием подхода 4P "Ориентация на результаты" (project – проект, purpose – цели и намерения, particulars – частности, people – люди). Установлено, что современными проблемами управления изменениями в проекте Стратегии являются: высокая зависимость отрасли от импортных составляющих и макроэкономической нестабильности; нереализованные возможности привлечения в отрасль квалифицированных специалистов, а также поднятия престижа отрасли с помощью уровня заработных плат; наличие единственной производственной цепочки – синтетических материалов.*

*The purpose of the study is to analyze the current problems of change management in the draft strategy for the development of light industry in the Russian Federation for the period up to 2025. The subject of the study is statistical data characterizing the effectiveness of change management in the draft strategy for the development of light industry in the Russian Federation for the period up to 2025. The methodological basis of the study was general scientific methods of cognition (methods of structural and functional analysis, dialectical, logical unity, traditional methods of economic analysis and synthesis), as well as specific methods of assessing the state of the strategy for the development of light industry for the period up to 2025. The main problems in the light industry of the Russian Federation at the present time are analyzed. A simple and cross-matrix SWOT analysis of the light industry of the Russian Federation has been developed. A change management project was developed within the framework of the light industry development strategy in the Russian Federation for the period up to 2025 using the 4P "Results Orientation" approach (project - project, purpose - goals and intentions, particulars - in particular, people - people). It is established that the modern problems of managing changes in the draft Strategy are: high dependence of the industry on imported components and macroeconomic instability; unrealized opportunities to attract qualified specialists to the industry, as well as to raise the prestige of the industry with the help of wages; the presence of a single production chain – synthetic materials.*

**Ключевые слова:** стратегические направления развития, SWOT-анализ, легкая промышленность РФ, конкурентоспособность отраслей, рынки инноваций, высокие технологии, управление изменениями, подход 4P "Ориентация на результаты".

**Keywords:** strategic directions of development, SWOT analysis, light industry of the Russian Federation, competitiveness of industries, innovation markets, high technologies, change management, 4P "Results orientation" approach.

За последние 30 лет российская экономика и промышленный комплекс, в том числе легкая промышленность, претерпели глобальные изменения. С распадом Советского Союза большинство перерабатывающих производств, привязанных к территориальным сырьевым базам, оказались за пределами Российской Федерации, вследствие чего большинство отраслей легкой промышленности, в частности хлопчатобу-

мажная, стали практически целиком зависеть от поставок импортного сырья [7].

Хлопок-сырец, далеко не самого лучшего качества, поступает в основном из регионов Средней Азии, в частности из стран бывшего Советского Союза, а именно Таджикистана, Узбекистана, Туркменистана. Сегодня в Российскую Федерацию импортируются практически 100% хлопкового сырья, до 95% шелка и порядка 85% шерс-

ти, химических волокон и нитей, в результате чего российская экономика ежегодно теряет порядка 1,0...1,1% ВВП. Наблюдается устойчивый ежегодный рост цен на натуральное (импортное) сырье, связанное с ограниченностью собственной отраслевой сырьевой базы [3].

Экспортная деятельность развивается очень слабо, сохраняясь практически на одном и том же уровне. На экспорт в страны СНГ идет преимущественно полиэфирное волокно и искусственно выращенный хлопок. Большая часть машин и технологического оборудования для отрасли также закупается за рубежом, что формирует зависимость от импорта и что, в свою очередь порождает дополнительные риски, связанные с колебаниями мировых цен на сырье и курса валют [2]. Следует отметить, что соотношение между объемами экспорта и импорта в натуральном выражении почти вдвое больше, чем в стоимостном, что свидетельствует о завозе в РФ преимущественно дешевой импортной продукции, которая по ценам значительно ниже, чем экспортируемые из страны товарные аналоги. Вследствие вступления РФ в ВТО защитить российскую экономику от низкокачественного сырьевого импорта практически уже невозможно [6].

Также надо заметить, что за последние 30 лет не только легкая промышленность претерпела глобальные изменения. С распадом Советского Союза среднее машиностроение, так называемый "средмаш", до сих пор не прошел полный цикл восстановления и, к сожалению, российские производители технологического оборудования не могут удовлетворить потребности отрасли в средствах производства в необходимом объеме, что усложняется еще и различными проблемами внешнеполитического характера и экономическими санкциями. Обновить технологический парк предприятий легкой промышленности можно только за счет системных закупок импортного оборудования, которое имеет достаточно высокую стоимость, что непременно повысит себестоимость выпускаемой продукции [10].

Поэтому в настоящее время имеет место быть вынужденное использование устаревшего производственного оборудования и неудовлетворительное состояние основных производственных фондов, не позволяющих обеспечить необходимые технико-экономические показатели и показатели качества. Доля станочного парка предприятий легкой промышленности, по данным ФГСС, в 2017 г., не превышающего срок эксплуатации 10 лет, составила 37%; срок эксплуатации от 11 до 20 лет – составила 24%, а оборудование, непрерывно эксплуатирующееся более 20 лет, составляет 39% [4].

Проблема отсутствия на рынке полного ассортимента продукции легкой промышленности отечественного производства связана с недофинансированием отрасли и ее полным упадком в постсоветский период с 1992 по 2002 гг. В настоящее время потенциал отечественного производства реализован еще не в полной мере, тем не менее, сегодня есть сегменты, в которых российские предприятия конкурентоспособны (например, сегменты профессиональной одежды, школьной формы и товаров для активного отдыха). Со стороны государства и самих предприятий предпринимаются попытки объединить усилия для разработки производства и продвижения качественной российской продукции как на внутреннем рынке, так и за его пределами [14].

Обозначенные проблемы можно решить, только учитывая ключевые тенденции, в т.ч. мировые, в развитии отрасли:

В последние годы на мировом рынке наблюдается снижение объемов выпуска натуральных волокон, и произошли кардинальные изменения в используемых материалах. В целом их производство характеризуется нестабильностью из-за прямой зависимости от урожая хлопка, льна и других культур. Одновременно в мире увеличивается рост населения и общего потребления готовой продукции, что заставляет производителей осуществлять поиск и разработку новой продукции на базе искусственных и синтетических материалов. Мировые лидеры стремятся максимально их использовать в готовых изделиях в различных сег-

ментах: спортивной, защитной и повседневной одежде, военной форме, фэшен индустрии и т.д. [18].

В РФ сегодня существуют объективные трудности с использованием импортного натурального сырья, в частности хлопка и шерсти. Имея хорошо развитую нефтехимическую промышленность, стабильный спрос, в том числе в таких стратегически важных отраслях, как дорожное строительство, авиация, машиностроение, РФ сегодня не обладает собственным производством полиэфирных технических нитей. Между тем, активно развиваются технологии производства искусственного волокна, а синтетические ткани стали достойной альтернативой натуральным тканям. В перспективе в Ивановской области комбинат по выпуску синтетических волокон и нитей обеспечит создание комплекса новых текстильных производств, специализирующихся на выпуске инновационной продукции специального и технического назначения с использованием полиэфирных волокон и нитей [8].

В настоящее время активно используются инновационные экологически чистые технологии, обеспечивающие производство материалов из искусственных и синтетических волокон, превосходящие по ряду свойств натуральные. В будущем технологическое развитие поможет обеспечить их доминирование по эргономическим, эстетическим и функциональным свойствам, а также безопасность выпускаемой продукции [1]. При этом потребление изделий из натуральных материалов значительно сокращается. Существенные изменения в повышении конкурентоспособности предприятий легпрома наметились и за счет использования 3D-технологий. Например, производство одежды с учетом нужд каждого конкретного потребителя и определения размера при помощи 3D-сканера [11].

Также в настоящее время уже реализуются государственные программы и проекты импортозамещения. Например, программы развития инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области, предполагающей строительство комбината синтетического волокна

[8], являющегося частью обновленной стратегии развития легкой промышленности, разработанной Минпромторгом РФ, направленной на преодоление сырьевой зависимости текстильных предприятий от импорта и реализацию политики импортозамещения. Сегодня доля импортной продукции на российском рынке текстильной и легкой промышленности составляет свыше 40% [20].

Ожидается, что число участников инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области к 2025 году вырастет до 645 единиц, объем отгруженной инновационной продукции превысит 12,2 млрд. руб., рост производительности труда на предприятиях инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области вырастет в 1,5...1,8 раза [19].

Совместная работа вузов, инженеринговых центров и предприятий инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области обеспечит необходимый задел для развития высокотехнологичного и наукоемкого текстильного производства на долгосрочную перспективу [17].

В результате реализации мероприятий программы развития планируется обеспечить полный жизненный цикл инноваций, начиная от замысла и заканчивая коммерциализацией новшеств. Реализация программы должна осуществляться до 2025 года включительно с общим объемом финансирования из внебюджетных и бюджетных источников 45,2 млрд. руб., реализуя тем самым концепцию экономической и продовольственной безопасности как основу государственной поддержки сельского хозяйства и промышленности [21].

В рамках анализа управления изменениями в легкой промышленности России необходимо провести SWOT-анализ (табл.1 – матрица SWOT-анализа легкой промышленности РФ). Российская легкая промышленность обеспечивает 0,9% от ВВП, что составляет 2,4% от объема промышленного производства или 3,6% от общего объема обрабатывающих производств. Еще 1,6% приходится на розничную торговлю товарами легкой промышленности.

Т а б л и ц а 1

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>Относительно высокий уровень заработной платы в отрасли</p> <p>Рост объемов производства</p> <p>Наличие развитых отраслей-потребителей промышленной текстильной продукции</p> <p>Технологическая цепочка синтетических материалов</p>	<p>Естественные ограничения для натурального сырья</p> <p>Отсутствие престижа отрасли, недостаток профессиональных кадров в области технологий и управления производством, недостаточно эффективная система массовой подготовки производственного и управленческого персонала</p> <p>Существенная зависимость отрасли от импортного оборудования и технологий, приводящая к росту потребности в финансировании при запуске/модернизации производств и к валютным рискам</p> <p>Слабое развитие НИОКР в области технологических процессов, инновационной продукции, слабое развитие национальной дизайнерской школы</p>
Возможности	Угрозы
<p>Импортозамещение в конкурентоспособных сегментах</p> <p>Увеличение промышленного производства нефтяной и химической промышленности</p> <p>Возрастающая роль химических материалов в легкой промышленности</p>	<p>Высокая доля импорта товаров легкой промышленности</p> <p>Незначительный экспорт продукции легкой промышленности</p> <p>Макроэкономическая нестабильность</p> <p>Высокая стоимость импортных товаров легкой промышленности</p>

Т а б л и ц а 2

	Сильные стороны	Слабые стороны
Возможности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рост объемов производства за счет увеличения промышленного производства нефтяной и химической промышленности</li> <li>• Наличие развитых отраслей-потребителей промышленной текстильной продукции, что позволяет реализовать возможность возрастающей роли химических материалов в легкой промышленности</li> <li>• Импортозамещение в конкурентоспособных сегментах за счет технологической цепочки синтетических материалов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Увеличение промышленного производства нефтяной и химической промышленности для нивелирования естественных ограничений для натурального сырья</li> <li>• Возрастающая роль химических материалов в легкой промышленности для привлечения новых кадров в отрасль</li> <li>• Импортозамещение в конкурентоспособных сегментах для снижения существенной зависимости отрасли от импортного оборудования и технологий, приводящая к росту потребности в финансировании при запуске/модернизации производств и к валютным рискам</li> </ul>
Угрозы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Относительно высокий уровень заработной платы в отрасли для нивелирования макроэкономической нестабильности</li> <li>• Рост объемов производства для уменьшения доли импорта товаров легкой промышленности</li> <li>• Технологическая цепочка синтетических материалов для увеличения экспорта продукции легкой промышленности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Естественные ограничения для натурального сырья и незначительный экспорт продукции легкой промышленности и высокая доля импорта товаров легкой промышленности</li> <li>• Отсутствие престижа отрасли, недостаток профессиональных кадров в области технологий и управления производством, недостаточно эффективная система массовой подготовки производственного и управленческого персонала</li> <li>• Существенная зависимость отрасли от импортного оборудования и технологий, приводящая к росту потребности в финансировании при запуске/модернизации производств и к валютным рискам, и высокая стоимость импортных товаров легкой промышленности</li> <li>• Слабое развитие НИОКР в области технологических процессов, инновационной продукции, слабое развитие национальной дизайнерской школы и макроэкономическая нестабильность</li> </ul>

Таким образом, основные сильные стороны легкой промышленности заключаются

в наличии технологической цепочки синтетических материалов, а также в росте от-

расли в ВВП страны. Слабые стороны заключаются в зависимости от импортных поставок, слабом престиже отрасли, а также слабом развитии НИОКР. Возможности отрасли заключаются в использовании смежных отраслей промышленности, а также в импортозамещении. Главной угрозой отрасли можно назвать макроэкономическую нестабильность. Для дальнейшего анализа необходимо построить перекрестную матрицу SWOT-анализа (табл.2), которая позволит сконфигурировать слабые стороны, сильные стороны, возможности и угрозы отрасли легкой промышленности.

Таким образом, современными проблемами управления изменениями в проекте Стратегии являются:

- Высокая зависимость отрасли от импортных составляющих и макроэкономической нестабильности [16].
- Нереализованные возможности привлечения в отрасль квалифицированных специалистов, а также поднятия престижа отрасли с помощью уровня заработных плат [14].
- Наличие единственной производственной цепочки – синтетических материалов [12].

Для иллюстрации и выработки путей решения проблем применим подход 4P (project – проект, purpose – цели и намерения, particulars – частности, people – люди) (табл. 3).

Таблица 3

Project – Проект (P1)	Purpose – Цели и намерения (P2)	Particulars – Частности (P3)	People – Люди (P4)
Проект Стратегии развития легкой промышленности РФ до 2025 года	Форсайт-изменения -	В совокупности реализация направлений позволит увеличить объем отрасли в полтора раза	-
	Стратегические изменения: 1. Создание в России производства химических (синтетических и искусственных) волокон с ориентацией на экспорт 2. Переориентация массового текстильного производства на синтетические материалы 3. Создание в России производства кожевенных материалов 4. Создание благоприятных условий для локализации производства одежды, обуви и текстиля	1. Формирование спроса на современные текстильные материалы через госзаказ (в т.ч. в дорожном строительстве, медицине, обороне, сельском хозяйстве) 2. Поддержка обеспечения выгодного доступа к сырьевой базе (ТФК, МЭГ, ПЭТФ) в рамках развития химической промышленности 3. Стимулирование роста потребления технического текстиля 4. Поддержка создания индустриального кластера технического текстиля в рамках нефтехимических или промышленных парков 5. Стимулирование развития НИОКР 6. Использование механизмов предоставления государственных гарантий 7. Стимулирование развития отечественной сырьевой базы	-
	Тактические изменения: -	- (не структурированы)	- (не структурированы)
	Оперативные изменения: -	- (не структурированы)	- (не структурированы)
	Операционные изменения: -	- (не структурированы)	- (не структурированы)

Тактические, оперативные и операционные изменения не заложены в проекте стратегии. Аналогичная ситуация с квадрантом

"форсайт"-целей. Изменений в графе "люди" по стратегии не планируется.

Таким образом, на основе проведенного перекрестной матрицы SWOT-анализа были установлены основные проблемы управления изменениями проекта стратегии развития легкой промышленности РФ, а 4P-подход позволил оценить предлагаемые стратегией цели и изменения отрасли.

Ключевой целью рассматриваемого документа – "Проекта Стратегии...", подготовленного Правительством РФ, выступает идентификация направлений развития легкой промышленности Российской Федерации, которые позволят создать устойчиво развивающуюся отрасль, основанную на конкурентных преимуществах страны, эффективно интегрированную в мировую систему разделения труда. В рамках "Проекта Стратегии" определены приоритетные направления развития легкой промышленности РФ на период действия документа [5].

1. Развитие производства готовой продукции, включая крупные контрактные производства, и развитие национальных брендов в области одежды и обуви.

2. Развитие интегрированной производственной цепочки синтетических материалов, включая развитие производства технического текстиля.

Идентифицированная в Разделе V "Проекта Стратегии..." цель определена как "создание в России устойчиво развивающейся легкой промышленности, интегрированной в мировую систему разделения труда и основанной на естественных конкурентных преимуществах страны". В качестве задач Стратегии названы:

- увеличение вклада легкой промышленности в ВВП до 0,28% путем замещения импорта и реализации экспортного потенциала в конкурентоспособных сегментах;

- обеспечение стратегически значимых отраслей высокотехнологичной текстильной продукцией российского производства.

Ожидаемый результат изменений: развитие данных направлений создаст необходимый внутренний спрос на продукцию других сегментов легкой промышленности Российской Федерации. При этом в базовом сценарии реализация Стратегии обеспечит увеличение вклада легкой промыш-

ленности в ВВП с 0,23% в 2016 году до 0,28% к 2025 году (с 200 до 393 млрд. руб.), снизит долю импорта с 75 до 70% (с учетом "теневых" импорта), а также предполагает рост экспорта с 79 млрд. руб. в 2016 г. до 154 млрд. руб. в 2025 году в текущих ценах [12].

В контексте стратегического целеполагания, как представляется, фокусируется первая современная проблема управления изменениями, а именно проблема *корректного формирования дизайна изменений*, первоосновой которой выступает *проблема стратегического целеполагания* [9]. Как видно из представленных материалов "Проекта Стратегии", направления развития легкой промышленности определены достаточно размыто – собственно, под развитием в науке не всегда понимают прогресс, и даже в таком контексте параметры развития, динамизм, а, главное, устойчивый характер развития отрасли выступают важными критериями идентификации направлений изменениями.

Представленное в разделе V "Проекта Стратегии..." раскрытие приоритетных направлений развития промышленности содержат как наборы качественных показателей (например, "создание 2 крупных заводов по интегрированной технологии "растворимая целлюлоза + вискозное волокно" общим объемом 220...280 тыс. тонн, ориентированных на импортозамещение и с долей экспорта в выпуске около 70...80%"), так и конкретные меры действия ("стимулирование создания 10...15 крупных швейных производств, ориентированных на массовое контрактное производство, и 10...15 крупных обувных производств"), а равно как и неких размытых по содержанию намерений, не в полной мере сочетающихся друг с другом ("стимулирование крупных международных и национальных брендов к размещению производства готовой продукции для российского и мирового рынка на российских предприятиях") [5]. При этом, если в разделе I "Проекта Стратегии..." выделены два приоритетных направления развития российской легкой промышленности, а в разделе V их три. Хотя неточность носит технический харак-

тер (в разделе V направление №1 из раздела I разделено на два самостоятельных направления развития), для документов стратегического управления устойчивым развитием подобное произвольное отношение с ключевыми, по сути, идентификаторами изменений видится недопустимым.

Задачи Стратегии и приоритетные направления развития легкой промышленности не сочетаются друг с другом и – вместе взятые, не поглощают цель будущей Стратегии.

При этом достаточно сложно сказать, о каком развитии идет речь по каждому из направлений; не ясно, чем отличается собственно развитие производства готовой продукции от развития производственной цепочки материалов, которая в широком смысле входит в состав производства как такового. При этом результаты изменений представлены не в виде качественных и количественных показателей динамики развития объектов программного управления (производства готовой продукции, интегрированной производственной цепочки синтетических материалов), а в виде динамики показателей экономики отрасли. В данном контексте возникает ряд проблем и противоречий:

- имеет место несовместимость и диспропорция цели, задач Стратегии и приоритетных направлений развития легкой промышленности;

- непонятно, что выступает первичным при оценке достижения целей намеченных изменений, экономический результат в виде улучшения показателей функционирования отрасли по указанным сценариям, или же развитие в предметной сфере, индикаторы которого не определены;

- с учетом вероятного временного лага во влиянии изменений на экономические индикаторы (индикаторы экономической безопасности), не вполне понятен временной горизонт изменений;

- предлагаемые улучшения не охватывают все этапы создания добавленной стоимости в отрасли, при этом недвусмысленно выделенные в разделе II "Проекта Стратегии..."

С положительной точки зрения можно отметить общее соответствие направлений изменений возможностям развития легкой промышленности, которые могут быть выделены по результатам SWOT-анализа, вытекающего из содержания раздела IV "Проекта Стратегии..." и представленного в виде классической SWOT-матрицы (табл.1, 2). При этом полнота и комплексность проведенного анализа остаются дискуссионными вопросами, равно как и достаточность отражения слабых сторон и угроз российской легкой промышленности в дизайне изменений, предлагаемых в "Проекте Стратегии..."

Недостатки стратегического целеполагания, как правило, выступают одной из наиболее распространенных проблем, сдерживающих достижение конечного результата и формирующих масштабное сопротивление изменениями со стороны исполнителей и других участвующих лиц, в контексте недостаточного понимания последними, к чему собственно следует стремиться при реализации изменений, заложенных в Стратегии.

Другой важной проблемой управления изменениями выступает недостаточная проработанность системы *лидеров изменений*, их компетенции, *мотивации и ответственности*. Определенная проработка компетенций и роли Координатора стратегии не компенсирует в полной мере игнорирование роли других субъектов (исполнителей стратегии). Не представлены и не обоснованы методы и инструменты как положительной, так и отрицательной мотивации субъектов изменений.

В разделе VII документа, по сути, отсутствует *гибкая система управления реализацией изменений*, в том числе в контексте вероятного отклонения от графиков реализации мероприятий, включая влияние масштабных непредвиденных событий, которым стала на практике пандемия заболеваний, вызванных новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (SARS nCoV2).

Таким образом, на примере проанализированного "Проекта Стратегии..." были проанализированы такие современные про-

блемы управления изменениями, заложенные в дизайне документов стратегического развития, как дефекты стратегического целеполагания, нечеткая идентификация лидеров изменений и их ролей, недостаточное распределение обязанностей, ответственности и нечеткая мотивация субъектов управления изменениями, отсутствие адаптивной, гибкой системы управления изменениями. Соответствующие аспекты должны быть учтены при разработке мер по совершенствованию стратегического проектирования и планирования управлением изменениями в государственных программах и проектах Российской Федерации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зернова Л.Е., Ильина С.И., Иващенко Н.С., Першуква С.А., Оленева О.С.* Определение зон экономической безопасности инвестиций и поиск верхних пределов затрат на техническое перевооружение нетканых производств, имеющих мобильный ассортимент // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 3. С. 15...20.
2. *Косикова Ю.А., Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Кудрявцев В.В., Положенцева И.В., Фадеев А.С.* Анализ внешнеторговой политики Российской Федерации и предложения по увеличению ее эффективности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 3. С. 5...10.
3. *Парамонова Т.Н., Урясьева Т.И., Рамазанов И.А.* Рынок легкой и текстильной промышленности в период импортозамещения // Торгово-экономический журнал. – 2016. Т. 3. № 1. С. 53...66.
4. *Парамонова Т.Н., Урясьева Т.И., Рамазанов И.А.* Рынок легкой и текстильной промышленности в период импортозамещения // Торгово-экономический журнал. – 2015, № 1. С. 53.
5. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Источник: <https://ivgpu.com/images/docs/nauka/dokumenty/strategiya-razvitiya-leg-prom.pdf>.
6. *Balova S.L., de Velazco J.J.H.G., Polozhentseva I.V., Chernavsky M.Yu., Shubtsova L.V.* The formation of the concept of smart sustainable city with the purpose of environmental protection // Journal of Environmental Management and Tourism. – 2021. V. 12. № 5 (53). P.1269...1275.
7. *Bezpalov V.V., Lochan S.A., Fedyunin D.V.* The signs of economic disparity in Russia following the implosion of the USSR // Visual Anthropology. – 2020. V.33. № 2. P. 116...127.
8. *Bezpalov V.V., Fedyunin D.V., Avtonomova S.A., Lochan S.A., Solopova N.A.* A model for managing the innovation-driven development of a regional industrial complex // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – 2019. V. 6. № 4. P. 1884...1896.
9. *Filatov V., Mishakov V., Osipenko S., Artemyeva S., Kolontaevskaya I.* Industry 4.0 concept as an incentive to increase the competitiveness of the food and processing industries of the Russian Federation // Proceedings of: E3S Web of Conferences. – 1. 2020. P. 03040.
10. *Filatov V.V., Zhenzhebir V.N., Polozhentseva I.V., Kolosova G.M., Zaitseva N.A., Larionova A.A., Takhumova O.V.* State management of plastic production based on the implementation of UN decisions on environmental protection // Ekoloji. – 2018. V. 27. № 106. P. 635...642.
11. *Gnezdova J.V., Barkovskaya V.E., Ramazanov I.A., Kalugina S.A.E., Latortsev A.A.* Nonuniformity of digital transformation of industry // International Journal of Civil Engineering and Technology. – 2019. V. 10. №2. P. 1733...1739.
12. *Ivanova O.M., Bilalova L.M., Yulina G.N., Polozhentseva I.V.* Social institutes in the system of person's socialization in present-day Russia. Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values. – 2019. V. 7. № S10. P. 69.
13. *Lipina S.A., Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpalov V.V.* Government promoting communication tool in innovation development of companies // European Research Studies Journal. – 2017. V. 20. № 4B. P.536...547.
14. *Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpalov V.V., Petrosyan D.S.* Theoretical issues of the formation of the industrial policy of enterprises // International Journal of Economics and Financial Issues. – 2015. V.5. № 3S. P.274...280.
15. *Nosov V.V., Tindova M.G., Ramazanov I.A., Poletaeva L.P., Avdotjin V.P.* Assessing natural resources using knowledge-based information processing tools // В сб.: Journal of Physics: Conference Series. Journal of Physics: Conference Series. – 2020. P.012009.
16. *Podshibyakina T.A., Zaitseva N.A., Larionova A.A., Kosolapov A.B., Zhenzhebir V.N., Palastina I.P., Polozhentseva I.V.* Evaluation of the influence of economic and national factors on the dissemination of political ideas in the context of globalization // Modern Journal of Language Teaching Methods. – 2018. V.8. №11. P. 62...68.
17. *Panasenko S.V., Cheglov V.P., Ramazanov I.A., Krasil'nikova E.A., Stukalova I.B., Shelygov A.V.* Improving the innovative development mechanism of the trade sector // Journal of Advanced Pharmacy Education and Research. – 2021. V. 11. № 1. P. 141...146.
18. *Panasenko S.V., Ramazanov I.A., Mayorova E.A., Nikishin A.F., Uryaseva T.I.* Ranking the Russian regions by the technological development of retail trade // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. V. 8. № 2. P. 4087...4094.
19. *Ramazanov I.A., Panasenko S.V., Mayorova E.A., Nikishin A.F., Ramazanov S.A.* Prospects for the development of online trade in the Russian Federation in the context of globalization and the information society establishment // International Journal of Recent



Technology and Engineering. – 2019. V.8. №2. P.4413...4424.

20. Ramazanov I.A., Panasenko S.V., Uryaseva T.I., Kalugina S.A., Paramonova T.N. Perception of price fluctuations in the context of consumption traditions and consumer expectations amid globalization of markets // *Espacios*. – 2018. V. 39. № 48. P. 33.

21. Zhichkin K.A., Nosov V.V., Zhichkina L.N., Ramazanov I.A., Kotyazhov I.A., Abdulragimov I.A. The food security concept as the state support basis for agriculture. // *Agronomy Research*. – 2021. V. 19. № 2. P.629...637.

## REFERENCES

1. Zernova L.E., Ilyina S.I., Ivashchenko N.S., Pershukova S.A., Oleneva O.S. Determination of zones of economic security of investments and search for upper limits of costs for technical re-equipment of non-woven productions with a mobile assortment // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2021. № 3. P.15...20.

2. Kosikova Yu.A., Filatov V.V., Mishakov V.Yu., Kudryavtsev V.V., Polozhentseva I.V., Fadeev A.S. Analysis of the foreign trade policy of the Russian Federation and proposals to increase its effectiveness // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2020. № 3. P. 5...10.

3. Paramonova T.N., Uryasyeva T.I., Ramazanov I.A. The market of light and textile industry in the period of import substitution // *Torgovo-jekonomicheskij zhurnal = Trade and Economic Journal*. – 2016. V. 3. № 1. P.53...66.

4. Paramonova T.N., Uryasyeva T.I., Ramazanov I.A. The market of light and textile industry in the period of import substitution // *Torgovo-jekonomicheskij zhurnal = Trade and Economic Journal*. – 2015. № 1. P. 53.

5. Strategy for the development of light industry in the Russian Federation for the period up to 2025. Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation. A source:: <https://ivgpu.com/images/docs/nauka/dokumenty/strategiya-razvitiya-leg-prom.pdf>. (In Russ.)

6. Balova S.L., de Velazco J.J.H.G., Polozhentseva I.V., Chernavsky M.Yu., Shubtsova L.V. The formation of the concept of smart sustainable city with the purpose of environmental protection // *Journal of Environmental Management and Tourism*. – 2021. V. 12. № 5 (53). P.1269...1275.

7. Bezpалov V.V., Lochan S.A., Fedyunin D.V. The signs of economic disparity in Russia following the implosion of the USSR // *Visual Anthropology*. – 2020. V.33. № 2. P. 116...127.

8. Bezpалov V.V., Fedyunin D.V., Avtonomova S.A., Lochan S.A., Solopova N.A. A model for managing the innovation-driven development of a regional industrial complex // *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. – 2019. V. 6. № 4. P. 1884...1896.

9. Filatov V., Mishakov V., Osipenko S., Artemyeva S., Kolontaevskaya I. Industry 4.0 concept as an incentive to increase the competitiveness of the food and

processing industries of the Russian Federation // *Proceedings of: E3S Web of Conferences*. – 1. 2020. P.03040.

10. Filatov V.V., Zhenzhebir V.N., Polozhentseva I.V., Kolosova G.M., Zaitseva N.A., Larionova A.A., Takhumova O.V. State management of plastic production based on the implementation of UN decisions on environmental protection // *Ekoloji*. – 2018. V. 27. №106. P. 635...642.

11. Gnezdova J.V., Barkovskaya V.E., Ramazanov I.A., Kalugina S.A.E., Latortsev A.A. Nonuniformity of digital transformation of industry // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. – 2019. V. 10. №2. P. 1733...1739.

12. Ivanova O.M., Bilalova L.M., Yulina G.N., Polozhentseva I.V. Social institutes in the system of person's socialization in present-day Russia // *Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values*. – 2019. V. 7. № S10. P. 69.

13. Lipina S.A., Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpалov V.V. Government promoting communication tool in innovation development of companies // *European Research Studies Journal*. – 2017. V. 20. № 4B. P.536...547.

14. Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpалov V.V., Petrosyan D.S. Theoretical issues of the formation of the industrial policy of enterprises // *International Journal of Economics and Financial Issues*. – 2015. V. 5. № 3S. P.274...280.

15. Nosov V.V., Tindova M.G., Ramazanov I.A., Poletaeva L.P., Avdotjin V.P. Assessing natural resources using knowledge-based information processing tools // *Бсб. Journal of Physics: Conference Series. Ser. "Journal of Physics: Conference Series"*. – 2020. P.012009.

16. Podshibyakina T.A., Zaitseva N.A., Larionova A.A., Kosolapov A.B., Zhenzhebir V.N., Palastina I.P., Polozhentseva I.V. Evaluation of the influence of economic and national factors on the dissemination of political ideas in the context of globalization // *Modern Journal of Language Teaching Methods*. – 2018. V. 8. № 11. P. 62...68.

17. Panasenko S.V., Cheglov V.P., Ramazanov I.A., Krasil'nikova E.A., Stukalova I.B., Shelygov A.V. Improving the innovative development mechanism of the trade sector // *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*. – 2021. V. 11. № 1. P. 141...146.

18. Panasenko S.V., Ramazanov I.A., Mayorova E.A., Nikishin A.F., Uryaseva T.I. Ranking the Russian regions by the technological development of retail trade // *International Journal of Recent Technology and Engineering*. – 2019. V. 8. № 2. P. 4087...4094.

19. Ramazanov I.A., Panasenko S.V., Mayorova E.A., Nikishin A.F., Ramazanov S.A. Prospects for the development of online trade in the Russian Federation in the context of globalization and the information society establishment. *International // Journal of Recent Technology and Engineering*. – 2019. V. 8. № 2. P.4413...4424.

20. Ramazanov I.A., Panasenko S.V., Uryaseva T.I., Kalugina S.A., Paramonova T.N. Perception of

price fluctuations in the context of consumption traditions and consumer expectations amid globalization of markets // *Espacios*. – 2018. V. 39. № 48. P. 33.

21. Zhichkin K.A., Nosov V.V., Zhichkina L.N., Ramazanov I.A., Kotyazhov I.A., Abdulragimov I.A. The food security concept as the state support basis for

agriculture // *Agronomy Research*. – 2021. V. 19. № 2. P. 629...637.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 25.11.22.

УДК 339

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_22

## СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В МИНИМИЗАЦИИ НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ

### A SYNERGISTIC APPROACH TO THE USE OF LEAN MANUFACTURING TECHNOLOGIES IN MINIMIZING NON-PRODUCTION COSTS

*Е.Ю.ВОРОНОВА, А.А.ВЕКШИНА*

*E.YU. VORONOVA, A.A. VEKSHINA*

(Московский государственный институт международных отношений МИД России)

(Moscow State Institute of International Relations of the Ministry of Foreign Affairs of Russia)

E-mail: anveck@mail.ru

*Для увеличения эффективности производства применяются различные концепции. Одной из таких концепций является концепция бережливого производства. Ее эффективность обусловлена комплексным использованием LEAN технологий. В данном исследовании обозначена основная цель концепции – сведение к минимуму потерь, которые в дальнейшем приводят к образованию непроекционных затрат. Кроме того, представлен обзор инструментов концепции бережливого производства, а также практические примеры использования ее идей, которые оказались популярными не только для промышленных компаний, но и для сферы государственного управления и бюджетных учреждений. Обозначены достоинства и ограничения, которые возможны при внедрении концепции технологии бережливого производства. Бережливые технологии при комплексном использовании дают синергетический эффект.*

*Various concepts for increasing of production efficiency are used. One of such concepts is the concept of lean manufacturing, its effectiveness is explained by the complex use of LEAN technologies. In this study, the main goal of the concept - to minimize losses, which, as a result, lead to the formation of non-production costs is indicated. In addition, an overview of the tools of the lean manufacturing concept is presented, as well as practical examples of the use of its ideas, which turned out to be popular not only for industrial companies, but also for the sphere of government and budgetary institutions. The possible advantages and limitations taking place when introducing the concept of lean production technology are indicated. Lean technologies provide a synergistic effect in complex usage.*

**Ключевые слова:** бережливое производство, потери, затраты, инструменты, эффект синергии.

**Keywords:** lean production, losses, costs, tools, synergy effect.

### *Введение*

Вопросы поиска резервов сокращения затрат при одновременном поддержании качества реализуемых товаров и оказываемых услуг являются актуальными для любого хозяйствующего субъекта в период социально-экономической нестабильности. Мероприятия по оптимизации затрат в результате экономии на материалах, привлечения более дешевых трудовых ресурсов и неоправданном сокращении проводимых компанией социальных проектов являются малоэффективными управленческими решениями. Это объясняется тем, что компания теряет свои конкурентные преимущества, обеспеченные качеством конечного продукта (услуги), сохраняя при этом прежний уровень потерь, то есть трудовых и материальных затрат, не приводящих к увеличению ценности продукта. Данная проблема затрагивает как коммерческие компании крупного, среднего и малого бизнеса, так и бюджетные учреждения. Ее решение может быть обеспечено реализацией стратегии бережливого производства, в основе которой лежит не столько капиталовложения в совершенствование процесса производства, сколько привлечение высококвалифицированных специалистов, создание условий для развития высокой мотивации у всех работников и оптимизация хозяйственных процессов с максимальной ориентацией на рынок. основополагающая идея бережливого производства состоит в выявлении и отказе от операций и действий, не увеличивающих ценность выпускаемого продукта (оказываемой услуги).

Отличительной чертой концепции бережливого производства являлась социальная составляющая. Выделение средств на обучение сотрудников и реализация для них социальных программ повышают мотивацию среди сотрудников, а распространение идеи о важности выполняемых функций каждого работника создает ощущение причастности каждого к общему делу.

Теоретическую основу исследования составили научные труды таких специалистов в области организации системы бережливого производства как, Т. Оно, Дж. Вумек и Д. Джонс, Дж. Лайкер и Д. Майер, М. Вэйдер, У. Левинсон и Р. Рерик. Их работы позволили сформировать представление о категории "потери", для выявления которых была приведена классификация видов потерь. Успешное внедрение системы требует соблюдения принципов бережливого производства.

Подчеркнем, что освоение теоретических основ концепции бережливого производства является недостаточным для всеобъемлющего понимания философии бережливого производства. Именно в ходе анализа технологий бережливого производства появляется возможность увидеть достоинства и ограничения данной концепции. Бурно развиваются и совершенствуются технологии получения композитов на основе терморезактивных смол различной вязкости и химической активности [1]. В ряде обзоров рассматриваются технологии производства изделий из композиционных материалов на основе термопластичной матрицы [2], лазерные технологии [3], активно внедряются технологии аддитивного производства композитов [4].

### *Методология*

Цель данного исследования заключается в анализе синергетического подхода использования инструментов бережливого производства, необходимых для минимизации непроизводственных затрат и повышения качества продукции в условиях рыночной экономики. Достижение поставленной цели требует решения следующих задач:

- исследовать понятие "муда", привести их классификацию;
- обозначить принципы концепции lean;
- раскрыть содержание и предполагаемый эффект от апробирования lean инструментов;

- описать роль эффекта синергии в рамках концепции;
- выделить достоинства и ограничения концепции.

Исследование носит описательный характер и систематизирует предыдущие наработки по тематике lean технологий, в связи с чем его значимость заключается как раз в сборе и сравнении существующих концепций.

Формирование стратегии внедрения концепции бережливого производства потребовало изучение опыта ее становления в Японии, США, а также в западно-европейских странах.

Идеи, заложенные японским инженером Т. Оно (1912-1990) в рамках производственной системы компании Toyota, являлись основой концепции бережливого производства и продолжают ими оставаться и в настоящее время. Для концептуального понимания отметим, что в первоначальной версии Т. Оно концепция имела название Toyota Production System (TPS). Модель построения производственной системы Toyota позволила завоевать американский автомобильный рынок в период экономического спада за счет повышения производительности, радикального повышения качества продукции и снижения издержек. Отметим, что в трудах Т. Оно понятно излагается опыт построения Toyota Production System, являющейся прообразом концепции бережливого производства.

История развития экономики Японии определяет предпосылки пересмотра подходов к управлению: спад японской экономики в период после второй мировой войны, запрет на привлечение иностранных инвестиций и отказ от принципов традиционной системы массового производства в целях позиционирования на рынке более широкой номенклатуры автомобилей небольшими партиями. Именно в этом и заключалось главное отличие производственной системы Т. Оно от американской системы Ford Motor Company. Если Форд в целях снижения затрат на производство изготавливал только одну единственную модель автомобиля, то Т. Оно стремился выпускать широкий ассортимент автомоби-

лей небольшими партиями. Именно благодаря этой идеи, в свое время, рынок японских автомобилей превзошел американский. Отметим, что касается управления затратами, Т. Оно и Г. Форд придерживались схожего принципа, а именно сокращение всех видов непроизводственных затрат при поддержании запасов на минимальном уровне.

Понятие "потери", а также классификация видов потерь, устранение которых является целью концепции бережливого производства, и обзор бережливых технологий представлены в работе Дж. Вумека и Д. Джонса. К потерям относятся затраты, возникающие вследствие выполнения операций, которые не приводят к увеличению ценности выпускаемого изделия. Для установления таких видов затрат необходимо иметь представление об основных видах потерь, к которым относятся следующие.

- Defects: повреждения продукции, в результате которых продукция считается бракованной;
- Inventory: избыточное накопление сырья и материалов, незавершенного производства и готовой продукции, приводящее к образованию неликвидных запасов;
- Waiting: временные задержки в результате несвоевременного выполнения предыдущих этапов производства;
- Processing: экономически необоснованные этапы производственного процесса;
- Motion: затраты, связанные с ненужным перемещением трудовых ресурсов;
- Transportation: нецелесообразное перемещение;
- Overproduction: перепроизводство товаров [10];
- проектирование товаров и разработка идей, не ориентированных на потребителя [17];
- нереализованный потенциал сотрудников [7].

Более того, существуют следующие две разновидности муда (потерь):

1. Мури (muri) means overburdening – imposing a workload on a machine beyond limits or on people beyond their physical or mental capacity. Мури приводит к поломкам оборудования, несчастным случаям и производству товаров с дефектами.

2. Мура (mura) means uneven workflow through the production process. Это означает, что ритмичность производственного процесса постоянно нарушается, а именно the process is always changing, sometimes working at capacity, sometimes below capacity or idle [9]. Это приводит к несоблюдению производственного графика.

Устранение муда возможно только посредством вовлеченности всех сотрудников, у которых присутствует чувство личной причастности к успеху компании.

Standard and Davis отмечают, что эффективность применения бережливых технологий достигается лишь при условии, когда соответствующие культурные ценности находят практическое воплощение, и корпоративная культура и инструменты сочетаются надлежащим образом между собой [13].

К середине 60-х годов Toyota Production System получило успешное применение на всех заводах компании Toyota, а высокие показатели финансово-хозяйственной деятельности в условиях рецессии являлись поводом для признания и изучения природы TPS крупными западными промышленными компаниями.

Основные черты бережливого производства отражены в принципах, описание которых представлено в труде Womack J.P., и Jones D.T. [18]. Ими были сформулированы следующие принципы, следование которым обеспечивает успешное внедрение концепции lean:

1. Ценность – формируется параметрами, которые запрашиваются потребителем товара или услуги и отражается в их конечной цене.

2. Поток создания стоимости – совокупность операций и действий, выполняющихся на этапах разработки продукта, его производства и реализации. Все операции могут быть классифицированы на те, которые создают ценность; не участвуют в создании ценности, но отказаться от них немедленно является невозможным (муда первого порядка); не создают ценности и могут быть исключены из потока создания ценности (муда второго порядка).

3. Организация движения потока – все операция, включающиеся в поток создания

стоимости, должны выполняться в той последовательности, которая обеспечит ритмичный и своевременный поток материальных ресурсов с минимальной величиной потерь.

4. Вытягивание продукта – объемы продукции и сроки ее изготовления определяются требованиями покупателей, чьими потребностями обусловлено его производство.

5. Совершенствование – улучшение процесса создания стоимости в целях удовлетворения потребностей потребителей. Является бесконечным, так как при организации производства продукции или оказания услуги всегда будут существовать операции с неэффективно используемыми ресурсами и ошибками, вызванные человеческим фактором.

Отметим, что вышеуказанные принципы направлены не только на устранение муда и, как следствие, на сокращение затрат, но и на повышение эффективности системы производства в результате увеличивая ценности в потоке создания стоимости, что создает конкурентные преимущества для компании [4].

Методическая база концепции была исследована на основе руководства Дж. Лайкера и Д. Майера "Практика Дао Toyota", определившего базовый эскиз системы управления процессами компании Toyota, который может быть использован при формировании хозяйствующим субъектом собственной системы управления. М. Вэйдер разработал краткое практическое руководство по внедрению инструментов бережливого производства, позволяющее корректно выбирать для каждой конкретной ситуации подходящие инструменты концепции и устанавливать последовательность их применения. У. Левинсон и Р. Рерик подчеркивают важность комплексного применения методик и инструментов бережливого производства, что, в свою очередь, позволяет сократить затраты труда, времени и пространство, при одновременном повышении эффективности и минимизации дефектов производства.

В статье раскрыто содержание технологий бережливого производства, получив-

ших практическую популярность. К ним справедливо были отнесены следующие: 5S, Just-in-time, kaizen, канбан, Poke Yoka, Single Minute Exchange of Die, Total Productive Maintenance.

В процессе исследования использованы такие общенаучные методы, как анализ, ретроспекция, сравнение и обобщение информации.

#### Результаты исследования

Устранение потерь с максимальным участием всех сотрудников в деятельности компании является основой бережливого производства, которая обеспечивается бе-

режливими технологиями. Далее представлен обзор активно применяющихся при формировании концепции основных инструментов бережливого производства. Данная информация необходима для формирования представления о реализации концепции в целом и разработке возможных комбинаций использования отдельных инструментов.

5S – система улучшения рабочих мест, разработанная в середине 50-х года XX века в Японии. Процесс 5S сводится к выполнению следующих правил (рис.1.:

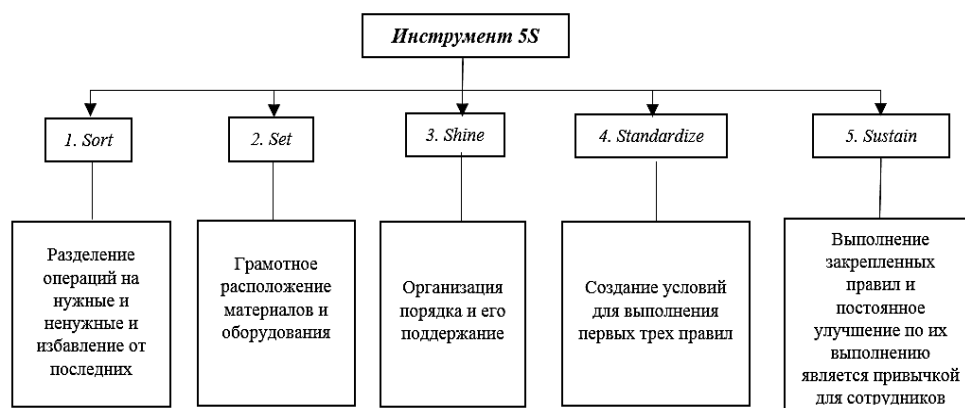


Рис. 1

Слова, обозначающие эти действия, в японском языке начинаются с буквы “s”, что поясняет название данного инструмента [3]. Необходимо подчеркнуть, что западно-европейские и американские специалисты по-разному воспринимают правила 5S. Японцы рассматривают данную технологию как правила, позволяющие улучшить организацию не только их трудовой жизни, но и личной. В то время как US and UK-based companies рассматривают данные правила исключительно для планирования рабочих процессов [6].

Just-in-time (JIT) – система бесперебойного производства изделий высокого качества в требуемом количестве в нужный момент времени. Производство продукта не начинается до тех пор, пока не поступит заказ от покупателя, а выполнение операций производственного процесса не будет организовано до тех пор, пока не будет существовать потребность в них.

Кайдзен – система постоянного совершенствования бизнес-операций. Благодаря совместным усилиям сотрудников компании, а именно фокусу на клиентах, открытому признанию проблем, созданию рабочих команд, формированию поддерживающих взаимоотношений, развитию дисциплины и делигированию полномочий повышается качество продукции и создается культура непрерывного улучшения, приводящая компанию к успеху. Отличительная особенность культуры кайдзен заключается в решении проблем и совершенствовании процессов с помощью умственной деятельности, а не физическими усилиями. Именно креативность и разработка новых идей способны привести к сокращению потерь и времени выполнения заказов [1].

Poke Yoka – система, направленная на обнаружение и устранение вызванных человеческим фактором ошибок еще на этапе разработки продукции. Потенциальные

ошибки могут быть исключены или максимально минимизированы за счет: устранения ошибочных операций; замены проблемной операции на более надежную; разработки процесса таким образом, что совершить ошибку представляется невозможным; организации системы обнаружения ошибок до момента перехода к следующей операции. Saurin и другие автор [11] определили Pоке Yока как технологию, которая не только предотвращает потери, возникающие в процессе производства, но и обеспечивает безопасную среду для рабочих, участвующих в данном процессе.

Канбан – система "вытягивающего производства", а именно объем продукции и сроки ее изготовления определяются исключительно спросом на рынке. Сама категория "канбан" с японского языка переводится "visible record" or "visible part"[14]. Для сопровождения изделия, начиная от процесса его разработки до стадии реализации, используются канбан-карточки, которые предоставляют информацию о том, откуда поступила та или иная деталь (продукт незавершенного производства, готовая продукция) и куда она должна переместиться дальше. Отражение задач в канбан-карточках означает, что сотрудники могут отследить статус и историю задачи на каждом этапе производства.

Single Minute Exchange of Die (SMED) – инструмент сокращения времени, затраченного при переходе производства с одного вида продукции на другой. Цель его использования – уменьшение размеров партий, изготавливаемых между переналадками. Длительные переналадки требуют производства крупных партий, приводящих к образованию избыточных объемов запасов, которые "замораживают крупные суммы денег и заставляют заказчиков дольше ждать. Тем самым большие партии снижают коэффициент рентабельности инвестиций"[16].

Успешное внедрение технологии SMED подразумевает выполнение следующих действий:

- Observing and Recording.
- Separation between internal and external tasks.
- Converting the maximum number of internal tasks into external tasks.

- Streamlining all the possible tasks.
- Documenting internal and external procedures [2].

Total Productive Maintenance (TPM) – система минимизации простоев оборудования и улучшения технических показателей его использования. На практике даже незначительные неисправности в работе оборудования и краткосрочные периоды его остановки могут указывать на наличие более серьезных проблем, приводящих к выпуску бракованной продукции и авариям на производстве. В XX веке инструмент получил широкое применение на автомобильном заводе River Rouge, где рабочие получили право самостоятельно останавливать конвейер, если возникали обстоятельства, нарушающие процесс производства [8]. Информация об остановке с указанием ее причины и продолжительности фиксировалась в отчете с целью предупреждения ситуации повторно. В будущем право на остановку работы оборудования стало общепринятой практикой на японских предприятиях, что свидетельствовало о вовлеченности всех рабочих в процесс обслуживания оборудования и выявления неполадок.

Для предотвращения неисправностей в работе оборудования систематически организуется его плановое техническое обслуживание. Planned Maintenance is categorized into four types namely, preventive, breakdown, corrective and maintenance prevention [15]. Аварийное обслуживание проводится после обнаружения факта поломки оборудования, но временной промежуток, затраченный на его восстановление, должен быть коротким. Корректирующее обслуживание предполагает рационализацию технического обслуживания оборудования и постоянное совершенствование данного процесса. Maintenance prevention основана на использовании обратной связи и информации о поломках машин и оборудования в целях недопущения повторных ситуаций.

Количественная характеристика для оценки системы Total Productive Maintenance дается с помощью показателя "чем больше, тем лучше" Overall Equipment Effectiveness (OEE), расчет которого осуществляется согласно формуле 1. В настоя-

щее время "мировой уровень ОЕЕ составляет 85%".

$$\text{ОЕЕ} = (\text{Время работы}) / (\text{Общее время}) \times (\text{Число годных изделий}) / (\text{Номинальная производительность}) \times 100\% . \quad (1)$$

Отметим, что недостатком данного показателя является то, что для его увеличения компания может организовать производство продукции даже в то время, когда в этом нет необходимости, что противоречит принципам бережливого производства.

Вышерассмотренные инструменты сокращения потерь требуют полного понимания процесса производства, то есть они могут быть успешно использованы только специалистами высокой квалификации, стремящимися выявить и устранить недостатки действующей системы производства и управления.

Важно акцентировать внимание на том, что в СССР также существовал и активно применялся инструментальный *lean* технологий. Он опирался на глубокую убежденность в низкой эффективности философского подхода к производству, акцентировал внимание на рационализме. Эта система известна как научная организация труда (НОТ), которая легла в основу подходов к *lean Toyota*, применялась фактически на каждом предприятии Советского Союза в той или иной мере. В ее основе лежит тщательная научная проработка каждого изменения производственного процесса и соотнесение результатов этих изменений с качеством труда [19]. Отметим, что при этом советская система организации труда считалась одной из наиболее успешных для своего времени.

#### *Обсуждение исследования*

#### *Практика внедрения Lean технологий*

При внедрение концепции бережливого производства необходимо учитывать культурные особенности нации и образ мышления. Успешный опыт использования бережливых технологий в Японии обусловлен менталитетом населения. Японцы – бережливая нация, которая ценит ресурсы и уважает интересы будущих поколений. Для них бережливое производство является

способом поддержки устойчивого развития, преумножения ресурсов и уважительного отношения к незначительным ресурсам, которыми японцев наделила природа.

Заинтересованность крупных автомобильных американских компаний в причинах "экономического чуда Японии" в свое время вызвала признание идей концепции при совершенствовании модели управления в государственном секторе. Научные сообщества и консалтинговые структуры активно продвигают технологии бережливого производства, особенно в правительственных организациях, благодаря краткосрочным семинарам, интернет-ресурсам и проведению конкурсов проектов по внедрению технологий *lean*. Однако ввиду капиталистического уклада американских предприятий США продолжают сохранять ограничения по отношению к оригинальной модели бережливого производства, обусловленные существованием правовой защитой коммерческой тайны предприятия, желанием выпускать сложные изделия и оказывать комплексные услуги, признавать узкую специализацию линейных специалистов.

Приведем примеры применения *lean* инструментов и в западно-европейских странах. Так, правительство Франции в настоящее время в целях сокращения затрат на содержание государственного аппарата апробирует технологии *lean*. В период с 2017 по 2022 гг. правительство заявило о необходимости сокращения 50 тыс. госслужащих с одновременной оптимизацией работы государственных структур [5]. При этом последовательность применения технологий в секторе государственного управления является отличной от промышленного сектора, в котором предприятия, в первую очередь, стремятся уменьшить себестоимость продукции, а затем приступают к улучшению качества. В государственном секторе власти Франции сначала обеспечивают устранение ошибок, а затем сокращают временные затраты на их оказание.

Другая ситуация – использование практики бережливого производства в начале XXI века в Великобритании в секторе здравоохранения в результате значительного рос-



та затрат и низкой эффективности деятельности Национальной службы здравоохранения. Для достижения идей бережливого производства были проведены конференции, посвященные бережливым технологиям, а для сопровождения процесса их внедрения привлечены научно-исследовательские организации и консалтинговые фирмы.

В России технологии lean используются достаточно редко по сравнению с западными странами и Японией, где они стали в большей степени идеологией производства. Наиболее часто встречается применение lean подходов в крупных государственных корпорациях, например, в Росатоме, РЖД, Сбербанке, КамАЗе. Реже можно встретить успешные примеры в крупнейших частных корпорациях, таких как Русал [20].

Отметим, что в основе российских подходов также лежит психологическая склонность к тем или иным особенностям производства. Это доказывается несколькими фактами: крупнейшие проекты с использованием lean технологий развивались в начале 2000-х годов и до 2008, что связано со стремлением исследовать новые подходы к ведению бизнеса, желанием перенимать западный опыт. Во время кризиса, наоборот, активнее развивались классические взгляды на экономию – например, сокращение операционных расходов за счет сокращения штата сотрудников, снижения расходов на безопасность производства и т.п.

При этом наиболее восприимчивы к процессам внедрения lean оказались металлургия, машиностроение и нефтедобыча, что указывает на то, что в российских условиях лучше всего эти технологии функционируют на крупных предприятиях, ориентированных на экспортные рынки.

Помимо этого интересным наблюдением по развитию lean в РФ является то, что пионерами послекризисного этапа развития стали компании с высоким уровнем цифровизации. Биржа идей Сбербанка, появившаяся в 2011, хронометрирование процессов на Ковровском механическом заводе, входящем в концерн Росатом, и ряд других, не менее известных проектов, были реализованы в условиях цифровой среды.

Нельзя также не сказать о том, что большинство российских компаний применяют технологии lean вне комплекса трансформации производственных процессов, что сказывается на качестве результатов и во многом создает в российской бизнес-среде восприятие lean как некой фиктивной разработки, исследование которой является данью моде и западным тенденциям [21].

#### *Последствия внедрения Lean технологий*

Практическое применение технологий lean показывает, что каждая из технологий lean обеспечивает свой положительный эффект на производственную систему компании.

В табл. 1 показаны эффекты от внедрения технологий бережливого производства.

Т а б л и ц а 1

Технология lean production	Эффект от внедрения технологии
5S	Снижение затрат на производство при одновременном повышении качества продукции, а также создание психологически комфортной среды в результате обеспечения сотрудника аккуратным и чистым рабочем местом
Just-in-time	Минимизация затрат на хранение запасов, уменьшение длительности производственного цикла и сокращение складских площадей
Канбан	Обеспечение прозрачности процесса производства, равномерное распределение задач между работниками и оценка возможности перемещения и удаления операций из рабочего процесса
Poke-Yoka	Предотвращение ошибок, вызванных человеческим фактором в целях снижения дефектности производства
Total Productive Maintenance	Уменьшение объема бракованной продукции, соблюдение сроков поставок и повышения производительности труда
Single Minute Exchange of Die	Сокращение времени переналадки, способствующее улучшению клиентского сервиса, увеличению полезного времени работы оборудования и снижению затрат, вызванных обслуживанием излишков производства

Отметим, что при одновременном включении в концепцию двух и более инструментов из табл. 1 у компании возникает шанс прийти к лучшим результатам, нежели при их разрозненном применении, то есть возникает эффект синергии.

Разрозненное внедрение технологий lean может не создать видимых результатов, в том числе для линейных сотрудников, у которых, как следствие, возникает неодобрение к отступлению от старых способов выполнения операций. Более того, правомерно отметить, что внедрение любого инструмента упрощается, если рассматривать данную задачу в рамках целостной системы, на основе концепции бережливого производства. Исходя из того, что цель данной концепции заключается в устранении потерь, ее достижение возможно только при внедрении определенного набора инструментов, рассматриваемых в качестве составных частей единой системы. Наличие спектра инструментов, уверенно применяемых компанией, позволяет ей всегда выбрать наиболее подходящий для решения конкретной задачи.

Синергетический эффект внедрения инструментов бережливого производства способен обеспечить компании следующие преимущества.

1. Эффективное использование ресурсов и производственных мощностей.
2. Поддержание оптимального уровня запасов и сокращение затрат на их хранение.
3. Обеспечение высокого качества продукции посредством контроля за всеми этапами производственного процесса.
4. Оптимизацию структуры себестоимости при неизменном или более высоком качестве выпускаемой продукции.
5. Вовлеченность работников в достижение целей компании и формирование культуры бережливости.
6. Непрерывное повышение квалификации сотрудников и совершенствование системы производства.

Несмотря на преимущества концепции, приводящие в итоге к улучшению показателей эффективности деятельности, справедливо отметить, что процесс внедрения тех-

нологий бережливого производства сопровождается рядом ограничений:

1. Длительное обучение сотрудников и возникновение с их стороны сопротивления к новым способам работы.

2. Сложность в оценке динамики выполненных улучшений. Так, в работе W. Smith приводится пример, когда для оценки успешности деятельности цехов на металлургическом заводе использовался показатель стоимости отгруженной продукции. Каждый цех стремился получить самый дорогой заказ, не учитывая того, сможет ли он выполнить его в срок. Некорректное установление показателя динамики результативности деятельности привело к тому, что порядка 35 % заказов отгружались клиентам с опозданием [12].

3. Высокая зависимость от ключевых поставщиков, которые не всегда готовы надежно и бесперебойно выполнить поставки сырья и материалов заявленного качества.

## ВЫВОДЫ

В статье было рассмотрено построение производственной системы на основе концепции бережливого производства, эффективность которой обусловлена комплексным использованием lean технологий.

Во-первых, была обозначена основная цель концепции бережливого производства – устранение потерь, наличие которых вызывает образование непроизводственных затрат, препятствующих формированию конкурентных преимуществ – конкурентоспособной цены за счет достижения оптимальной величины себестоимости.

Во-вторых, представлен обзор инструментов концепции бережливого производства, а также практические примеры использования ее идей, которые оказались популярными не только для промышленных компаний, но и для сферы государственного управления и бюджетных учреждений.

В-третьих, идеи и взгляды, заложенные в TPS, а позднее в концепции бережливого производства, присущи для людей с восточным менталитетом, а также частично и

для специалистов из западно-европейских стран и США.

В-четвертых, обозначены достоинства и ограничения, с которыми может столкнуться компания при внедрении бережливых технологий. Подчеркнуто, что результат от их использования может быть усилен, а ограничения могут быть элиминированы в сочетании lean технологий за счет образования эффекта синергии, порождающего, в первую очередь, резкий рост операционной деятельности.

Бережливые технологии могут быть использованы как разрозненно, так и в различных комбинациях. Однако последнее создает условия для максимального устранения муда, что необходимо для сокращения необоснованных расходов и повышения качества товаров и услуг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alukal G., & Manos A. Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements. – 2006.

2. Dillon A. P., Shingo S. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. CRC Press. – 1985. P.384.

3. Fabrizio Thomas, Tapping Don. 5S for the Office: Organizing the Workplace to Eliminate Waste Productivity Press. – 2006. P.192.

4. Govindan K., Azevedo S., Carvalho H., & Cruz-Machado V. Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: Interpretive structural modeling approach // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2015, 12 (1).P.15...34.

5. Helper S., Gray J. V., Hughes M. M., & Roman A. V. Public policy and operations management // Journal of Operations Management. – 2021, 67. (7). P.780...802. DOI: 10.1002/joom.1160

6. Kobayashi K., Fisher R., Gapp R. Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. Tot Qual Manage & Bus Excell. – 2008. 19.P. 245...262.

7. Layker J., Hoseus M. Corporate Culture of Toyota: Lessons for Other Companies. – Moscow: Alpina Publisher. 2016, P.354.

8. Levinson W., Rerick A. Lean Enterprise: a synergistic approach to minimizing waste. Milwaukee (Wisconsin). ASQ Quality Press. – 2007. P.272

9. Nichola John. Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices. – 2018. P.612.

10. Ohnj T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, Portland, OR. – 1988.

11. Saurin T. Abreu Marodin G. Almeida, Ribeiro, José Luis Duarte. A framework for assessing the use of

lean production practices in manufacturing cells, International Journal of Production Research. – 2011, 49. 11. P. 3211...3230, DOI: 10.1080/00207543.2010.482567

12. Smith W. Time Out: Using Visible Pull Systems to Drive Process Improvements. – New York: John Wiley & Sons, 1998, P.288.

13. Standard C. Davis D. Running Today's Factory: A Proven Strategy for Lean Manufacturing. Cincinnati, OH, Hanser Gardner Publications. – 1999, P.304.

14. Surendra M.G., Yousef A.Y., Ronal F.P. Flexible Kanban system // International Journal of Operations and Production Management. – 1999. Vol. 19, № 10. P.1065...1093.

15. T. Roosefert Mohan, J. Preetha Roselyn, R. Annie Uthra, D. Devaraj, K. Umachandran. Intelligent machine learning based total productive maintenance approach for achieving zero downtime in industrial machinery // Computers & Industrial Engineering. – 2021. <https://en.x-mol.com/paper/article/1376579420215029760>

16. Wader Michael. Lean Tools - A Pocket guide to Implementing Lean Practices productivity & Quality Publishing Private Limited; Second Edition. –158, 2018, P.158.

17. Womack J.P., Jones D.T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation, Simon and Schuster. – 2010, P.396.

18. Womack J., Jones D. Economical Production: How to Get Rid of Losses and Achieve Prosperity of Your Company. 8th ed. – Moscow: Alpina Publisher. 2014. P.472.

19. Бурганов П.Ф. Научная организация труда: история и современность. Экономический анализ: теория и практика. – 2011, №44.С. 59...64.

20. Уткина Д.О., Ильшева М.А. Практики внедрения бережливого производства в российских компаниях // В сб.: Весенние дни науки. – Екатеринбург, 2022. С. 869...874.

21. Гильманов Т.Д., Сайфуллин Т.А., Ющенко Ю. Е., Халимон Е. А. Анализ лучших практик внедрения технологий бережливого управления проектами и программами в России // Вестник университета. – 2021, №3. С. 98...104.

#### REFERENCES

1. Alukal G., & Manos, A. Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements. – 2006.

2. Dillon, A. P., Shingo, S. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. CRC Press. – 1985, P.384.

3. Fabrizio, Thomas, Tapping, Don. 5S for the Office: Organizing the Workplace to Eliminate Waste Productivity Press. – 2006, P.192.

4. Govindan, K., Azevedo, S., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: Interpretive structural modeling approach // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2015, 12 (1). P.15...34.

5. Helper, S., Gray, J. V., Hughes, M. M., & Roman, A. V. Public policy and operations management //

Journal of Operations Management. – 2021, 67. (7). P.780...802. DOI: 10.1002/joom.1160

6. Kobayashi K, Fisher R, Gapp, R. Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. Tot Qual Manage & Bus Excell. – 2008. 19. P. 245...262.

7. Layker, J., Hoseus, M. Corporate Culture of Toyota: Lessons for Other Companies. – Moscow: Alpina Publisher. 2016, P.354.

8. Levinson W., Rerick A. Lean Enterprise: a synergistic approach to minimizing waste. Milwaukee (Wisconsin). ASQ Quality Press. – 2007. P.272

9. Nicholas, John. Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices. – 2018, P.612.

10. Ohnj T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, Portland, OR. – 1988.

11. Saurin, T. Abreu, Marodin, G. Almeida, Ribeiro, José Luis Duarte. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells, International Journal of Production Research. 2011, 49. 11, pp. 3211-3230, DOI: 10.1080/00207543.2010.482567

12. Smith, W. Time Out: Using Visible Pull Systems to Drive Process Improvements. – New York: John Wiley & Sons. 1998, P.288.

13. Standard, C. Davis D. Running Today's Factory: A Proven Strategy for Lean Manufacturing. Cincinnati, OH, Hanser Gardner Publications. – 1999, P.304.

14. Surendra, M.G., Yousef, A.Y., Ronal, F.P. Flexible Kanban system // International Journal of Operations and Production Management. – 1999. Vol. 19, No. 10. P. 1065...1093.

15. T. Roosefert Mohan, J. Preetha Roselyn, R. Annie Uthra, D. Devaraj, K. Umachandran. Intelligent machine learning based total productive maintenance approach for achieving zero downtime in industrial machinery // Computers & Industrial Engineering. – 2021. <https://en.x-mol.com/paper/article/1376579420215029760>

16. Wader, Michael. Lean Tools - A Pocket guide to Implementing Lean Practices productivity & Quality Publishing Private Limited; Second Edition. –158, 2018, P.158.

17. Womack J.P., Jones, D.T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation, Simon and Schuster. – 2010, P.396.

18. Womack J., Jones D. Economical Production: How to Get Rid of Losses and Achieve Prosperity of Your Company. 8th ed. – Moscow: Alpina Publisher. 2014. P.472.

19. Burganov R.F. Scientific organization of labor: history and modernity" Economic analysis: theory and practice. – 2011. №44.P.59...64.

20. Utkina D.O., Ilysheva M.A. Practices of introducing lean production in Russian companies // In the collection: SPRING DAYS OF SCIENCE. collection of reports. – Yekaterinburg, 2022.P. 869...874.

21. Gilmanov T. D., Saifullin T. A., Yushchenko Yu. E., and Khalimon E. A. Analysis of the best practices for implementing lean project and program management technologies in Russia // Bulletin of the University. – 2021, №3. P. 98...104.

Рекомендована кафедрой учета, статистики и аудита. Поступила 22.12.22.

УДК 677.074

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_32

## **ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН**

### **CREATING A METHODOLOGY FOR ASSESSING THE PERFORMANCE OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF AN ENTERPRISE FOR THE PRODUCTION OF GEOTEXTILE FABRICS**

*М.А. ЛЫСОВА<sup>1</sup>, Н.А. ОНИПЧЕНКО<sup>2</sup>, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА<sup>2</sup>, Б.Н. ГУСЕВ<sup>2</sup>*

*М.А. LYSOVA<sup>1</sup>, N.A. ONIPCHENKO<sup>2</sup>, N.A. GRUZINTSEVA<sup>2</sup>, B.N. GUSEV<sup>2</sup>*

**(Ивановский государственный химико-технологический университет, Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Ivanovo State University of Chemical Technology, Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: mtsm@ivgpu.com

*При планировании, организации и совершенствовании деятельности промышленного предприятия необходимо установление критериев для оценивания результативности и эффективности процессов на всех этапах*

жизненного цикла производимой продукции. Однако на практике проблема формирования взвешенной, чувствительной и информативной оценки результативности для большинства текстильных предприятий по-прежнему остается актуальной. Сложность решения задачи по получению объективной оценки о результативности на уровне промышленного предприятия, в том числе и в рамках системы менеджмента качества (СМК), обусловлена рядом факторов: значительным количеством и сложностью взаимосвязей процессов, реализуемых в рамках производственной системы; разнообразием требований заинтересованных сторон и многокритериальностью выполняемых процессов; отсутствием достаточных сведений о значимости тех или иных процессов или требований; недостаточной степенью научно-методической проработки определения единичных (частных) показателей результативности.

В работе предложен обобщенный алгоритм количественной оценки СМК предприятия по производству геотекстильных полотен, а также определены выражения для нахождения его единичных показателей результативности. Осуществлен последовательный перевод полученных данных из шкалы отношений в шкалу порядка, а затем в шкалу наименований, необходимой для принятия руководством соответствующих мер по поощрению работников, совершенствованию деятельности самого предприятия в рамках документированных процедур СМК, а также устранению причин, вызвавших снижение показателей результативности производственной деятельности.

*When planning, organizing and improving the activities of an industrial enterprise, it is necessary to establish criteria for evaluating the efficiency and effectiveness of processes at all stages of the life cycle of products. However, in practice, the problem of forming a balanced, sensitive and informative performance assessment for most textile enterprises is still relevant. The complexity of solving the problem of obtaining an objective assessment of efficiency at the level of an industrial enterprise, including within the framework of a quality management system (ISO), is due to a number of factors: a significant number and complexity of interconnections processes implemented in the production system; variety of stakeholder requirements and multi-criteria processes; lack of sufficient information about the significance of certain processes or requirements; insufficient degree of scientific and methodological elaboration of the definition of single (private) performance indicators.*

*The paper proposes a generalized algorithm for quantitative assessment of the ISO of an enterprise for the production of geotextile fabrics, and also defines expressions for finding its individual performance indicators. The obtained data were sequentially transferred from the scale of relations to the scale of orders, and then to the scale of names necessary for management to take appropriate measures to encourage employees, improve the activities of the enterprise itself within the framework of documented ISO procedures. , as well as eliminate the causes that caused the decrease in production efficiency indicators.*

**Ключевые слова:** производство геотекстильных полотен, система менеджмента качества, оценка результативности.

**Keywords:** production of geotextiles, quality management system, performance evaluation.

## *Введение*

Важнейшим аспектом планирования, организации и совершенствования деятельности промышленного предприятия является определение критериев его результативности и эффективности процессов на всех этапах жизненного цикла производимой продукции. Сущность понятия "результативность" и "эффективность" с точки зрения процессного подхода заложена в национальных стандартах ГОСТ Р ИСО серии 9000 [1], где под результативностью понимают степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов. Приведенное определение в обобщенном виде раскрывает алгоритм действий по получению и интерпретации количественной оценки. Однако на практике проблема формирования взвешенной, чувствительной и информативной оценки результативности по-прежнему остается актуальной для большинства текстильных предприятий. Следует отметить, что до введения соответствующей нормативной базы обозначенная проблема решалась путем оценки качества (как сложного свойства) отдельных технологических процессов [2] при производстве соответствующего ассортимента текстильной продукции.

Сложность решения задачи по получению объективной оценки о результативности на уровне промышленного предприятия, в том числе и в рамках системы менеджмента качества (СМК), обусловлена следующими факторами:

- значительным количеством и сложностью взаимосвязей процессов, реализуемых в рамках производственной системы;
- разнообразием требований заинтересованных сторон и многокритериальностью выполняемых процессов;
- отсутствием достаточных сведений о значимости тех или иных процессов или требований;
- недостаточной степенью научно-методической проработки определения частных показателей результативности.

Ранее проведенные работы в ИВГПУ по созданию методического обеспечения по количественной оценке технологической

результативности конкретного производственного процесса [3...5] решали проблему в соответствии со спецификой искомого технологического процесса текстильного предприятия. Другие известные работы в области методологии оценки результативности СМК предприятия (организации) [6], [7] решали задачи, связанные с локальным подходом в направлении информационного обеспечения итоговой оценки.

Например, в работе [3] показано, что потребительская результативность рассчитывается с применением показателей качества, отражающих требования потребителя к конкретной продукции, а технологическая (производственная) результативность исследуемого процесса оценивается на базе показателей (характеристик), необходимых последующему технологическому процессу.

### *Объекты и методы исследования*

Объектом исследования являлась СМК предприятия по производству текстильных материалов ООО "Нипромтекс" (г. Железнодорожск, Курская область), где геотекстильные нетканые материалы изготавливаются из полимерных (полиэфирных, полипропиленовых и др.) волокон при помощи иглопробивного и термического скрепления подготовленных и сформированных волокон в холст [8].

При разработке методики определения результативности СМК исходили из следующих требований:

- система показателей должна быть способной охватывать отдельные процессы, подразделения, а также деятельность предприятия в целом;
- показатели должны адекватно оценивать сущность процессов и быть понятными персоналу и руководству;
- набор показателей в каждом процессе должен отражать все применимые требования (цели);
- методика должна быть достаточно простой в использовании и гибкой в случае внесения структурных и иных изменений в производственную систему;
- числовые значения показателей результативности должны представляться в абсолютной шкале – от нуля до единицы,

удобной для интерпретации и принятия решений руководством;

- показатели должны учитывать выполнение требований не только по техническим аспектам, но и в отношении исполнительской дисциплины, претензий потребителей и др.

С учетом выделенных требований сформирован общий алгоритм (рис. 1) определения результативности СМК предприятия [8] по производству нетканых геополотен.

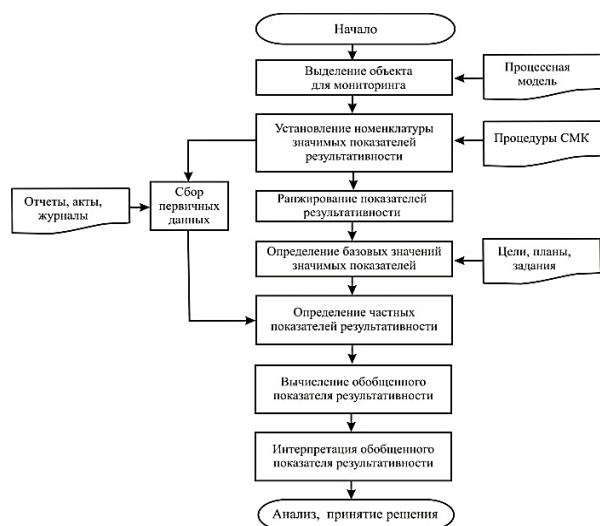


Рис. 1

Систематизируя возможные ситуации оценивания результативности СМК, можно выделить следующие варианты:

1) необходимо оценить соответствие фактического выполнения мероприятий запланированным (по числу позиций плана перечня, по какому-либо контролируемому параметру и др.);

2) необходимо оценить соответствие требованиям стандартов и контрактов (по отдельным техническим параметрам, по срокам и др.).

Рассмотрим схему определения результативности во второй ситуации анализа, которая характерна для оценивания процессов производства продукции на соответствующих стадиях производственного цикла. В этом случае ограничительным критерием, установленным в стандартах, технических условиях, договорах и иных обязательных документах, служит нормативное значение контролируемого показателя или ряда показателей. Как правило, все варианты установления нормативов сводятся к трем случаям:

а) установлено минимально допустимое значение контролируемого показателя (для позитивных характеристик), то есть изделие (операция) обладает несоответствием, если фактическое значение показателя оказывается ниже требуемого уровня;

б) установлено максимально допустимое значение контролируемого показателя (для негативных характеристик), то есть изделие обладает несоответствием, если фактическое значение показателя оказывается выше требуемого уровня;

в) установлен интервал приемлемых значений контролируемого показателя (для нейтральных характеристик), то есть изделие обладает несоответствием, если выполнено одно из условий: либо фактическое значение контролируемого показателя оказывается выше, либо ниже соответствующего значения.

Основываясь на теории применения квалиметрических оценок качества текстильных материалов и изделий [9], приведем в табл. 1 алгоритмы используемых вариантов при нахождении частных (единичных) показателей результативности.

Т а б л и ц а 1

Вариант	Выражение
1	$P = \left( \frac{x}{x^0} \right)^{\text{sgn } \Delta x}$ <p>где <math>\text{sgn } \Delta x = \begin{cases} +1, &amp; \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} &gt; 0 - \text{позитивный показатель результативности;} \\ -1, &amp; \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} &lt; 0 - \text{негативный показатель результативности.} \end{cases}</math></p> <p><math>x_{\text{луч}}, x_{\text{худ}}</math> – соответственно наилучшее и наихудшее возможное значение показателя результативности;</p> <p><math>x, x^0</math> – соответственно фактическое и номинальное (базовое) значение показателя результативности</p>

2	$P = 1 - \frac{X^0 - x}{X^0 - X_{\text{худ}}}; P = 1 - \frac{x - X^0}{X_{\text{луч}} - X^0},$ <p>где первая формула используется в случае позитивного показателя результативности, а вторая – в случае негативного</p>
3	$P = \begin{cases} \frac{X^0 - X_{\text{нач}}}{X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}}}, & \text{для позитивных показателей результативности,} \\ \frac{X_{\text{нач}} - X^0}{X_{\text{нач}} - X_{\text{кон}}}, & \text{для негативных показателей результативности,} \end{cases}$ <p>где <math>X^0, X_{\text{нач}}, X_{\text{кон}}</math> – соответственно фактическое значение показателя о состоянии процесса, достигнутое на конец отчетного периода; значение показателя, соответствующее фактическому состоянию процесса на начало отчетного периода; значение показателя, соответствующее желаемому состоянию процесса на конец отчетного периода</p>
4	$P = \begin{cases} 1, & \text{если } x^0 = x, \\ 0, & \text{если } x^0 \neq x. \end{cases}$

Вычисление единичных (частных) показателей результативности (ЕПР) по первому варианту подчиняется классической схеме, представленной в виде выражения с учетом подразделения показателей на позитивные и негативные. Если оценивание результативности предприятия оценивается по качеству производимой продукции, то при наличии нормативных документов, устанавливающих требования к продукции по нескольким уровням качества (например, по нескольким сортам, типам, классам), базовым значением единичного показателя качества должно быть выбрано значение, соответствующее наилучшему уровню качества (первому, высшему и т.п.). При этом ЕПР меняется в пределах от нуля до единицы, причем его изменение носит непрерывный характер. Чем ближе полученное значение ЕПР процесса к единице, тем более высокий уровень имеет исследуемый показатель качества. Таким образом, выражение по первому варианту можно применять к самым разнообразным вариациям ситуаций оценивания [10...13].

Определение ЕПР по второму варианту осуществляется с учетом ограничений (допусков) на предельные значения показателей в соответствии с приведенными выражениями.

В третьем варианте для нахождения ЕПР важна формулировка номинальной цели, если она выражается в аддитивном формате, т.е. увеличить или уменьшить на определенную величину значение ЕПР. Данная конструкция технически предполагает возможность получения отрицательных значений ЕПР и значений, превышающих единицу. Для устранения этого недостатка предлагается ввести дополнительные условия: если  $P < 0$ , то  $P = 0$ , если  $P > 1$ , то  $P = 1$  (где  $P$  – показатель результативности).

Если формулировка номинальной цели носит мультипликативный формат (увеличить или уменьшить в определенное число раз), или отдельные цели установлены организацией в качественной форме, например, "занять призовое место в отраслевом профессиональном конкурсе", то частный показатель результативности определяется булевой функцией, то есть он обращается в единицу при выполнении поставленного условия и обращается в ноль при его несоблюдении. В этих случаях применяют выражение по четвертому варианту.

Таким образом, в табл. 1 сформированы и представлены все необходимые способы количественной оценки результативности  $P$



в частных аспектах для разнообразных вариаций планирования деятельности, встречающихся на практике предприятия по производству геотекстильных полотен.

#### Результаты и обсуждения

В рамках практической реализации формируемой методики оценки результативности выполним расчет ЕПР процессов СМК и проведем их свертывание в обобщенный показатель результативности (ОПР), опираясь на исходные данные исследуемого предприятия [8] о величине отдельных показателей процессов. Свертывание ЕПР в ОПР согласно представленному на рис. 1 алгоритму, осуществляется ступенчато в

соответствии с процессной моделью СМК предприятия.

В рамках оценки результативности системы СМК укрупненно рассматривались следующие общие процессы: маркетинг (0,15); производство (0,30); выходной контроль качества готовой продукции (0,08); управление персоналом (0,12); менеджмент управления (0,35). В скобках показана их весомость в итоговой оценке, установленная экспертным опросом. Значения по ЕПР приведены только по процессам производства (табл. 2) и менеджмента управления (табл. 3), как имеющие наибольшую значимость.

Т а б л и ц а 2

ЕПР( $X_j$ ) <sub>i</sub>	Весомость	Цель локального процесса	Значение ЕПР	
			до	после
Автоматизация производства	0,15	Удержать на базовом уровне	100	100
Непрерывность производства	0,14	Удержать на базовом уровне	100	98
Уровень брака продукции	0,08	Снизить брак (min 5 %)	10	-
Загрузка основного производства	0,24	100% загрузка основного производства	90	86
Срок эксплуатации производственного оборудования (линии)	0,04	Оптимальный срок эксплуатации оборудования - 10 лет, максимальный – 20 лет.	5	6
Износ производственного оборудования (линии)	0,05	Не превышать 50%	20	24
Фондоотдача	0,06	Увеличить на 25 %	1,75	1,75
Вынужденный простой производственного оборудования	0,06	Вынужденный простой сократить оборудования до 10 дней	15	65
Объем производства геотекстильных материалов	0,07	Увеличить на 25 %	1 196	1 300
Внедрение новых технологий (оборудования) для производства геотекстильных материалов	0,07	Покупка нового оборудования (2 ед.)	1	7
Темп обновления технологического оборудования и ремонта	0,04	Обновлять парк оборудования до 25 % в год	30	60

П р и м е ч а н и е. j – процесс; i – единичный показатель процесса.

Т а б л и ц а 3

ЕПР ( $X_j$ ) <sub>i</sub>	Весомость	Цель процесса	Значение ЕПР	
			до	после
Доля управленцев в общей численности персонала предприятия	0,22	Увеличить до 5%	4,20	4,20
Эффективность управления	0,13	Увеличить на 25 %	150,00	150,00
Коэффициент неорганизованности производства	0,10	Уменьшить в 2 раза	0,90	0,78
Доля инвестирования	0,15	Увеличить на 50%	5	12
Уровень значимости и востребованности информации, используемой на предприятии	0,12	Удержать на базовом уровне	100	100
Доля затрат предприятия на информационные ресурсы	0,18	Увеличить долю затрат на информационные ресурсы на 10%	7,50	7,50
Доля автоматизации процесса документооборота на предприятии	0,10	Автоматизировать процесс документооборота до 100%	90	86

П р и м е ч а н и е. j – процесс; i – единичный показатель процесса.

Согласно алгоритму оценки результативности СМК (рис. 1) вычислим значения ОНР первоначально для выделенных процессов с учетом значений ЕНР и коэффициентов их весомости. Поскольку процессная модель СМК предусматривает два уровня

декомпозиции, то вычисления проведем сначала для обобщенных процессов, а затем для всей СМК. Результаты расчета с использованием арифметического способа усреднения сведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Значение ОНР обобщенного процесса, %					Итоговый ОНР СМК, %
маркетинг	производство	контроль качества продукции	управление персоналом	менеджмент управления	
62,63	45,44	47,00	47,25	32,80	43,94

На финальной стадии (рис. 1) осуществляем интерпретацию полученной оценки результативности СМК. Во-первых, среди значений, учитываемых ЕНР, имеет место существенная неоднородность (наряду с высокими оценками зачастую наблюдаются нулевые), что свидетельствует о слабой управляемости процессов со стороны линейного управленческого персонала. Во-вторых, количественная оценка результативности каждого из пяти обобщенных процессов может содержать определенные риски. Это требует существенного пересмотра всей управленческой иерархии и, возможно, корректировки целей процессов. Соответственно общая оценка результативности СМК также может находиться в зоне риска, что будет свидетельствовать о необходимости срочных мер по кардинальному улучшению производственной системы.

По этой причине в алгоритме оценивания результативности СМК (рис. 1) на стадии завершения количественной оценки на любом иерархическом уровне процессов СМК предложено осуществить соответствующую интерпретацию. Решение данной задачи осуществляем с помощью функции желательности [9]. Параметры функ-

ции желательности подбирались таким образом, чтобы порог чувствительности выходного сигнала был не ниже значения 0,2, то есть функция желательности должна реагировать на изменение результативности только на уровнях выше значения 0,2. Положительная интерпретация результативности должна быть возможна только при минимальном выполнении поставленных целей (оценка результативности должна быть выше значения 40%).

Исходя из указанных входных условий, была подобрана функция вида:

$$D = \frac{\exp(-A/P)}{B},$$

где P – итоговая (или промежуточная) оценка результативности СМК; A – эмпирический коэффициент, определяющий скорость возрастания функции желательности (подобран равным 1); B – эмпирический коэффициент, определяющий масштаб выходного сигнала (подобран равным 0,37).

Последовательный перевод данных из шкалы отношений в шкалу порядка, а затем в шкалу наименований приведен в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

ОНР СМК (P), %	D	Качественная оценка СМК
ниже 40	менее 0,25	Не результативна
от 40 до 60	свыше 0,25 ... 0,50	Содержит отдельные риски
от 61 до 80	свыше 0,50 ... 0,75	В целом результативна
свыше 80	свыше 0,75	Результативность обеспечена в полной мере

На основании выделенных в табл. 5 уровней градации руководство предприя-

тия может принять соответствующие меры по поощрению работников, совершенство-

ванию деятельности самого предприятия в рамках документированных процедур СМК, а также устранению причин, вызвавших снижение показателей результативности его производственной деятельности.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований сформирована общая методология по количественной оценке результативности основных направлений (маркетинг, производство, контроль качества продукции, управление персоналом и менеджмент управления) в деятельности промышленного предприятия по производству геотекстильных полотен, которые определены документами различного уровня СМК данного предприятия. Предложенная методика расчета может быть трансформирована в отдельный документ и оформлена на предприятии в виде стандарта организации, в который входят в документы нижнего уровня СМК.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Серенков П.С., Назаренко В.В., Ромбальская О.И. Комплексный процессный подход как методологическая основа решения задач оценивания в рамках СМК // Методы менеджмента качества. – 2015, №8. С. 15...20.
2. Гусев Б.Н. Комплексная оценка качества технологических процессов прядильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, № 4. С. 27...30.
3. Чистякова Н.Э., Гусев Б.Н. Методология определения результативности и эффективности технологических процессов // Качество. Инновации. Образование. – 2006, № 1. С. 56...58.
4. Чистякова Н.Э., Гусев Б.Н. Определение технологической результативности процессов прядильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4. С.31...35.
5. Чистякова Н.Э., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. Определение эффективности технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2005, №11. С. 8...11.
6. Жирнова Е.А., Шалицкий Я.И., Снежко А.А. Оценка результативности системы менеджмента качества на предприятии машиностроительной отрасли // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М.Ф. Решетникова. – 2010, №3. С. 183...187.

7. Демьянович И.В. Количественные подходы к оценке эффективности системы менеджмента качества // Экономика и управление. – 2010, № 11. С.120...123.

8. <https://www.nipromtex.ru/production/> [Электронный ресурс]. Сайт ООО "НИПРОМТЕКС" (Дата обращения 20.11.2022).

9. Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий. – Иваново: ИГТА, 2012.

10. Шустов Ю.С., Лебедева И.П. Сравнительная оценка качества огнестойких тканей различных поставщиков нефтегазового комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 1. С. 28...31.

11. Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Белгородский В.С. Экологические аспекты продукции текстильной и легкой промышленности. – М.: МГУДТ, 2015.

12. Шустов Ю.С. Современные методы прогнозирования свойств текстильных материалов. –М.: РГУ имени А.Н.Косыгина, 2018.

13. Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н. Производственный мониторинг качества полимерно-волоконистых материалов // Текстильная химия: традиции и новации (Мельниковские чтения): Сб. научных статей: ИГХТУ, 2019. С. 163...167.

## REFERENCES

1. Serenkov P.S., Nazarenko V.V., Rombalskaya O.I. Complex process approach as a methodological basis for solving assessment problems within the framework of the QMS // Methods of quality management. - 2015, No. 8. S. 15...20.
2. Gusev B.N. Comprehensive assessment of the quality of technological processes of spinning production //Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 1996, No.4. S. 27 ... 30.
3. Chistyakova N.E., Gusev B.N. Methodology for determining the efficiency and cost-effectiveness of technological processes // Quality. Innovation. Education. - 2006, No. 1. S. 56 ... 58.
4. Chistyakova N.E., Gusev B.N. Determination of manufacturability of spinning production processes //Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2006, No. 4. S.31 ... 35.
5. Chistyakova N.E., Matrokhin A.Yu., Gusev B.N. Determination of the effectiveness of the technological process // Methods of quality management. - 2005, No.11. S. 8 ... 11.
6. Zhirnova E.A., Shalitsky Ya.I., Snezhko A.A. Evaluation of the effectiveness of the quality management system at an enterprise in the engineering industry. Bulletin of the Siberian State Aerospace University. M.F. Reshetnikov. 2010, No. 3. S. 183...187.

7. Demyanovich I.V. Quantitative approaches to assessing the effectiveness of the quality management system // Economics and Management. - 2010, No. 11. S. 120...123.

8. <https://www.nipromtex.ru/production/> [Electronic resource]. Website of NIPROMTEKS LLC (date of access: 11/20/2022).

9. Lysova M.A., Lomakina I.A., Lun'kova S.V., Gusev B.N. Mathematical methods for designing and assessing the quality of textile materials and products. - Ivanovo: IGTA, 2012.

10. Shustov Yu.S., Lebedeva I.P. Comparative assessment of the quality of refractory fabrics from various suppliers of the oil and gas industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2021, No. 1. S. 28...31.

11. Shustov Yu.S., Kurdenkova A.V., Belgorodskii V.S. Ecological aspects of textile and light industry products. - M.: MGUDT, 2015.

12. Shustov Yu.S. Modern methods for predicting the properties of textile materials. -M.: RGU im. A.N. Kosygin, 2018.

13. Lysova M.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Production quality control of polymer-fibrous materials / Textile chemistry: traditions and innovations (Melnikov readings): Sat. scientific articles: IGHTU, 2019. S.163...167.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, метрологии и стандартизации ИВГПУ. Поступила 22.12.22.

УДК 332

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_40

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

### **DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ACTIVITIES OF THE TEXTILE ENTERPRISES AND THE EFFICIENCY OF THEIR APPLICATION**

*Н.Н. ПОЛЗУНОВА*

*N.N. POLZUNOVA*

**(Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)**

**(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)**

E-mail: natalya.polzunowa@yandex.ru

*В работе рассмотрены вопросы цифровой трансформации организаций, в том числе предприятий текстильной промышленности. Сделан вывод о том, что осуществить цифровую трансформацию могут только компании, достигшие определенного уровня цифровой зрелости. Также определено, что целью цифровой трансформации является создание интеллектуальных производственных систем.*

*The paper considers the issues of digital transformation of organizations, including textile enterprises. It is concluded that only such companies that have reached a certain level of digital maturity can carry out digital transformation. It is also determined that the purpose of digital transformation is the creation of intelligent production systems.*

**Ключевые слова:** цифровые технологии, цифровые решения, цифровая зрелость, цифровая трансформация, предприятия текстильной промышленности.

**Keywords: digital technologies, digital solutions, digital maturity, digital transformation, textile industry enterprises.**

Конкурентоспособность предприятий текстильной промышленности в условиях 4 промышленной революции определяется уровнем их цифровизации. В Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года" определены национальные цели развития на период до 2024 г., среди которых ускорение технологического развития Российской Федерации, обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере. Также поставлена задача преобразования приоритетных отраслей экономики посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений. Именно цифровизация относится к одной из мега-тенденций в мировой экономике в целом и в промышленности в частности.

Цифровизация предполагает масштабное использование цифровых технологий. Согласно методическим рекомендациям Минцифры России цифровые технологии – это совокупность методов и инструментов, которые относятся к группам: "большие данные и продвинутая аналитика, искусственный интеллект (включая машинное обучение), технологии дополненной и виртуальной реальности, робототехника, беспилотные транспортные средства и дроны, новые производственные технологии (включая аддитивное производство), технологии цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и/или услуг, технологии беспроводной связи, спутниковые технологии связи, промышленная беспроводная связь), квантовые технологии (вычисления, коммуникации, сенсоры и метрология), интернет-вещей, облачные технологии (вычисления, хранение данных), мобильные технологии (с использованием мобильных устройств) и социальные сети" [6].

Цифровизация сопровождается процессом цифровой трансформации, которая описывает переход от традиционного создания и предоставления потребительской

ценности к массовому внедрению и использованию цифровых технологий, направленных на улучшение или замену традиционных продуктов и услуг цифровыми [10]. Так как цифровая трансформация является новым явлением, то, как отмечается в отчете Джеральда К. Кейна с соавторами, ни одна компания еще не достигла конечного состояния [8]. Таким образом цифровая трансформация предполагает преобразование продуктов / услуг, бизнес-процессов или бизнес-моделей предприятий текстильной промышленности с целью роста своей конкурентоспособности и достижения своих стратегических целей.

#### *Методы*

В ходе данного исследования использовались классические методы теоретического познания. Большая часть представленной работы основана на аргументативно-дедуктивном исследовательском подходе.

#### *Результаты и обсуждение*

Используя цифровые технологии, предприятия текстильной промышленности оптимизируют существующие процессы за счет более эффективного их выполнения. Эффект может выражаться в экономии времени или более рациональном использовании задействованных ресурсов. Таким образом, цифровые технологии являются инструментом цифровой трансформации и выступают основой цифровых решений. Таким образом, выделена определенная иерархия понятий (рис. 1 – взаимосвязь категорий).



Рис. 1

В Великобритании 51% предприятий малого и среднего бизнеса считают использование цифровых технологий необходи-

мым условием обеспечения своей конкурентоспособности в будущем, а 40% – своим главным приоритетом [9].

Осуществить цифровую трансформацию могут только компании, достигшие определенного уровня цифровой зрелости. Категорию "Цифровая зрелость организации" трактуют по-разному. Одни авторы понимают под ней "реакцию организации на изменения в цифровой среде" [2], другие – процесс "интеграции и имплементации ресурсов и процессов организации в цифровые процессы" [2] или "перманентного состояния оптимизации производственно-экономической системы для цифровых решений" [1], третьи – "результат использования цифровизации в разработке стратегий, бизнес-моделей, взаимодействия с партнерами" [3] и других бизнес-функций организации.

Мы же придерживаемся подхода к трактовке понятия "цифровая зрелость", используемого ТПП РФ, понимая под ней "состояние, характеризующее не только уровень внедрения цифровых технологий и их влияние на бизнес-модель организации, но и степень готовности организации к цифровой трансформации ее деятельности" [7].

Анализ библиографических источников и деятельности компаний в сфере цифровизации позволил выявить проблемы обеспечения состояния цифровой зрелости. Ключевыми из них являются: отсутствие четкой цифровой стратегии, слишком много приоритетов, что ведет к невозможности концентрации на ключевых направлениях, несоответствие организационной структуры требованиям и состоянию внешней среды; неспособность к концептуализации влияния цифровых технологий на бизнес; отсутствие понимания со стороны руководства, низкий уровень цифровой компетентности персонала, низкий уровень цифровой культуры, неэффективная внутренняя коммуникационная политика, отсутствие притяжения риска.

Активность и результативность внедрения и использования цифровых технологий в производственно-экономической и социальной деятельности организации, в том числе предприятий текстильной промыш-

ленности, позволяет поделить компании на группы: компании, находящиеся на начальном уровне цифровой зрелости (цифровые аутсайдеры), компании, достигшие среднего уровня цифровой зрелости (цифровые середняки), компании, достигшие высокого уровня цифровой зрелости (цифровые лидеры). Компании, относящиеся к категории цифровых аутсайдеров, цифровые технологии используют для решения отдельных бизнес-задач. Причем задействуют, как правило, отдельные цифровые технологии вследствие неготовности к комплексному их применению. Компании – цифровые лидеры используют цифровые технологии для преобразования своей бизнес-модели.

Особенности цифровой трансформации и цифровой зрелости [8]:

наличие цифровой стратегии определяет способность к цифровой трансформации, цифровая стратегия в сочетании с культурой и лидерством стимулируют цифровую трансформацию, принятие рисков становится культурной нормой, сотрудники разных возрастных групп стремятся работать в компаниях с высоким уровнем цифровой зрелости, руководители компаний не обязаны свободно владеть цифровыми технологиями, но обязаны уметь четко определить ценность цифровых технологий и вписать их в будущую бизнес-модель организации, культура стимулирует сотрудничество и творчество.

Конечной целью цифровой трансформации в любом производстве, в том числе текстильном производстве, является создание интеллектуальных производственных систем. Интеллектуальное производство относится к производственным системам нового поколения, которые строятся на качественно новом технологическом базисе, включающем кибер-физические системы, интернет-вещей, облачные вычисления. Именно создание и функционирование интеллектуальных производственных систем позволяет достичь целевых показателей и выполнить поставленные задачи в Национальных Проектах "Цифровая экономика" и "Производительность труда", а также реализовать сценарий развития, представленный в "Прогнозе долгосрочного социально-

экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года" по созданию конкурентоспособных экономических систем, якорным источником экономического роста которых выступают цифровые технологии. Создание интеллектуальных производств является результатом реализации концепции Индустрия 4.0 [5]. В то же время интеллектуальное производство может рассматриваться как вид экосистемы, построенной на инновационном подходе с использованием "отечественного программного и аппаратного обеспечения" [4].

Интеллектуальное производство обеспечивает лучшее качество, более высокую производительность, значительное сокращение циклов вывода новой продукции на рынок, а также обладает высокой адаптивностью, технологической и продуктовой гибкостью, устойчивостью.

Интеллектуализация производства предполагает полноценное и масштабное использование цифровых двойников реальных объектов (продуктов) и цифровых двойников процессов.

## ВЫВОДЫ

Сила цифровых технологий, независимо от их вида, заключается не в самих технологиях, а в том, что предприятия текстильной промышленности внедряют их, и тем самым преобразовывают свою бизнес-модель. Интеллектуальное производство, являющееся итогом цифровой трансформации, требует разработки и осмысления бизнес-моделей компаниями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексашина Т.В., Смагина В.И., Смагина В.В.* Современные исследования в области цифровой зрелости кадровых бизнес-процессов в поддержку корпоративной цифровой трансформации // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2020. Т. 224. № 4. С. 86...102.
2. *Асланова И.В., Куличкина А.И.* Исследование и оценка цифровой зрелости организации/ Кластеризация цифровой экономики: теория и практика / Под ред. А.В. Бабкина. – Санкт-Петербург. СПбГЭУ, 2020. С. 602...626.
3. *Кузин Д.В.* Проблемы цифровой зрелости в современном бизнесе// Мир новой экономики. – 2019. Т. 13. № 3. С. 89...99.

4. *Ларионов В.Г., Шереметьева Е.Н., Балановская А.В.* Векторы цифровой трансформации текстильной промышленности// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, № 2. С.12...20.

5. *Ловкова Е.С., Кашицына Т.Н., Филимонова Н.М.* Потенциал текстильной промышленности для перехода и развития на Индустрию 4.0// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, № 2. С. 5...11.

6. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием// Режим доступа: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/metodicheskie-rekomendatsii-po-tsifrovoy-transformatsii-gk.pdf> Дата обращения 18.11.2021

7. Методология по оценке уровня цифровой зрелости предприятия Алтайского края// Режим доступа <https://it-altpp.ru/upload/files/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf>

8. *Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N., Kiron D., Buckley N.* Strategy, not technology, drives digital transformation // MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press. – 2015 Jul 14;14(1-25).

9. *Papadopoulos T., Baltas K. N., Balta M. E.* The use of digital technologies by small and medium enterprises during COVID-19: Implications for theory and practice //International Journal of Information Management. – 2020. V. 55. P. 102192.

10. *Sandkuhl Kurt, and Holger Lehmann.* Digital transformation in higher education–The role of enterprise architectures and portals. – 2017, 49...60.

## REFERENCES

1. *Aleksashina T.V., Smagina V.I., Smagina V.V.* Modern research in the field of digital maturity of HR business processes in support of corporate digital transformation// Scientific works of the Free Economic Society of Russia. – 2020. Vol. 224. No. 4. P. 86...102.
2. *Aslanova I.V., Kulichkina A.I.* Research and evaluation of digital maturity of an organization/ Clustering of digital economy: theory and practice / Edited by A.V. Babkin. - St. Petersburg. SPbGEU, 2020. P. 602...626.
3. *Kuzin D.V.* Problems of digital maturity in modern business/ The world of the new economy. – 2019. Vol. 13. No. 3. P. 89...99.
4. *Larionov V.G., Sheremetyeva E.N., Balanovskaya A.V.* Vectors of the digital transformation of the Textile Industry// Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022. № 2 (398). P. 12...20.
5. *Lovkova E.S., Kashitsina T.N., Filimonova N.M.* The Potential of the textile Industry for Transition and Development to Industry 4:0 // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022. № 2 (398). P. 5...11.
6. Methodological recommendations on the digital transformation of state corporations and companies with state participation// Access mode: <https://digital.gov.ru/>

uploaded/files/metodicheskie-rekomendatsii-po-tsifrovoy-transformatsii-gk.pdf Accessed 18.11.2021

7. Methodology for assessing the level of digital maturity of the Altai Territory enterprise // Access mode <https://it-alttpp.ru/upload/files/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf>

8. Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N., Kiron D., Buckley N. Strategy, not technology, drives digital transformation. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press. – 2015 Jul 14;14(1-25).

9. Papadopoulos T., Baltas K. N., Balta M. E. The use of digital technologies by small and medium enterprises during COVID-19: Implications for theory and practice // International Journal of Information Management. – 2020. V. 55. P. 102192.

10. Sandkuhl Kurt, and Holger Lehmann. Digital transformation in higher education—The role of enterprise architectures and portals. – 2017, 49...60.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 11.01.23.

УДК 677:336.5

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_44

## **ВЛИЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНОВ В ТЕКУЩИХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

### **THE IMPACT OF STATE SUPPORT ON THE SUSTAINABILITY OF THE TEXTILE INDUSTRY OF THE REGIONS IN THE CURRENT MACROECONOMIC CONDITIONS**

*М. С. ОБОРИН*

*M. S. OBORIN*

(Пермский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермский государственный аграрно-технологический университет им. ак. Д.Н. Прянишникова)

(Perm Institute (Branch) of the Plekhanov Russian University of Economics, Perm State National Research University, Perm State Agrarian and Technological University named after ak. D.N. Pryanishnikov)

E-mail: matvey\_uk@rambler.ru

*Ситуационные макроэкономические условия свидетельствуют о том, что государственная поддержка является основой стабильности экономики и сохранения ее ключевых параметров в текущей и длительной перспективе. Текстильная и легкая промышленность оказывают влияние на региональные потребительские рынки, стимулируют спрос на сырье и материалы сопутствующих видов деятельности, обеспечивая тем самым комплексный адаптационный эффект для бизнеса. Необходимость реализации различных форм поддержки предприятий текстильной промышленности обусловлена значимостью насыщения рынков востребованными товарами и сохранением их доступностью для потребителей. Большое значение приобретают различные формы развития международного сотрудничества и формирования новых торгово-экономических отношений в условиях геополитических ограничений. В статье предложен организационно-экономический механизм поддержки профильных предприятий на основе государственной поддержки.*



*Situational macroeconomic conditions indicate that state support is the basis for the stability of the economy and the preservation of its key parameters in the current and long term. Textile and light industry have an impact on regional consumer markets, stimulate demand for raw materials and materials of related activities, thereby providing a comprehensive adaptive effect for business. The need to implement various forms of support for textile industry enterprises is due to the importance of saturating the markets with demanded goods and maintaining their availability to consumers. Various forms of development of international cooperation and the formation of new trade and economic relations in the context of geopolitical constraints are of great importance. The article proposes an organizational and economic mechanism for supporting specialized enterprises on the basis of state support.*

**Ключевые слова:** текстильная промышленность, механизм развития, государственная поддержка, геополитические ограничения, конкурентоспособность.

**Keywords:** textile industry, development mechanism, state support, geopolitical constraints, competitiveness.

### *Введение*

Развитие российской промышленности было неравномерным в зависимости от макроэкономических условий, потребностей отраслей и населения. В научных работах отмечено, что ключевыми факторами развития текстильной промышленности России в 50-60-е годы двадцатого века стали внедрение инновационного оборудования, переход на отечественное сырье и компетентные кадры. Объемы производства при этом составляли максимум, выпуск ткани достигал 2053 млн.м<sup>3</sup>, вклад отрасли в ВВП – 25% [9]. К 1990 году объемы производства выросли более чем в два раза, но геополитические условия существенно повлияли на ключевые показатели отрасли. К 2000 году спад составил практически 24%, что отразилось на вкладе в ВВП страны в 1%. Самое значительное влияние оказало сокращение государственного финансирования и изменение его приоритетов в пользу других видов промышленности. Положительный период в восстановлении отмечен в период 2000-2014 гг., когда благоприятный инвестиционный климат и высокая ликвидность в экономике способствовали притоку финансирования, в том числе за счет внутренних источников крупных текстильных предприятий – 21 млрд. руб. – пик вложений, зафиксированный в 2014 году [9]. После преодоления кризис-

ных последствий к 2016 году в отрасли функционировало значительное количество предприятий малого и среднего бизнеса по сравнению с 2015 годом, что соответствовало общим макроэкономическим тенденциям: 15,4 тыс. и 12,9 тыс. предприятий соответственно [9]. Ключевыми факторами роста стали консолидация и интеграция крупного бизнеса с малыми производителями, адаптация инноваций и технологий малыми предприятиями на основе различных форм сотрудничества.

Стратегией развития отрасли до 2025 года предусмотрено снижение зависимости от зарубежных поставок при одновременном увеличении объемов производства для внутренних и внешних рынков, регулирования цен. Обеспечение данных результатов зависит от нескольких условий.

*Первое.* Устойчивое финансирование государства и адекватные меры денежно-кредитной политики, направленной на импортозамещение в сфере текстильной промышленности и достижения устойчивых конкурентных преимуществ. Одним из инструментов государственной поддержки является инвестирование в профильные нефинансовые активы и формирование системы льготного субсидирования, которые в совокупности с регулированием процентных ставок могут оказать положительный стратегический эффект [15].

*Второе.* На текущем макроэкономическом этапе целесообразно применение проектно-кластерного подхода, который позволит консолидировать государственное финансирование для развития текстильного производства в регионах России. Высокий уровень затрат и сложность производства усиливают акцент на внутреннем потреблении на счет стимулирования продуктовых инноваций, в частности, разработке новых видов материалов и тканей, востребованных различными профессиями.

*Третье.* Развитие предприятий текстильной промышленности в сложной макроэкономической ситуации обеспечивается также эффективностью экономико-организационных механизмов управления, компетенцией и профессионализмом сотрудников, уровнем развития маркетинга. Ученые, работы которых посвящены изучению различных процессов экономики, по-разному трактуют понятие управления [6...8]:

- процесс целенаправленного влияния на некую систему для сохранения ее стабильности либо дальнейшего эффективного развития исходя из ее объективных характеристик;

- структурный элемент, в котором протекает организация и исполнение законов экономики и социума, формируются экономические и организационные отношения, отраслевые направления развития в локальном и региональном смысле, формы и методы функционирования предприятий;

- процесс целенаправленного воздействия руководителей или других комитетов, осуществляющих управленческое воздействие на структурное объединение с целью реализации поставленных целей;

- структура по обеспечению поддержки субъекта управления в равновесном состоянии или трансформации ее внутренней деятельности на новый уровень развития согласно поставленным целям и задачам.

В развитии торгово-экономических отношений механизмы развиваются по направлениям, связанным между собой, которые влияют на ключевые бизнес-процессы и результаты организации (рис. 1 – основные направления воздействия органи-

зационных механизмов (разработано автором)).

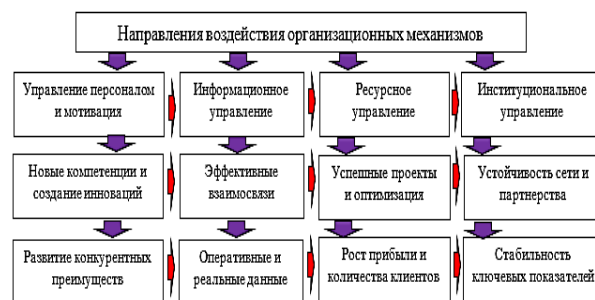


Рис. 1

Управление персоналом и мотивация подразумевают распределение функциональных обязанностей внутри коллектива организации или предприятия, повышение квалификации исполнителей и управленцев, приобретение инновационных, цифровых компетенций, которые являются универсальными, системное повышение уровня профессиональной подготовки.

Задачи информационного управления включают сбор, классификацию и анализ информации о ситуации на рынке, управление информационными системами, а также эффективный обмен данными внутри организации, что обеспечивает оперативность их получения и принятие гибких управленческих решений.

Ресурсное управление связано с оптимальным распределением ресурсов между проектами, производственными линиями и т.д., что обеспечивает высокий результат текущей деятельности.

В задачи направления институционального менеджмента входит формирование системы норм и организации их исполнения.

Анализ специфики деятельности отраслевых предприятий подчеркивает необходимость использования следующего методологического подхода в рамках формирования фаз торгово-экономической деятельности [2], [3]:

- целевые назначения;
- решение проблемы в зависимости от цели;
- рыночный маркетинг;

- процесс разработки целевой программы деятельности компании на внешнем рынке;

- комплекс экономических, правовых и административно-управленческих мер со стороны государственных структур, направленных на создание благоприятных условий для деятельности субъектов внешнеэкономической деятельности (рис. 2 – модель государственной поддержки и саморегулирования текстильной отрасли (разработано автором на основе [10],[13],[14])).

В представленной модели все элементы тесно взаимосвязаны друг с другом, и, когда нарушается и дестабилизируется одно звено, происходит процесс сбоя всех остальных звеньев структуры. Важную роль в системе управления торговой деятельностью играет использование элементов экономического механизма, с помощью которых обеспечивается прогрессивное развитие производства, ключевая цель которых – рост конкурентоспособности предприятий отрасли.



Рис. 2

Также следует отметить ряд проблем развития внешнеторговых связей с учетом стратегических ориентиров отраслевого планирования и усиления роли государства в регулировании текстильной промышленности [5]:

- актуализацию нормативного и институционального регулирования торгово-экономического сотрудничества;

- проектное финансирование развития производственной деятельности через кредитную льготную поддержку и налоговые льготы;

- формирование оптимальной среды для конкурентной борьбы за рынки и потребителей, реализуемой законными и честными методами;

- разработку эффективных мер по снижению вложения средств отрасли в иностранные активы.

К тому же развитию предприятий текстильно-швейной отрасли в связи с улучшением внешнеторговых связей будет способствовать [1], [12]:

- выход на новые рынки сбыта с учетом потребительских ожиданий, в том числе внутри страны;

- внедрение цифровых и технологических инноваций, оптимизирующих производство;

- оптимизация системы государственного регулирования и стимулирования развития профильных предприятий в субъектах страны;

- формирование эффективных транспортно-логистических систем и механизмов регулирования цен;

- развитие эффективных инструментов государственного контроля, в том числе на проектно-целевой основе.

В современных условиях развития предпринимательской и производственной деятельности с учетом влияния экономических санкций ключевые цели государства в рамках развития текстильной отрасли включают:

- формирование оптимальных условий, благоприятствующих процессу совершенствования производства и вовлечения в данный процесс субъектов деятельности;

- совершенствование внешнеторговых связей, направленных на масштабное замещение импорта товарами, произведенными внутри страны;

- создание действенных экономических инструментов в рамках развития инновационных процессов на производстве.

Основываясь на анализе макроэкономических показателей и индикаторов текстиль-

ной промышленности, возможны следующие варианты развития отрасли (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

<p>Ситуация 1 – Рецессия Низкий уровень формирования и реализации инициатив по созданию кластеров текстильной промышленности при сохранении текущей макроэкономической ситуации и несистематической реализации отдельных программных мер государства повлечет сохранение показателей отрасли и их незначительные изменения на уровне до 2014 года</p>	<p>Ситуация 2 – Медленное восстановление Создание кластеров при умеренной государственной поддержке будет способствовать медленному восстановлению производственных и рыночных показателей текстильной промышленности, что при отсутствии глобальных кризисов позволит восстановить уровень 2016-2017 гг. к 2026-2027 гг.</p>
<p>Ситуация 3 – Стабильный рост Системная финансовая поддержка государства обеспечивает текущие затраты и компенсирует кадровое развитие, что сохраняет стабильность субъектов бизнеса текстильной промышленности, создает фундамент устойчивости производства и частично финансирует реализацию стратегических целей, что соответствует умеренно оптимистичному сценарию отрасли и выход к 2025 году на новые пики производства и импортозамещения</p>	<p>Ситуация 4 – Инновационный рост Стабильный контроль и финансирование отрасли по проектно-целевому принципу, приоритет кластерным образованиям и инновационной продукции возможны с учетом приоритетов экономической безопасности, конкурентной национальной экономики и прорывных инноваций на базе отечественных технологий. В этом случае в период 2025-2030 гг. отрасль может достичь показателя импортозамещения в 5...4%, нарастить присутствие крупных компаний на международных рынках</p>

П р и м е ч а н и е. Разработано автором.

Меры государственного регулирования должны быть направлены на защиту отечественного рынка и производителей, в том числе [4]:

- стимулирование межотраслевой интеграции на кластерной и сетевой основе;
- формирование инновационной платформы для обеспечения прорывного роста ключевых показателей деятельности за счет таких мер государственной поддержки, как льготного кредитования, субсидирования некоторых постоянных расходов;
- административная поддержка выхода на новые рынки сбыта и развития сотрудничества.

Внутренние ресурсы предприятий текстильной промышленности должны быть направлены на оптимизацию следующих процессов [11]:

- усиление процесса сбора, классификации и анализа информации о ситуации на рынке: ценах, конкурентах и пользователях;
- регулирование интенсивности реализации предприятиями инновационной деятельности;
- развитие потенциала внешнеторговых экономических связей;

- развитие международного сотрудничества и структур интеграционного типа;
- повышение профессионализма и развитие компетенций человеческих ресурсов на предприятиях.

Гибкость механизма обеспечивается эффективной координацией решений на различных уровнях управления и оперативностью поступающей информации. Внутренние механизмы регулирования должны иметь следующие характеристики: гибкость и управляемость с целью адаптации предприятий текстильной промышленности к новым экономическим условиям для эффективного развития и повышения уровня конкурентоспособности.

## В Ы В О Д Ы

Таким образом, можно выделить наиболее значимые направления государственной поддержки текстильной отрасли, которые включают:

- целенаправленный контроль экономически целесообразных цен на энергетические ресурсы;
- предоставление *кредитов* с процентной ставкой ниже рыночной;

- оптимизация налоговой базы, включая снижение НДС, введение предоставления налоговых преимуществ предприятиям, чья деятельность направлена на совершенствование и модернизацию производства;
- *расширение программы субсидирования НИОКР и инновационных технологий.*

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Айдарбеков М. А., Сальпиева Т. Ш.* Современное состояние экспорта и импорта продукции легкой промышленности в Киргизской Республике // Бюллетень науки и практики. – 2021. Т. 7. №4. С.320...326.
2. *Ахмедзянов Р.Р., Мигел А.А., Воробьева Е.Д.* Состояние и направления развития системы экспортного контроля в России // Вестник Академии знаний. – 2020, №6 (41). С. 36...38.
3. *Гомон И.В., Петрушина О.М., Непарко М.В.* Иностранные инвестиции как инструмент регулирования внешнеторговой деятельности // Экономика и предпринимательство. – 2016, №11-3 (76). С.312...317.
4. *Димитриади Н.А., Воронкова О.Н.* Методологическое обоснование стратегии развития компаний текстильной и швейной отрасли России в международной среде // Финансовые исследования. – 2019, №3. С. 143...149.
5. *Дорофеева. А. М.* Текстильная и легкая промышленность как сферы государственного регулирования // Будущее науки. – 2020. С. 402...405.
6. *Ибрагимова Р.С.* Проблемы долгосрочного роста текстильной и швейной промышленности России // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2019. Т. 14. № 4. С. 617...636.
7. *Ибрагимова Р.С., Головкин Д.С.* Оценка экономического потенциала текстильной и швейной промышленности на основе концепции Foresight // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. – 2018, № 4 (56). С. 128...140.
8. *Марденова Л. М.* Экономические аспекты развития легкой промышленности Киргизской Республики // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. – 2019, №4. С. 21...23.
9. *Нежنيкова Е.В., Глюзницкий К.К.* Ретроспективный анализ становления и развития текстильной промышленности России и тенденции развития предприятий отрасли // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С. 13...19.
10. *Нидзий Е.Н., Чугумбаев Р.Р.* Аналитическое обоснование стратегии инновационных изменений предприятий легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С. 43...49.
11. *Орлов Е.В., Круглова А.А.* Определение приоритетных направлений развития Костромской области на основании анализа ее географических, исторических и экономических особенностей // Изв.

вузов. Серия: Экономика, финансы и управление производством. – 2020. № 3 (45). С. 34...41

12. *Петрушина О.М., Гольшиева Н.В.* Внешнеторговая деятельность Российской Федерации: современные тенденции и перспективы развития // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019, №4-1. С. 158...162.

13. *Пучков Е.М., Галкин А.В.* Пути возрождения льняного комплекса России // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019, №1.

14. *Хайдаров И.Н., Исмаилов Р.И., Хасанов О.Х.* Исследование ИК-спектральных анализов тебунбулакского и модифицированного вермикулита для получения суспензионного антипирена // Univer-sum: Технические науки. – М., 2020. № 11(80). Ч. 4. С. 52...57.

15. *Яськова Н.Ю., Лукманова И.Г.* О влиянии денежно-кредитной политики на развитие промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С. 55...61.

#### REFERENCES

1. *Aidarbekov M. A., Salpieva T. S.* The current state of export and import of light industry products in the Kyrgyz Republic // Byulleten' nauki i praktiki. – 2021. Vol. 7. No. 4. pp. 320...326.
2. *Akhmedzyanov R.R., Miguel A.A., Vorobyeva E.D.* The state and directions of development of the export control system in Russia // BVestnik Akademii znaniy. – 2020. No.6 (41). pp. 36...38.
3. *Gomon I.V., Petrushina O.M., Neparko M.V.* Foreign investments as a tool for regulating foreign trade activity // Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2016. No.11-3 (76). pp. 312...317.
4. *Dimitriadi N.A., Voronkova O.N.* Methodological substantiation of the development strategy of companies in the textile and clothing industry of Russia in the international environment // Finansovye issledovaniya. – 2019. No. 3. pp. 143...149.
5. *Dorofeeva. A.M.* Textile and light industry as spheres of state regulation // Budushchee nauki. – 2020. pp. 402...405.
6. *Ibragimova R.S.* Problems of long-term growth of the textile and clothing industry of Russia // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika. – 2019. Vol. 14. No. 4. pp. 617...636.
7. *Ibragimova R.S., Golovkin D.S.* Assessment of the economic potential of the textile and clothing industry based on the Foresight concept // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2018. No 4 (56). Pp. 128...140.
8. *Mardanova L. M.* Economic aspects of the development of light industry of the Kyrgyz Republic // Aktual'nye problemy social'no-gumanitarnogo i nauchnotekhnicheskogo znaniya. – 2019. No. 4. pp. 21...23.
9. *Nezhnikova E.V., Glyuzitsky K.K.* Retrospective analysis of the formation and development of the textile industry in Russia and trends in the development of enterprises in the industry // Izvestiya Vysshikh

Uchebnykh Zavedenii. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.–2020. No 1. pp. 13...19.

10. *Nidziy E.N., Chugumbaev R.R.* Analytical substantiation of the strategy of innovative changes of light industry enterprises // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2020. No 1. pp. 43...49.

11. *Orlov E.V., Kruglova A.A.* Determination of priority directions of development of the Kostroma region based on the analysis of its geographical, historical and economic features // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Seriya: Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom.* – 2020. No. 3 (45). pp. 34...41.

12. *Petrushina O.M., Golysheva N.V.* Foreign trade activity of the Russian Federation: current trends and development prospects // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika.* – 2019. No. 4-1. pp. 158...162.

13. *Puchkov E.M., Galkin A.V.* Ways of revival of the flax complex of Russia // *Izvestiya Velikolukskoj*

*gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* – 2019. №1.

14. *Khaydarov I.N., Ismailov R.I., Khasanov O.H.* Investigation of IR spectral analyses of tebunbulak and modified vermiculite, for obtaining a suspension flame retardant // *Universum: Tekhnicheskie nauki.* – Moskva. 2020. No. 11(80) part 4. pp. 52...57.

15. *Yaskova N.Yu., Lukmanova I.G.* On the impact of monetary policy on the development of industry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2020. No 1. pp.55...61.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 13.01.23.

УДК338.488

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_50

**ПРОДВИЖЕНИЕ ТУРИСТСКОГО ПРОДУКТА,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ,  
ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ**

**PROMOTION OF A TOURIST PRODUCT  
CREATED ON THE BASIS OF TEXTILE ENTERPRISES  
BY USING INTERNET TECHNOLOGIES**

*Г.Н. ЛАВРОВА, Р.Н. ПРИВЕЗЕНЦЕВ*

*G.N. LAVROVA, R.N. PREVESENZEV*

(Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)

E-mail: glavrova54@gmail.com

*В статье представлены исследования о возможностях продвижения туристского продукта посредством социальных сетей, определен размер экономической выгоды такого рода продвижения экскурсионной услуги. Приведена статистика интернет-продаж, перечислены маркетинговые цели этих продаж. Также определены особенности туристского продукта, созданного на текстильной фабрике, которые выгодно отличаются по продажным параметрам от других сезонных туров.*

*Методом исследования назван анализ метрики сайтов и СММ-переходов в соцсетях, благодаря которому выявлены тенденции успешности продвижения турпродукта, а анализ послепродажного обслуживания показал, что целевая аудитория (то есть турист и потенциальный турист) при профессиональной маркетинговой деятельности компании готовы к повторным покупкам.*

*The article presents research on the possibilities of promoting a tourist product through social networks, the size of the economic benefits of this kind of promotion of an excursion service is determined. The statistics of Internet sales are given, the marketing goals of these sales are listed. The peculiarities of the tourist product created at the textile factory, which differ favorably in terms of sales parameters from other seasonal tours, are also identified.*

*The method of research is called the analysis of the metrics of websites and SMM transitions in social networks, thanks to which the successful trends of promotion of tourist product promotion are revealed, and the analysis of after-sales service showed that the target audience (that is, a tourist and a potential tourist) with professional marketing activities of the company are ready for repeat purchases.*

**Ключевые слова:** интернет-технологии, социальные сети, туристская услуга, таргетинговая реклама, метрика сайта, СММ-переходы.

**Keywords:** internet technologies, social networks, travel services, targeted advertising, Site metrics, SMM transitions.

Ранее, в статье [1], мы подробно обосновали возможность изменить ситуацию на предприятиях текстильной промышленности в сторону возрождения их через пробуждение интереса туристов к посещению оных.

Однако данное предложение требует дополнения в виде продвижения его на туристский рынок. Самым малозатратным и действенным способом, на наш взгляд, может быть продвижение данной услуги через интернет, а конкретнее – через социальные сети.

Продвижение товаров и услуг в интернете в последнее время набирает большие обороты. Дороговизна традиционных методов рекламы ведет к ее убыточности в связи с невысоким эффектом отдачи. Многие отмечают тенденцию увеличения продвижения товаров и услуг через интернет, и уже доказано, что это приносит больший эффект, чем обычная реклама.

Социальные сети, как маркетинговый инструмент процесса продвижения, имеют огромное преимущество перед другими механизмами продвижения, потому что позволяют охватить огромный объем целевой аудитории.

Всем уже понятно, что:

- социальная сеть становится главной рекламной площадкой для любой целевой аудитории;

- работа продолжается и для будущего, то есть возможность привлекать клиентов,

которые готовы пользоваться услугой в будущем.

Целевая аудитория через социальные сети сама выходит на те площадки, где продвигается продукт именно для нее, взаимодействует с поставщиком, при этом отсеивается вся аудитория, которая не заинтересована в данном продукте [2].

"Всемирной паутиной" пользуются все страты населения Российской Федерации. Число заказов товаров и услуг в интернете в целом и в соцсетях в частности растет с каждым днем.

Оборот закупок в интернет-магазинах в 2020 году вырос в полтора раза, из них около 42 процентов – покупки через социальные сети.

Чтобы эффективно продвигать ресурс в социальной сети и увеличивать коммерческую выгоду, устанавливаются конкретные цели:

- побудить у покупателя желание купить товар сразу при просмотре рекламы;
- получение потенциальных клиентов;
- создание сообществ, через которые довольные клиенты транслируют выгоды от покупки, этим самым расширяя охват целевой аудитории.

Наиболее активно сейчас осваивает рынков интернет-технологий индустрия туризма.

Реальности пандемии буквально заставили туристские предприятия выйти в ин-

тернет-пространство. Улучшаются сайты компаний, они становятся не только информативными, но и в полном смысле этого слова "продающими", проводятся интернет-выставки.

Коммуникационные маркетинговые стратегии все больше пользуются различными интернет-каналами.

Специфика продвижения туристских товаров и услуг характеризуется общими чертами обслуживания, а также потребительскими и производственными особенностями. Туристские услуги имеют шесть особенностей.

1. Туристская услуга непригодна для хранения.

2. Качество туристской услуги оценивается только после ее покупки и потребления.

3. Для туристской услуги характерна сезонность продаж и потребления, что заставляет компании в межсезонье применять усиленные меры по сбыту услуг.

4. Невозможность перенесения потребления услуги в другое место.

5. Расхождение времени продажи и потребления заставляет туристские компании рекламировать не столько саму услугу, сколько выгоду от ее потребления.

6. И наконец, необходимость клиента ехать за услугой, в то время как другие товары и услуги максимально сейчас "едут" к потребителю.

В нашем случае при организации различного рода экскурсий (описанных в статье [1]) на текстильное предприятие, как действующее, так и представляющее собой площадку для экстремального туризма, эти особенности смотрятся более выигрышно:

- в первую очередь, такая услуга-экскурсия на прядильно-ткацкую фабрику может быть сохранена и всесезонна;

- кроме того, мы выявили возможность вторичных продаж с первоначальной продажей виртуальной версии, то есть клиенту не надо было тратиться на дорогу, отель, и т.д., он "не ехал к услуге".

Тем не менее, вышеперечисленные особенности туристской услуги требуют большей наглядности, что и возможно осуществить с помощью различных мессенджеров.

Клиенты, пожелавшие посетить прядильно-ткацкую фабрику, в меньшей мере будут обеспокоены качеством продукта, так как представление об услуге можно получить избыточное. Исходя из этого, интерактивная экскурсия имеет всесезонный характер, что позволит отследить экономическую эффективность продвижения в социальных сетях.

Именно туристский бизнес одним из первых освоил процесс продвижения своих услуг посредством социальных сетей.

Современный интернет-маркетинг буквально заставляет туристские предприятия регистрировать профили в социальных сетях. [3].

Маркетинг в социальных сетях включает в себя огромное количество способов работы. Некоторые из этих методов – создание сообществ, работа с блогерами, персональный брендинг и нестандартное продвижение SMO.

В социальной сети можно разместить различные рекламные объявления, а также ссылки на сайт или на сторонние ресурсы.

Сообщества повышают уровень доверия к компании, потому что в них могут общаться как постоянные клиенты, так и потенциальный потребитель, как частные лица, благодаря чему есть уверенность в надежности предоставляемых услуг.

Однако турфирме не всегда удастся достичь большого эффекта продвижением сайта или группы, поэтому необходимо привлекать к этой деятельности профессионалов. [4].

На разных стадиях жизненного цикла организации туроператор вынужден сделать выбор: будет ли он самостоятельно работать в социальных сетях или обратится к профессиональным агентствам.

В первом случае ему придется содержать или обучить специалиста, потому что те, кто заточен на подбор туров, не годятся для копирайтерской или таргетинговой деятельности.

Предположим, у вас получилось набрать команду профессиональных кадров: программист, оптимизатор SEO, дизайнер, специалист по рекламе в социальных сетях, контент-менеджер [5].



Возможно, только очень крупная компания сможет позволить иметь таких специалистов на постоянной основе, поэтому большее количество туристских фирм заключают договоры со специализированными агентствами.

Неоспоримым преимуществом социальных сетей являются различные способы привлечения аудитории. Можно заказать таргетинговую рекламу, можно обратиться к тому или иному блогеру, а также размещать в популярном паблике. Все это дает возможность увеличивать трафики переходов в несколько тысяч раз.

Это подтверждает и статистика присутствия потребителей туристских услуг в сетях. Основная их масса сосредоточена ВКонтакте, и Инстаграмме. Не отстает по количеству потребителей туристских услуг и Фейсбук.

Обычная реклама – слегка поднадоела покупателю. Это признается всеми маркетологами. Исследования доказывают, что лучшими методами продаж являются скрытые влияния на клиента. И клиент не всегда понимает, что становится объектом манипулирования.

Примером может стать описание членом сообщества своей недавней поездки. На его странице размещены красивые фотографии и красноречивое описание – в том числе названия всех посещенных мест. Как правило, в этой переписке озвучивается вопрос о стоимости поездки и названии компании, которая ее предоставила.

Этот пример помогает понять, как оказывается скрытое воздействие на людей, действующее по двум правилам. Первое – заинтересовать и вызвать желание. Второе – деликатно посоветовать.

Такие "дружеские" рекомендации значительно повышают вероятность покупки по сравнению с традиционными рекламными методами.

Все эти рекомендации могут оплачиваться, но стоимость их значительно ниже, чем стоимость традиционной рекламы.

Приведем пример проводимых в течение пяти лет, начиная с 2018 года, исследований продаж турпродуктов такого рода (какими могут быть различные экскурсии

на прядильно-ткацкую фабрику) через различные социальные сети. Данные исследования были инициированы ООО ТК "На чемоданах.ру", через год в 2019 году к исследованиям присоединилось турагентство "ВИП-тур", а с 2020 года (в связи с начавшейся пандемией) мы также стали помогать в исследованиях частному "Музею ложки".

Первым шагом исследований было выявление наиболее приемлемых для нас сетей по двум параметрам: возможная целевая аудитория и экономическая эффективность.

Проведенные в течение первого года исследования показали, что основная целевая аудитория пользуется социальной сетью "ВКонтакте": молодые мамочки, путешествующие семьей с детьми, и люди среднего возраста, развивающие своих внуков разными интересными экскурсиями.

Расчет эффективности таргетинговой рекламы "ВКонтакте" способом оплаты за переходы показал, что компания может экономить около 100 тысяч рублей.

Вторым этапом исследований было проведение анализа метрик профилей страниц "ВКонтакте". В течение 2018-2019 гг. сформировалась следующая статистика: на профиль компаний совершают переходы 60% людей, увидевших рекламу.

Следующий год стал особенным в связи с пандемией, и компаниям, в том числе "Музею ложки" пришлось создавать виртуальные турпродукты, чтобы повышать осведомленность о себе у клиентов и постоянно поддерживать их интерес. В этот год количество переходов увеличилось до 82%.

Выдвинутая нами гипотеза о том, что клиенты, просмотревшие виртуальную экскурсию, не посетят ее лично, оказалась ложной.

Последние исследования показали, что в послепандемийный период около 48% людей, ознакомившихся с нашими виртуальными экскурсиями, посетили эти экскурсии "вживую". Для туризма такой процент составляет именно целевую аудиторию и может служить уверенностью в рентабельности турпродукта.

Таким образом, для предприятий текстильной промышленности появляется возможность не только формирования инновационного туристского продукта, но и продвижения его с наименьшими затратами и наибольшим эффектом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврова Г.Н., Лаврова Н.А., Фролова И.В. Инновационный взгляд на ткачество как на составляющую туристской инфраструктуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №5. С.232...235.
2. Журнал "ТурБизнес". Тема номера: Кому бояться онлайн? – 2017, № 11.
3. 8 главных тенденций в туризме в 2018 году: [Электронный ресурс]// Тонкости туризма. URL:https:// tonkosti.ru/ 8 главных тенденций в туризме в 2018 году (дата обращения: 05.11.2021)
4. Вайнерчук Гари. Информационный удар. Как сделать, чтобы в шумном медиамире услышали именно тебя. – СПб.: Питер, 2015.
5. Дементий Д. Как построить SMM-стратегию: пошаговый план продвижения в социальных сетях: [Электронный ресурс] URL:http://texterra.ru/blog/ (Дата обращения: 18.10.2021)

УДК 332

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_54

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИБКИХ ПОДХОДОВ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### APPLYING OF FLEXIBLE APPROACHES TO PROJECT MANAGEMENT IN THE TEXTILE INDUSTRY

*Е.С. ЛОВКОВА, Т.Н. КАШИЦЫНА, А.В. ГОНЧАРОВ, И.В. СОКОЛОВ*

*E.S. LOVKOVA, T.N. KASHITSINA, A.V. GONCHAROV, I.V. SOKOLOV*

(Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky)

E-mail: nikishinaes@yandex.ru; kashicina @yandex.ru; 9162316777@mail.ru; i.volokos@mail.ru

*Статья посвящена исследованию гибких подходов Agile, их месту в современном обществе. Рассмотрены основные виды гибких подходов управления проектами текстильной промышленности в рамках Agile. Определены преимущества и недостатки применения данных подходов в текстильной промышленности, способствующих адаптации и развитию организаций в современных условиях экономики. Рассмотрен вопрос, связанный с перспек-*

#### REFERENCES

1. Lavrova G.N., Lavrova N.A., Frolova I.V. An innovative view of weaving as a component of the tourist infrastructure // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. –2018, No. 5. P.232...235
2. The magazine "Tourist business". Topic of the issue: Who is afraid of online? – 2017, No. 11.
3. 8 main trends in tourism in 2018: [Electronic resource]// The subtleties of tourism. URL:https://tonkosti.ru/ 8 main trends in tourism in 2018 (accessed: 05.11.2021)
4. Vaynerchuk Gary. Information strike. How to make sure that you are heard in the noisy media world. – St. Petersburg: Peter, 2015.
5. Dementiy D. How to build an SMM strategy: a step-by-step plan for promotion in social networks: [Electronic resource] URL:http://texterra.ru/blog / (Accessed: 10/18/2021)

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 16.01.23.

*тивами дальнейшего развития текстильной промышленности, повышением эффективности в результате использования новых инструментов управления проектами отрасли в нестабильных экономических условиях.*

*The article is devoted to the study of Agile flexible approaches and their place in modern society. The main types of flexible approaches to project management in the textile industry in the framework of Agile are considered. The advantages and disadvantages of using these approaches in the textile industry, contributing to the adaptation and development of organizations in modern economic conditions, are determined. The issue related to the prospects for further development of the textile industry, increased efficiency as a result of the use of new project management tools in the industry in unstable economic conditions is considered.*

**Ключевые слова:** гибкий подход Agile, Scrum, Lean, Kanban, развитие.

**Keywords:** flexible approach Agile, Scrum, Lean, Kanban, development.

Современное управление проектами в текстильной промышленности представляет собой постоянно и динамично развивающуюся профессиональную дисциплину. Такое развитие обусловлено необходимостью обеспечить успешность проектов, программ и их портфелей в условиях постоянно повышающейся турбулентности и высокой скорости изменений окружающего мира<sup>1</sup>, вызывающих неопределенность условий выполнения проектов и требований к организации проектной деятельности в целом.

В последнее время управление проектами, в котором тесно переплетаются сложные управленческие, организационные и технические вопросы, обогатилось широким использованием различных формализованных гибких подходов и методов, чаще всего собирательно называемых Agile. Пришедшие в современное управление проектами из разработки программных приложений, эти гибкие подходы очень быстро приобрели большую популярность как за счет определенных реальных преимуществ, обеспечивающих успех в VUCA-мире, так и за счет явной внешней привлекательности и новизны, востребованной молодым поколением профессионалов.

Гибкие подходы позволяют действовать по ситуации. Данный вариант организации

работы дает возможность гибкости и позволяет устранять проблемы во время рабочего процесса. Разработки длительных планов, полных различных деталей, могут так и не закончиться: в процессе всегда возникают различные изменения, требуется вносить доработки, которые позволят плану подстроиться под перемены, и в тяжелых стратегиях это займет слишком долгое время. Настолько долгое, что план может просто перестать быть актуальным.

Преодоление кризисов, связанных с недостатком мыслей, идей, времени – это именно то, для чего необходимо использовать гибкие процессы, так как их сущность заключается в адаптации к текущим условиям, акценте на работу с людьми, а также помогает понять, что изменения – это не страшная проблема, а неизбежное благо.

Специалисты, владеющие Agile и применяющие ее в своей профессиональной деятельности, несомненно, самые востребованные и ценные кадры для любой организации текстильной промышленности. Процесс разработки плана реализации проекта является трудоемким и требует взвешенных управленческих решений, ответственность за которые полностью ложится на сторону – инициатора данного проекта. В ходе реализации проекта могут быть достигнуты научно-технические достижения,

<sup>1</sup>Так называемый мир VUCA (Volatility – нестабильность, изменчивость; Uncertainty – неопределен-

ность; Complexity – сложность; Umbiguity – неясность, неоднозначность, двусмысленность).

создающие новые блага, повышающие эффективность производства, могут быть реализованы системы, позволяющие экономить ресурсы и производить большее число товаров с меньшей трудоемкостью. Создание и реализация любого рода проекта является трудоемким процессом, требующим больших финансовых вложений, временных затрат, затрат рабочей силы и материальных ресурсов, а также связан с определенной долей риска. Существует такое понятие, как неопределенность, возникающая в ходе реализации любой деятельности, несущей собой риск. Данным видом деятельности можно также считать и управление проектами, так как они реализуются в условиях ограниченной информации, отсутствуют достоверные и фактические данные о получаемом результате от реализации проекта, а также возникает необходимость принятия управленческих решений в условиях риска. Человеческий ресурс – единственное, что остается неизменным со всеми его плюсами и минусами. Постепенно уходит в небытие отношение к человеку как к роботу, который должен в кратчайшие сроки выстрелить результатом.

Agile ставит ценность человеческого ресурса выше и позволяет уйти от старой и отжившей себя парадигмы. Основные преимущества применения Agile в текстильной промышленности представлены на рис.1.



Рис. 1

С другой точки зрения, Agile – это гибкий подход, объединяющий в себе различ-

ные инструменты управления и являющийся последователем итерационного подхода.

История Agile начинается в 2001 году, в Сноуберде. Именно там было положено начало подходу, который объединил в себе все гибкие инструменты для разработки, так называемые легкие фреймворки. Но название "Легкие фреймворки" устраивало не всех, поэтому было выбрано новое и существующее до сих пор – Agile.

Ценности Манифеста Agile.

1. Ценность в людях и их взаимодействии между собой.
2. Важен результат, а не куча бумажной документации. Быстрое создание качественного продукта, без лишней бумажной волокиты.
3. Постоянный контакт с заказчиком, чтобы вовремя вносить изменения.
4. Своевременное и эффективное реагирование на изменения.

В современных условиях текстильная промышленность нуждается в изменениях, в применении новых гибких технологий, которые позволят быстро и качественно реагировать на изменения рынка и мировой экономики. Важно создавать комфортные условия для команды проекта, которые будут способствовать эффективному взаимодействию заказчика и команды. На каждой итерации создания проекта возможны изменения, которые добавляют конкурентные преимущества продукта. Успешный продукт целесообразно выпускать максимально часто, это позволит увеличить экономический потенциал организации отрасли.

Основные принципы.

1. "Наивысший приоритет – удовлетворение требований клиента за счет непрерывной поставки ценного для него продукта.
2. Приветствуется изменение требований, даже на поздних этапах. Процессы направлены на изменение конкурентных преимуществ заказчика.
3. Доставка готового программного продукта от пары недель до пары месяцев, с предпочтением к более коротким срокам.
4. Ежедневная работа в течение всего проекта.

5. Стройте проекты вокруг мотивированных людей. Создайте окружающую среду, оказывайте поддержку, в которой они нуждаются, и доверяйте им, чтобы сделать работу.

6. Наиболее действенным и эффективным методом передачи информации в команде разработчиков является разговор "лицом к лицу".

7. Работающая программа является основной мерой прогресса.

8. Процессы Agile способствуют устойчивому развитию. Спонсоры, разработчики и пользователи должны иметь возможность поддерживать постоянный темп на неопределенный срок.

9. Постоянное внимание к техническому совершенству и хороший дизайн повышают маневренность.

10. Простота необходима, как искусство максимизации работы, которую не следует делать.

11. Самые лучшие архитектуры, требования и проекты получаются из самоорганизующихся команд.

12. Через регулярные промежутки времени команда размышляет о том, как стать более эффективной, определяет настройки и соответствующим образом корректирует свое поведение" [2].

Одним из основных постулатов использования Agile является разработка эффективного конечного продукта.

Каждая организация имеет свои неповторимые черты, свой уровень зрелости процессов, свои условия, в которых она добивается поставленных целей. Использовать универсальные принципы для компаний с низким уровнем зрелости и для организаций, занимающих в лестнице СММІ самые высокие позиции, было бы недальновидным решением. Agile не подразумевает пошаговых руководств и конкретных рекомендаций, а лишь своими принципами задает рамки, в которых используют гибкие подходы.

Оптимальной моделью для большинства современных текстильных организаций считаем Agile модель, в которой можно уточнить и скорректировать требования к производству продукции на разных стадиях

жизненного цикла организации, что приведет каждый следующий цикл результата все ближе к желаемому.

К различным методам управления, составляющим Agile относятся: Scrum; Lean; Kanban; Crystal Clear; DSDM; RUP; FDD.

Scrum – это инструмент, с помощью которого осуществляется управление. Здесь нет строгих рамок, что дает возможность дополнять этот инструмент практиками из других подходов. Требования в Scrum разделяются на подгруппы (например, по функционалу). Благодаря этому к концу каждого спринта заказчику показывается новая версия продукта, с новым реализованным функционалом. Постоянная коммуникация – это неотъемлемая часть Scrum и осуществляется на всех этапах методологии. Суть заключается в том, что команда проекта постоянно, циклично делает все необходимое для изготовления очередного вида продукта.

Стоит отметить, что Kanban и Agile являются подмножествами Lean, а значит они обладают его чертами. Это стремление к бережливому мышлению, а также одна цель – наилучший результат независимо от применяемого подхода.

Существует ряд инструментов Lean (5Si Just-in-time), которые следует использовать для борьбы с потерями, которые приносят неэффективность и снижают производительность в компаниях.

В основе Kanban лежат три базисных принципа:

- Разбиение модели рабочего процесса на части (анализ, проектирование, разработка и так далее). Это упрощает его визуальное восприятие.

- Централизация внимания работников только на своих задачах. Это достигается путем ограничения максимального количества задач.

- Постоянное совершенствование. Суть этого принципа в том, что рабочий процесс всегда совершенствуется, т.е. проводится анализ и выдвигаются предложения по совершенствованию рабочего процесса.

Уникальность методологии Kanban, в сравнении с конкурентами по семейству Agile, состоит в:

- способе распределения задач. На одного специалиста предусмотрено ограниченное количество задач, которые он выбирает сам;

- отсутствии временных рамок. В Kanban нет временных ограничений;

- размере задач, которые необходимо реализовать. Наименьшее количество задач при их большем объеме и трудоемкости;

- отсутствии активности оценки и планирования. Оценки сроков на задачу: опциональные или вообще их нет.

Crystal подходит командам, состоящим из 6...8 человек, которые занимаются разработкой бизнес-приложений. Приоритет так же, как и во всех гибких подходах, отдается людьми, а не процессам и артефактам. Он использует семь методов, три из которых являются обязательными.

Подход DSDM основан на подходе RAD (RapidApplicationDevelopment) и включает в себя три стадии (рис. 2).

Rational Unified Process – подход RUP, созданный Скоттом Амблером, подразумевает строгое распределение задач и ответственности внутри организации. Суть заключается в строгом соблюдении сроков и рамок выделенного бюджета, высоком качестве создаваемого программного обеспечения и полной удовлетворенности конечного пользователя.



Рис.2

Всем сотрудникам, занимающимся разработкой программного обеспечения, предоставляется одна база знаний, независимо от их рода деятельности (тестировщик, проектировщик, разработчик и т.п.), методология гарантирует использование сотрудниками общего языка моделирования и процесса разработки и что работники имеют заранее определенное видение процесса создания программного обеспечения.

Это способствует повышению производительности коллективной разработки [25].

Рассматривая гибкие подходы управления проектами в текстильной промышленности, выявим их главные недостатки:

- Agile ситуативен и гибок, но при этом редко включает в себя план на долгосрочную перспективу. Это можно считать и преимуществом, так как заказчик может вносить правки в любой момент, но если таких правок будет не одна и не две, а десять, то конечный продукт будет сильно отличаться от того, который был смоделирован в начале проекта;

- исходя из первого пункта разработка и доработка продукта могут быть настолько долго насколько позволит бюджет, а значит, будет потрачено много времени впустую, а продукт в итоге даже не будет представлен на рынке;

- необходимость систематически поправлять и адаптировать проектную документацию из-за меняющихся условий;

- необходимость встречаться каждый день. Без сомнения, они повышают эффективность работы, но при этом то, что члены команды постоянно отвлекаются, тоже может сказаться отрицательно на процессах;

- постоянное присутствие клиента. Опять-таки, с одной стороны, это позволяет получить сразу же все требуемые правки и получить обратную связь клиента, но при чрезмерном его участии в разработке проекта, а также внесении вечных изменений – это скорее будет иметь негативный эффект, чем позитивный;

- Agile требует высококлассных специалистов.

Применение Agile в текстильной промышленности позволит процесс работы над проектом делить на итерации – короткие циклы по две-три недели. Каждая итерация решает свою задачу: анализ требований, проектирование, программирование, тестирование и документирование. По итогам каждой итерации команда проекта анализирует результаты и меняет приоритеты для следующего цикла. В итоге за каждый цикл создается мини-продукт или отдельная часть, которая готова к самостоятельному запуску.

Подводя итоги, единого мнения об Agile не существует, есть как сторонники, так и противники методологии.

Agile появился и начал набирать популярность из-за быстрорастущего усложнения технологий, постоянных изменений желаний и требований заказчиков, а также рынка, и всеобщей информатизации различных бизнес-направлений деятельности.

Если говорить подробнее, то Agile рекомендуется, когда над проектом работает высококвалифицированная, опытная команда, в которой не приходится сомневаться; также, если работа ведется над стартапом, потому что agile – это не просто методика, с помощью которой можно управлять проектами, но и образ мышления, а легче всего это протраивать изначально, вовлекая в процессы всех участников, не заставляя переучиваться после долгой работы привычным, методом; если требуется быстрая рабочая версия продукта, и нет в запасе нескольких лет; когда заказчик продукта является больше партнером, чем инвестором, то есть он может и желает участвовать в создании продукта, в котором заинтересован, а не только вкладывать деньги, ожидая прибыли после.

Agile – становится своего рода новшеством, заставляя многие компании переосмыслить подход к созданию нового продукта. И это благодаря очень простой идее, суть которой заключается в том, что каждый, кто причастен к процессу "конвейерной сборки" должен привлекаться в процесс переосмысления своих задач и общего дела, каждый сотрудник может остановить процесс и внести свои коррективы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ерлыгина Е.Г., Васильева А.Д., Поликарпова А.С. Особенности управления проектами в кризис // Наука Красноярья. – 2020. Т. 9, № 1-4. С. 96...102.
2. Коул М. Блистательный Agile. Гибкое управление проектами с помощью Agile, Scrum и Kanban / Роб Коул, Эдвард Скотчер. – СПб.: Питер, 2019.
3. Ловкова Е.С., Мишачева Е.С. Современные методы управления, использующиеся организациями малого и среднего предпринимательства в регионах России // Наука Красноярья. – 2020. Т.10, №2-2. С. 102...107.
4. Макарова О.Н., Князев А.С., Макарова Ю.Н. Анализ использования концепции или методов Agile в экономике России на современном этапе // Цифровая экономика и индустрия 4.0: тенденции 2025. – 2019. С. 554...560.
5. Manifesto for Agile Software Development [Электронный ресурс]- URL: [http:// agilemanifesto.org/](http://agilemanifesto.org/) (дата обращения 09.09.2022)

## REFERENCES

1. Yerlygina E.G., Vasilyeva A.D., Polikarpova A.S. Features of project management in crisis // Science of Krasnoyarsk. – 2020. Vol. 9. No. 1-4. pp. 96...102.
2. Cole M. Brilliant Agile. Flexible project management using Agile, Scrum and Kanban / Rob Cole, Edward Scotcher. - St. Petersburg: St. Petersburg, 2019.
3. Lovkova E.S., Mishacheva E.S. Modern management methods used by organizations of small and medium-sized enterprises in the regions of Russia // Science of Krasnoyarsk. – 2020. Vol. 10. No. 2-2. P.102...107.
4. Makarova O. N., Knyazev A. S., Makarov Yu. N. Analysis of the use of concepts or methods Agile in the Russian economy at the present stage // the Digital economy and industry 4.0: trends 2025. – 2019. P. 554...560.
5. Manifesto for Agile Software Development [Electronic resource]- URL: [http:// agilemanifesto.org /](http://agilemanifesto.org/) (accessed 09.09.2022)

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 20.01.23.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И ФОРМАТ СТАРТАПОВ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AND FORMAT OF STARTUPS IN THE TEXTILE INDUSTRY

В.Г. ЛАРИОНОВ<sup>1</sup>, Е.Н. ШЕРЕМЕТЬЕВА<sup>2</sup>, А.В. БАЛАНОВСКАЯ<sup>2</sup>

V.G. LARIONOV<sup>1</sup>, E.N. SHEREMETYEVA<sup>2</sup>, A.V. BALANOVSKAYA<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(Национальный исследовательский университет),

<sup>2</sup>Самарский государственный экономический университет)

(<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University (National Research University,

<sup>2</sup>Samara State University of Economics)

E-mail: vallarionov@yandex.ru; lena\_scher@mail.ru; balanovskaya@mail.ru

*В статье рассматриваются тенденции и динамика развития текстильной промышленности РФ. Особое внимание уделяется влиянию факторов инновационной активности предприятий. Анализируются особенности развития отрасли текстильной промышленности по отношению к другим отраслям. Выявляется важность и необходимость развития технологических инноваций при переходе на инновационный путь развития текстильной промышленности. Рассматриваются векторы развития, которые заключаются в усилении инвестиционной активности крупных предприятий и отечественных экосистем, а также в развитии инструментов поддержки технологического предпринимательства, связанных с направлением импортозамещения. Определено направление, необходимое для совершенствования инструментов поддержки технологического предпринимательства – создание экосистемы стартапов.*

*Обосновываются ключевые факторы технологических инноваций и экономического роста, к которым авторы относят стартапы.*

*Приводятся основные стартапы, перспективные для развития текстильной промышленности, их характеристика. Предлагаются инструменты формирования, развития и поддержки стартап-экосистемы.*

*The article discusses the trends and dynamics of the development of the textile industry in the Russian Federation. The special attention to the influence of factors of innovative activity of enterprises is paid. The features of the development of the textile industry in relation to other industries are analyzed. The importance and necessity of developing technological innovations in the transition to an innovative way of development of the textile industry is revealed. The vectors of development are considered, which consist in strengthening the investment activity of large enterprises and domestic ecosystems, as well as in the development of tools to support technological entrepreneurship associated with the direction of import substitution. The direction, necessary for improving the tools to support technological entrepreneurship, to be more concrete, the creation of an ecosystem of start-ups has been determined. The key factors of technological innovation and economic growth, which the authors include startups, are substantiated. The main start-ups promising for the development of the textile industry, their characteristics are given. Tools for the formation, development and support of a startup ecosystem are proposed.*



**Ключевые слова:** высокотехнологическое развитие текстильной промышленности, инновационное предпринимательство, уровень инновационной активности, технологические инновации, продуктовые инновации, стартап, инструменты поддержки стартап-экосистемы.

**Keywords:** high-tech development of the textile industry, innovative entrepreneurship, level of innovative activity, technological innovations, product innovations, start-up, start-up ecosystem support tools.

В современных условиях ведения хозяйственной деятельности и обеспечения потребления населения решение вопросов развития отечественной текстильной промышленности становится важной задачей. Некоторое время назад решение задачи приобрело федеральное значение, что подтверждалось разработкой документов, ориентированных на развитие отрасли, в том числе и до 2025 года. Однако в настоящее время так и не принят ни один документ, определяющий направления развития отрасли на долгосрочную перспективу, не упорядочены вопросы кластеризации, источники финансирования и т.д. Современные предприятия самостоятельно определяют свое развитие, решают вопросы финансирования проектов, выживают в условиях крайне агрессивной внешней среды.

С одной стороны, текущая ситуация усугубляется введенными в отношении России санкциями, с другой стороны, предоставляет производителям большие возможности для значительного увеличения своего присутствия на российском рынке в связи с уходом множества производителей и торговых представителей. В связи с этим актуальным является изучение потенциальных возможностей развития отечественных производителей, уровня их конкурентоспособности и инновационности.

У современного потребителя, с учетом его опыта, уже сложилось понимание имеющейся потребности, набор минимальных требований к соответствующей продукции и т.д. Организациям-производителям тек-

стильной промышленности крайне важно соответствовать данным требованиям. Одним из направлений развития, обеспечивающих современные потребности, может стать поддержка инновационного подхода в развитии, а также поиск перспективных стартапов в данной отрасли.

#### *Методы*

Исследование проводилось с использованием общепринятых методов исследования. Большая часть выводов строилась с применением метода статистического исследования, масштабного обзора исследований [1].

Проанализируем текущий уровень развития отрасли в Российской Федерации. Интерес представляет динамика изменения числа предприятий текстильной промышленности.

Количество предприятий по производству текстильных изделий и одежды имеет тенденцию к планомерному снижению. Общее количество предприятий с 2017 по 2020 годы сократилось с 22242 до 16640 единиц, т.е. на 25,19 п.п. [2]. Среднегодовая численность работников предприятий производства текстильных изделий также сократилась с 51,0 тыс. человек в 2017 году до 50,3 тыс. человек в 2020 году [2]. Данные факты свидетельствуют о негативных тенденциях в отрасли.

Для понимания развития отрасли проанализируем индексы производства с 2017 по 2021 гг. (табл. 1 – индексы производства предприятий текстильной промышленности, %) [2].

Т а б л и ц а 1

Вид экономической деятельности	2017	2018	2019	2020	2021
Производство текстильных изделий	107,1	102,5	101,8	109,7	107,5
Производство одежды	117,7	106,8	103,5	100,3	103

Данные показатели свидетельствуют о том, что производство текстильных изделий с 2017 по 2019 гг. снижалось, в 2020 году выросло на 7,9 п.п., однако в 2021 году снова снизилось на 2,2 п.п. Производство одежды также демонстрирует снижение к 2020 году на 17,4 п.п. по сравнению с 2017 годом, однако в 2021 году оно выросло на 2,7 п.п.

Проведенный анализ показывает необходимость разработки мер поддержки предприятий текстильной промышленности с последующим переходом к инновацион-

ному пути развития. Путь реструктуризации отрасли легкой промышленности возможен при условии значительного увеличения доли высокотехнологичных предприятий. Такой путь развития сможет привести к достижению инновационной активности, соответствию потребностям потребителя и требованиям современного рынка, а в конечном счете обеспечить достижение конкурентоспособности предприятий. Проанализируем инновационную активность предприятий текстильной промышленности, % (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Вид экономической деятельности	2017	2018	2019	2020	2021
Всего, в среднем	14,6	12,8	9,1	10,8	11,9
Производство текстильных изделий	20,3	16,6	15,0	15,5	20,2
Производство одежды	15,2	12,0	10,0	14,4	16,7

П р и м е ч а н и е. Источник: Уровень инновационной активности организаций, по Российской Федерации, по видам экономической деятельности. Наука, инновации и технологии. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

Уровень инновационной активности предприятий текстильной промышленности существенно выше, чем среднее значение показателя по отечественным предприятиям. Данный показатель имеет тенденцию к росту на протяжении последних трех лет, что однозначно говорит об активиза-

ции инновационного подхода в данной отрасли. Данный вывод подтверждается и анализом такого показателя, как удельный вес предприятий, осуществляющих технологические инновации, в общем числе предприятий РФ, %, который представлен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Вид экономической деятельности	2017	2018	2019	2020	2021
Производство текстильных изделий	22,6	19,5	20,1	22,8	26,2
Производство одежды	18,1	15,4	15,0	21,3	21,4

П р и м е ч а н и е. Источник: Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе обследованных организаций, по Российской Федерации, по видам экономической деятельности. Наука, инновации и технологии. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

Несмотря на то, что количество предприятий, осуществляющих технологические инновации, в общем объеме предприятий растет, достигнутое значение недостаточно для обеспечения прорыва в развитии отрасли. Фактически только 26,2% предприятий по производству текстильных из-

делий и 21,4% предприятий по производству одежды осуществляют технологические инновации. Крайне низкий и показатель затрат на инновационную деятельность в общем объеме отгруженных товаров, % (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Вид экономической деятельности	2017	2018	2019	2020	2021
Производство текстильных изделий	0,6	0,4	1,6	0,5	0,4
Производство одежды	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5

П р и м е ч а н и е. Источник: Удельный вес затрат на инновационную деятельность в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, по видам экономической деятельности. Наука, инновации и технологии. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

Так, удельный вес затрат на инновационную деятельность по предприятиям, производящим текстильные изделия, с 2019 по 2021 годы серьезно снизился и в 2021 году составил 0,4%. По предприятиям производства одежды значение показателя фактически не менялось и в 2021 году составило 0,5%. Данные показатели свидетельствуют о крайне низком значении, что негативно сказывается на возможностях развития отрасли в целом. Безусловно, выявленные тенденции должны стать предметом пристального изучения участников инфраструктуры поддержки и развития отраслей экономики на государственном уровне. Необходимо провести более глубокий анализ и разработать рекомендации по решению сложившейся ситуации.

#### *Результаты и обсуждение*

Перед текстильной промышленностью стоит задача в короткий период осуществить процесс цифровизации [3], переход на инновационный путь развития на основе использования высокотехнологичных достижений, а также расширения возможностей развития отрасли путем поддержки перспективных стартапов [4].

Для реализации данной задачи необходимо соответствовать определенному набору свойств и качеств, к которым относятся:

- готовность, способность и восприимчивость к внедрению высокотехнологичных достижений;
- активизация деятельности по внедрению высокотехнологичных достижений как в производственные процессы, так и в процессы сбытовой деятельности;
- реконструкция производственных и сбытовых процессов на основе внедрения прогрессивных технологий с учетом рациональной организации последовательных операций хозяйственной деятельности;
- отслеживание тенденций мирового развития отрасли с целью поиска перспективных решений, формирование эффективной инфраструктуры поддержки и развития технологических инноваций и стартапов в рамках страны.

Развитие ответственной текстильной отрасли имеет определенные уникальные

особенности, которые выделяют ее среди других отраслей и среди текстильной промышленности других стран. Так, наблюдается прямая зависимость уровня развития текстильной промышленности по отношению к уровню развития региона или территории, в рамках которой сосредоточены предприятия. Из этого можно сделать вывод, что региональная политика властей может создать необходимые предпосылки для развития, а может и привести к созданию условий невозможности дальнейшего развития.

Традиционно развитие отраслей в России основывается на крупных промышленных предприятиях, тогда как мировая практика, в особенности в сфере текстильной промышленности, показывает важность развития малого и среднего бизнеса.

Несмотря на происходящие в экономике и политике процессы, основное внимание государственных структур сосредоточено на развитии традиционных добывающих отраслях, крупных химических предприятиях и предприятиях энергетики. Предприятия легкой промышленности не получают должного внимания для создания условий развития со стороны государства.

Уровень развития предприятий текстильной промышленности не позволяет в полной мере обеспечить освоение возможностей внедрения технологических инноваций. Использование продуктовых и маркетинговых инноваций, как правило, вообще остается без внимания, хотя западные компании данным инновациям уделяют все большее внимание.

Отсутствие сбалансированной политики по кластеризации деятельности предприятий легкой промышленности приводит к тому, что каждое предприятие выбирает свой путь внедрения инноваций, в случае наличия у него таких возможностей. Освоение серьезных инноваций эффективным образом возможно для крупных предприятий. Как следствие, для малого и среднего бизнеса переход на инновационный путь развития становится крайне затруднительным.

Сильное влияние на возможность перехода на инновационный путь развития ока-

зывает и внешняя среда функционирования предприятий всех отраслей промышленности. Важность влияния конкретного фактора внешней среды меняется в зависимости от специфики самого предприятия, его размера, местонахождения, целевого сегмента, профиля потребителей и т.д. Однако можно выделить наиболее важные и актуальные инновации, внедрение которых смогло бы существенно изменить положение текстильной промышленности и возможности ее развития.

Технологические инновации – это технологии, которые появились в связи с переходом к новым технологическим укладам, например, к Индустрии 4.0 [5]. Технологии цифровизации процессов, применения нано- и биотехнологий создают возможности моделирования изделий, внедрения максимально индивидуального подхода к каждому покупателю, изменение технологий пошива, обработки и т.д.

Продуктовые инновации могут быть построены на использовании в производстве материалов и сырья с кардинально измененными или улучшенными свойствами. Такие инновации открывают новые возможности для товаров различного специализированного назначения, термостойких, тепло- и термоизоляционных, высокопрочных, нетканых, антимикробных, водо- и грязеотталкивающих материалов. Отдельным направлением можно считать продуктовые инновации для развития потребительского рынка. Потребители предъявляют новые требования к комфортности и удобству, переходу к технологиям "умных" вещей и тканей. Ценность представляют не только качество материала и функциональность изделия, но и способность одежды адаптироваться к внешним погодным условиям, физиологическому состоянию, возможностью быть источником необходимой информации. Возможность создавать "умную одежду" сможет существенно расширить области ее предназначения.

В нашей стране продолжают быть недооцененными маркетинговые инновации. Как мы отмечали, уровень развития отечественных предприятий текстильной промышленности не позволяет уделить этим

инновациям необходимое внимание. Реализация функций маркетинга требует выделения в структурах предприятия обособленных подразделений, использующих в своей работе специализированное программное обеспечение, методики, информационные и мультимедийные технологии, системы взаимоотношений с потребителями и многое другое. От руководства требуется выделение бюджета на создание и функционирование маркетингового департамента, что позволить себе бывает затруднительно.

Инновации в области горизонтальной и вертикальной интеграции, затрагивающие построение организационных коммуникаций как внутри предприятия, так и с участниками отраслевой инфраструктуры текстильной промышленности, позволят получить синергетический эффект и при совместном решении вопросов получить необходимый результат или продукт. Непрерывность инновационных процессов становится важнейшим фактором выживания и обеспечения конкурентоспособности предприятий в условиях быстроменяющейся внешней среды. Вовлечение в процессы всех заинтересованных субъектов инфраструктуры, интеграция со всеми заинтересованными участникам процессов, включая государство, очень важны.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что для развития текстильной промышленности большое значение имеет формирование условий развития инновационного предпринимательства внутри самой отрасли [6]. Появление в отрасли направленной инновационной активности окажет сильное влияние на проводимые прикладные исследования, сможет изменить вектор развития инноваций, а в конечном счете обеспечить реструктуризацию всей производственной деятельности. Оптимальные условия функционирования субъектов инновационной деятельности смогут обеспечить повышение конкурентоспособности реального сектора экономики, в том числе и текстильной промышленности [7]. Формой такой инновационной предпринимательской деятельности выступает стартап. Исследователи определяют новые быстрорастущие стартап-компании как ключевые

факторы технологических инноваций и экономического роста [8].

Поддержание развития стартапов для последующего превращения их в эффективный бизнес, создание необходимых условий для формирования интеллектуального потенциала отдельно взятой отрасли, региона и даже страны, смогут создать задел для развития национальной экономики и обеспечить решение стратегически важных для государства задач. Отечественный опыт развития стартапов показывает большую зависимость от поддержки государства. Грамотная политика в этом направлении приводит к технологическому лидерству государства. В мире достаточно много стартапов, которые усовершенствуют деятельность предприятий и производимую продукцию текстильной промышленности. В России таких стартапов значительно меньше. В настоящее время они больше похожи на научно-исследовательские проекты. В результате одни проекты могут быть успешно реализованы на внешнем рынке, а другие прекратят свое существование в связи с недостатком финансирования.

Если проанализировать специфику современных стартапов в текстильной промышленности, то особо можно выделить проекты 3D-печати. Это проекты печати любой одежды в домашних условиях на специализированных принтерах под конкретный запрос потребителя. Сейчас уже существуют реализованные стартапы, позволяющие в домашних условиях печатать отдельные части одежды, которые далее необходимо объединить в готовую вещь. Стартап не нашел пока финансирования, однако данная идея получила большее развитие для получения изделий соответствующего назначения.

Еще один интересный отечественный стартап продуктовой инновации связан с возможностью получения у тканей и материалов новых свойств [9] путем нанесения различных функциональных полимеров. Таким образом, можно получить самонагревающуюся ткань, потенциал использования которой очень широк.

При нанесении на ткани и материалы так называемую токопроводящую пасту можно получить изделие, способное считывать физиологические показатели живого организма, например, пульс, температуру, давление. Сбор таких метрических данных в специальных устройствах позволит отслеживать состояние и производить корректирующие мероприятия в связи с лечением, спортивной тренировкой и т.д.

Примером технологической инновации выступает стартап подбора одежды точно по размеру. После анализа изображения покупателя будет подобран необходимый максимально точный размер, который обеспечит комфортное использование товара. Развитием данной идеи выступают проекты виртуальных примерочных. У данного направления максимально широкие возможности практического применения [10].

Применение традиционных подходов в текстильной промышленности не приводит к необходимому эффекту, что связано с серьезным усложнением всех внутренних и внешних процессов. Текущая ситуация требует быстрого реагирования и надежного результата на протяжении всего процесса изготовления и реализации изделия, что может быть обеспечено путем внедрения технологий блокчейн [11].

Отдельным направлением развития стартапов является экологический аспект. Стартапы часто развиваются из побуждения заботы об окружающей среде. Например, переработка мусора. Для текстильной отрасли данное направление является очень актуальным.

Важность стартапов для текстильной промышленности сложно переоценить. Это один из основных источников перехода промышленности на инновационный путь развития. Следовательно, необходимо создать условия поддержки и формирования инфраструктуры с целью интеграции этих областей в единый процесс, обеспечивающих замкнутый контур хозяйственной деятельности, обеспечивающих полный цикл от зарождения идеи создания продукта, его производства, коммерциализации, продвижения, поддержки и утилизации.

Реализовать данный подход возможно при условии изменения государственной политики по поддержке стартапов в условиях формирования эффективной экосистемы инновационного предпринимательства [12].

## ВЫВОДЫ

На основе проведенного исследования можно сделать ряд выводов. К направлениям поддержки и развития стартапов в России относят:

- финансовую поддержку, которая включает в себя грантовую поддержку, льготные программы по кредитам и региональные венчурные фонды или фонды с государственным участием;

- законодательное регулирование, снижение налогового бремени, упрощение процедуры открытия юридического лица, налоговые каникулы и др.;

- информационную поддержку, внедрение образовательных программ данной направленности [13], реализацию программ акселерации, бизнес-инкубации и т.д.

Развитие в экономике, которое основывается на знаниях, позволит преобразовать полученные знания в новые продукты и процессы, имеющие ценность для развития экономики [14].

На наш взгляд, самым важным направлением является создание инновационной инфраструктуры – стартап-экосистемы. Сюда входит создание технопарков и особых экономических зон, создание лабораторий и инженерно-конструкторских бюро, формирование системы образования, стимулирующей развитие предпринимательских компетенций и направленной на поддержку предпринимательских инициатив с подросткового возраста. Большой вклад в эту работу могут внести регионы [15].

В РФ существует много инструментов, позволяющих развивать стартап-экосистему. Поэтому первое направление развития заключается в усилении инвестиционной активности крупных предприятий отечественных экосистем. Взаимодействие с сильными игроками повышает конкурентоспособность самих предприятий, так как

позволяет искать интересные решения и повышать эффективность своей деятельности, и иногда почти бесплатно пилотировать инновационные решения в свою инфраструктуру. Для проектов это возможность уже на ранней стадии получить крупного заказчика и наработать себе хорошее портфолио. Также это возможность сделать пилот и доработать свое решение за счет средств компании и с помощью привлеченных заинтересованных лиц и других участников экосистемы.

Партнерские отношения между стартапами и существующими предприятиями имеют решающее значение для продвижения технологических инноваций, и именно поэтому сотрудничество стартапов и корпоративного бизнеса становится все более важным для долгосрочного роста предприятий всех размеров и уровней.

Преимущества для развития предпринимательской экосистемы в Российской Федерации: стабильный источник финансового капитала; потенциал продаж; доступ к большей клиентской базе и новым рынкам; упрощенный процесс масштабирования; доступ к бизнес-экспертизе.

Помимо преимуществ для стартапа, можно выделить следующие преимущества для крупных предприятий: новые рыночные перспективы; логистика цепочки поставок; более тесные отношения с клиентами; организационная гибкость.

Второе направление для развития инструментов поддержки технологического предпринимательства связано с направлением импортозамещения.

Ввиду введения санкций против России и невозможность использовать зарубежные продукты, включая программное обеспечение и софт, необходимо внедрять программы по поддержке импортозамещения. Эти программы должны быть как на федеральном и региональном уровнях, так и на уровне отдельных предприятий, которые сейчас вынуждены перестраивать бизнес-процессы и внедрять отечественные решения в свою деятельность.

Последнее направление, необходимое для совершенствования инструментов поддержки технологического предпринима-

тельства – создание экосистемы стартапов. Экосистема стартапов – это результат среды, в которой работают стартапы и другие поддерживающие игроки и партнеры.

Присутствие стартапов в экосистеме является первой и наиболее важной частью, они должны быть дополнены инвесторами, поставщиками услуг, инкубаторами, коворкингами, стартап-организациями, университетами и т.д. Динамичное развитие множества участников экосреды, с учетом использования открывающихся возможностей и минимизации возможных угроз влияния внешней среды, сможет обеспечить поступательное развитие как текстильной промышленности, так и национальной экономики в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Jaya, Izham Sidi, Fatimah Ishak, Iskandar Afendey, Lilly A. Jabar, Marzanah.* A review of data quality research in achieving high data quality within organization // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology.* – 2017. 95. 2647...2657.

2. Промышленное производство в России. 2021: Стат. сб./Росстат. – М., 2021.

3. *Ларионов В.Г., Шереметьева Е.Н., Балановская А.В.* Векторы цифровой трансформации текстильной промышленности // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2022, № 2. С.12...20.

4. *Толмачев Д. Е., Чукавина К. В.* Технологическое предпринимательство в российских регионах. Образовательные и географические траектории основателей стартапов // *Экономика региона.* – 2020. Т.16, вып. 2. С. 420...434.

5. *Derigent, William, Cardin, Olivier, & Trentesaux, Damien.* Industry 4.0: contributions of h olonic manufacturing control architectures and future challenges. *Journal of Intelligent Manufacturing.* – 2021.32(7), P.1797...1818. DOI:10.1007/s10845-020-01532-x.

6. *Рустамова И.Т., Колесникова О.С.* Инновации в текстильной промышленности. Современное состояние и перспективы // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности* – 2018, № 5. С.228...231.

7. *Головинов О. Н. Дмитриченко Л. А.* Стартап как форма развития малой инновационной предпринимательской деятельности // *Экономика, управление и инвестиции.* – 2015, № 3(9). URL: [euii.esrae.ru/29-80](http://euii.esrae.ru/29-80).

8. *Adler P., Florida R., King K., Mellander C.* The city and high-tech startups: The spatial organization of Schumpeterian entrepreneurship / Adler P. et al. // *Cities.* — 2019. Т. 87. С. 121...130. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.12.013>.

9. *Буданова Г.Н., Ролдугина А.Е.* Подрывные технологии текстильной промышленности // *Успехи современного естествознания.* – 2015. № 1-3. С.468...471. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34917>.

10. *Sauidi Д.Р., Махмудова Ф.М.* Преимущества цифровизации легкой промышленности // *Univer-sum: Технические науки : электрон. научн. журн.* – 2020. No 1(70). С.108-116. URL: <http://univer-sum.com/ru/tech/archive/item/8688>.

11. *Faridi, Muhammad Shakeel, Ali, Saqib, Duan, Guihua, & Wang, Guojun.* Blockchain and IoT Based Textile Manufacturing Traceability System in Industry 4.0. Paper presented at the International Conference on Security, Privacy and Anonymity in Computation, Communication and Storage. Security, Privacy, and Anonymity in Computation, Communication, and Storage .2020. P.331...344. DOI:10.1007/978-3-030-68851-6\_24.

12. *Mason C., Brown R.* Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship. Background Paper Prepared for the Workshop Organised by the OECD LEED Programme and the Dutch Ministry of Economic Affairs on Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship. The Hague, Netherlands. 2014. <https://www.oecd.org/cfe/leed/Entrepreneurialecosystems.pdf>.

13. *Коротков, А. В., Зобнина, М. П.* Стандарты предпринимательской экосистемы университета: рекомендации по развитию предпринимательской экосистемы. Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019.

14. *Secundo G., Vecchio P. D., Passiante G.* Creating innovative entrepreneurial mindsets as a lever for knowledge-based regional development // *International Journal of Knowledge-Based Development.* – 2015. Т.6, No. 4. С. 276...298. <https://doi.org/10.1504/IJKBD.2015.074301>.

15. *Земцов С.П., Бабурин В.Л.* Предпринимательские экосистемы в регионах России // *Региональные исследования.* – 2019, № 2. С. 4...14. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-2-1.

#### REFERENCES

1. *Jaya, Izham Sidi, Fatimah Ishak, Iskandar Afendey, Lilly A. Jabar, Marzanah.* A review of data quality research in achieving high data quality within organization // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology.* – 2017. 95. 2647...2657.

2. Industrial production in Russia. 2021: Stat. Sat/Rosstat. - M., 2021.

3. *Larionov V.G., Sheremetyeva E.N., Balanovskaya A.V.* Vectors of digital transformation of the textile industry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* - 2022, No. 2 (398). S. 12...20.

4. *Tolmachev D. E., Chukavina K. V.* Technological entrepreneurship in the Russian regions. Educational

and geographic trajectories of startup founders // Economics of the region. – 2020. V. 16, no. 2. S. 420...434.

5. Derigent, William, Cardin, Olivier, & Trentesaux, Damien. Industry 4.0: contributions of h olonic manufacturing control architectures and future challenges. *Journal of Intelligent Manufacturing*. – 2021.32(7), P.1797...1818. DOI:10.1007/s10845-020-01532-x.

6. Rustamova I.T., Kolesnikova O.S. Innovations in the textile industry. Current state and prospects // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2018, No. 5. P.228 ... 231.

7. Golovinov O. N., Dmitrichenko L. A. Startup as a form of development of small innovative business activity // *Economics, management and investments*. – 2015, No. 3(9). URL: [euii.esrae.ru/29-80](http://euii.esrae.ru/29-80).

8. Adler P., Florida R., King K., Mellander C. The city and high-tech startups: The spatial organization of Schumpeterian entrepreneurship / Adler P. et al. // *Cities*. – 2019. T. 87. S. 121 ... 130. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.12.013>.

9. Budanova G.N., Roldugina A.E. Disruptive technologies of the textile industry // *Successes of modern natural science*. – 2015. No. 1-3. pp. 468...471. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34917>.

10. Saidi D.R., Makhmudova F.M. Benefits of digitalization of light industry // *Universum: Technical sciences: electron. scientific magazine* – 2020. No 1(70). pp.108-116. URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8688>.

11. Faridi, Muhammad Shakeel, Ali, Saqib, Duan, Guihua, & Wang, Guojun. Blockchain and IoT Based Textile Manufacturing Traceability System in Industry 4.0. Paper presented at the International Conference on

Security, Privacy and Anonymity in Computation, Communication and Storage. *Security, Privacy, and Anonymity in Computation, Communication, and Storage*. 2020. P.331...344. DOI:10.1007/978-3-030-68851-6\_24.

12. Mason C., Brown R. Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship. Background Paper Prepared for the Workshop Organized by the OECD LEED Program and the Dutch Ministry of Economic Affairs on Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship. The Hague, Netherlands. 2014. <https://www.oecd.org/cfe/leed/Entrepreneurialecosystems.pdf>.

13. Korotkov, A. V., Zobnina, M. R. Standards of the entrepreneurial ecosystem of the university: recommendations for the development of the entrepreneurial ecosystem. National research University "Higher School of Economics". – M.: Ed. house of the Higher School of Economics, 2019.

14. Secundo G., Vecchio P. D., Passiante G. Creating innovative entrepreneurial mind-sets as a lever for knowledge-based regional development // *International Journal of Knowledge-Based Development*. – 2015. Vol. 6, No. 4. S. 276...298. <https://doi.org/10.1504/IJKBD.2015.074301>.

15. Zemtsov S.P., Baburin V.L. Entrepreneurial Ecosystems in Russian Regions // *Regional Research*. – 2019, No. 2. S. 4 ... 14. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-2-1.

Рекомендована кафедрой прикладного менеджмента (Институт Менеджмента СГЭУ). Поступила 29.12.22.



УДК677.017.8  
DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_69

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ  
И ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ НИХ\***

**EVALUATION OF THE MODIFIED POLYESTER YARNS'  
FUNCTIONAL PROPERTIES  
AND TEXTILE MATERIALS MADE FROM THEM**

*Н.В. СКОБОВА, Н.Н. ЯСИНСКАЯ*

*N.V. SKOBOVA, N.N. YASINSKAYA*

**(Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь)**

**(Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus)**

E-mail: yasinskaynn@rambler.ru; skobova-nv@mail.ru

*Функциональный текстиль, в отличие от традиционных материалов, выполняющих только пассивную защитную роль, обладает активными дополнительными свойствами, которые можно интерпретировать как "чувство - реакция - адаптация" к окружающей среде. Создание материалов из модифицированных синтетических нитей с функциональными свойствами позволяет придать готовым изделиям комплекс новых гигиенических и эксплуатационных свойств.*

*Статья посвящена исследованию влагорегулирующих свойств трикотажных материалов из функциональных нитей. В качестве сырья использовались текстурированные полиэфирные нити нового поколения *SohimSmartYarns* производства ОАО "СветлогорскХимволокно". В качестве показателей функции управления влагой выбраны: водопоглощение, водоемкость, смачиваемость, скорость впитывания жидкости поверхностью материала и поверхностно-массовое наполнение. В работе представлены методики оценки водопоглощающих свойств непосредственно нитей, применен подход к оценке влагорегулирующих свойств материалов на базе имеющегося зарубежного опыта. Анализ полученных результатов позволил установить функциональные возможности исследуемых материалов. Установлено, что полотна из нитей *QuickDry* являются быстро впитывающими материалами, однако их нельзя классифицировать как быстро сохнущие. Полотна из микрофиламентных нитей *Soft* обладают двойным эффектом: быстро впитывают и быстро испаряют влагу, что позволит применять их для изготовления изделий с заданными термо- и влагорегулирующими свойствами.*

\*Статья подготовлена по материалам доклада Международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2022)», которая состоялась 23-24 ноября 2022 года в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» (Республика Беларусь).

*Functional textiles, unlike traditional materials that perform only a passive protective role, have active additional properties that can be interpreted as "feeling - reaction - adaptation" to the environment. The creation of materials from modified synthetic threads with functional properties will make it possible to give finished products a complex of hygienic and operational properties.*

*The article is devoted to the study of moisture-regulating properties of knitted materials from functional yarns. Texturized polyester yarns of the new generation Sohim Smart Yarns produced by OJSC SvetlogorskKhimvolokno were used as raw materials. As indicators of the moisture management function, the following are selected: water absorption, water capacity, wettability, liquid absorption rate by the material surface and surface-mass filling. The paper presents methods for assessing the water-absorbing properties of the threads themselves, an approach is applied to assessing the moisture-regulating properties of materials based on the available foreign experience. The analysis of the results obtained made it possible to establish the functionality of the materials under study. Quick Dry fabrics have been found to be fast absorbent, but cannot be classified as fast drying. Cloths made of Soft microfilament yarns have a double effect: they quickly absorb and quickly evaporate moisture, which will allow them to be used for the manufacture of products with specified thermo- and moisture-regulating properties.*

**Ключевые слова:** функциональные нити, влагосодержание, краевого угла смачивания, скорость впитывания, водопоглощение.

**Keywords:** functional yarns, moisture content, wetting angle, absorption rate, water absorption.

#### *Введение*

Анализ научной литературы показывает рост интереса во всем мире к созданию различных видов текстиля со специфическими свойствами, выполняющих определенную функцию при использовании, их относят к группе функциональных материалов [1]. Функциональный текстиль, в отличие от традиционных материалов, выполняющих только пассивную, защитную роль, обладает активными дополнительными функциями, которые можно интерпретировать как "чувство - реакция - адаптация" к окружающей среде. Простейшими способами получения таких текстильных материалов являются технология смешивания волокон, модификация нитей, модификация строения и поверхности текстильных полотен.

В РБ предприятием ОАО "СветлогорскХимволокно" налажен выпуск функциональных нитей под торговым знаком SohimSmartYarns, включающий в себя достаточно широкий ассортиментный перечень: микрофиламентные нити Soft, нити с

функцией управления влаги QuickDry, нити с добавкой CoolBlack, нити Thermo с полым профилем поперечного сечения. Благодаря физической модификации данные нити могут быть использованы для производства функционального текстиля [2].

Функциональные свойства отражают способность текстильного материала выполнять свои основные функции. Нить QuickDry имеет повышенный капиллярный эффект. Профилированная структура элементарных нитей обеспечивает материалам способность эффективно управлять влагой за счет мощного капиллярного эффекта, который позволяет: быстро впитывать влагу, распределяя ее по большой площади поверхности материала для быстрого высыхания, разделить капли воды (пота) на более мелкие частицы, отводить влагу от поверхности тела человека, тем самым предохраняя его от перегревания (летом) или переохлаждения (зимой) [2].

Функциональные нити Soft выпускают от 5,5 до 70 текс с филаментностью от 72

до 1152 филаментов. По сравнению с натуральными волокнами тонкие и сверхтонкие синтетические нити меньше пиллингуются, легко стираются, не подвержены гниению и гипоаллергенны, повышаются гигиенические и функциональные свойства готовых изделий, т.е. увеличивается их воздухопроницаемость и улучшается влагопоглощение [2].

Управление влажностью является одним из ключевых критериев, определяющих уровень комфорта любого изделия. Термин "управление влажностью" часто используется в качестве рекламного слогана, однако он включает в себя понимание процессов, связанных с передачей влаги от тела человека в окружающую среду через материал [3].

Управление влажностью можно определить как контролируемое движение водяного пара и жидкой воды (пота) с поверхности кожи в атмосферу через текстильную основу.

Поток жидкой влаги через текстильные материалы контролируется двумя процессами: смачиванием и впитыванием. Смачивание – начальный процесс, связанный с растеканием жидкости; он контролируется поверхностными энергиями вовлеченного твердого тела и жидкости. В случае текстильного материала, как только вода сма-

чивает волокно, вода попадает в межволоконный капиллярный канал и увлекается под действием капиллярного давления. Свойства смачивания, впитывания и пропускания паров влаги являются критическими аспектами для оценки характеристик комфорта текстильных изделий [4], [5]. В случае одежды с высокими влагоотводящими свойствами влага, исходящая от кожи, распределяется по всей ткани, создавая ощущение сухости, а растекание жидкости позволяет влаге легко испаряться [6].

Цель работы – изучить влагорегулирующие свойства нитей и трикотажных материалов из них для определения функциональных свойств готового изделия.

#### *Объекты и методы исследования*

Для исследования выбраны нити QuickDry и мультифиламентная (Soft), в качестве контрольного варианта – традиционная полиэфирная текстурированная нить. Характеристика используемых нитей представлена в табл. 1 (физико-механические свойства полиэфирных нитей). Из выбранных вариантов нитей наработаны трикотажные полотна переплетением интерлок при одинаковых параметрах заправки кругловязаной трикотажной машины (табл. 2 – характеристика трикотажных полотен).

Т а б л и ц а 1

Параметр	Нить QuickDry	Нить Soft	Нить ПЕС
Линейная плотность, текс	18,4	16,7	16,7
Число филаментов	144	288	48
Разрывная нагрузка, сН	39,7	36,1	38,6
Разрывное удлинение, %	21,2	31,8	23,1

Т а б л и ц а 2

Сырьевой состав полотна	Толщина полотна, мм	Длина нити в петли, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Объемное заполнение, %
Нить QuickDry	0,4	3,26	210	161,6
Нить Soft	0,308	3,2	194	196,6
Нить ПЕС	0,471	2,73	220	64,6

В качестве показателей функции управления влагой выбраны: водопоглощение, водоемкость, смачиваемость, скорость впитывания жидкости поверхностью материала.

Водопоглощение и водоемкость характеризуют способность текстильных мате-

риалов поглощать воду при полном погружении в нее [7], [8].

Для определения водопоглощения нитей из пасмы вырезают единичные пробы, взвешивают и записывают начальный вес  $m_0$  (г). Далее каждую пробу с помощью стеклянной палочки погружают в чашу с

дистиллированной водой, объем воды должен быть таким, чтобы нить была полностью погружена в воду. Образующиеся на элементарной пробе пузырьки воздуха сбивают стеклянной палочкой или пинцетом и следят, чтобы нить все время испытания была полностью покрыта водой. Время погружения нитей составляет 5 мин. После выдерживания в воде пробу с помощью пинцета вынимают из чаши, подают на отжимные валы, с технологическим давлением в жале 0,6 кПа для удаления удерживаемой свободной влаги и определяют массу пробы  $m_{отж}$  (г). Водопоглощение ( $V_{п}$ , г/г) вычисляют по формуле:

$$V_{п} = \frac{m_{отж} - m_0}{m_0} (\text{г/г}). \quad (1)$$

В данных исследованиях под водоемкостью понимается влагоудерживающая способность нитей, количественно характеризующая способность нитей поглощать и удерживать в себе от стекания определенное количество влаги под действием капиллярных и сорбционных сил.

Для определения водоемкости нитей отбор проб и их подготовка аналогичны описанному в методике испытаний водопоглощения. После выдерживания в воде пробу с помощью пинцета вынимают из чаши и слегка встряхивают для удаления свободных (свисающих) капель, после чего определяют массу пробы  $m_{н/отж}$  (г). Количество повторных испытаний 50, за окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов взвешиваний, вычисленное с погрешностью не более 0,1% и округленное до 1%.

Относительную водоемкость нити ( $V_{е.отн}$ , мг/см<sup>2</sup>), количественно показывающую вес удерживаемой от стекания воды в пересчете на площадь боковой поверхности погружаемой пробы ( $F$ ), определяли по формуле:

$$V_{е.отн} = \frac{m_{н/отж} - m_0}{F} \cdot 10^3 (\text{мг/см}^2). \quad (2)$$

Площадь смоченной поверхности нити ( $F$ , см<sup>2</sup>) определяли по формуле:

$$F = 2\pi\bar{r}L + 2\pi\bar{r}^2 (\text{см}^2), \quad (3)$$

где  $\bar{r}$  – средний радиус поперечного сечения нити, см;  $L$  – длина исследуемого отрезка нити, см.

Для оценки водопоглощения трикотажными структурами использовался метод каплепадения. На стеклянную пластину с помощью дозатора капают каплю воды заданного объема. Образцы полотна помещают на каплю. Затем смоченный образец трикотажа помещают на фильтровальную бумагу (с сухим весом  $M_0$ ) и сверху на образец размещают груз. Через некоторое время образец разгружают, снимают с фильтровальной бумаги и взвешивают увлажненную фильтровальную бумагу ( $M_B$ ). Водопоглощение ( $W_{погл}$ , %) рассчитывают по формуле:

$$W_{погл} = \frac{M_B - M_0}{0,2} \cdot 100 (\%). \quad (4)$$

Смачиваемость трикотажных материалов оценивали по краевому углу смачивания и скорости впитывания. На образец полотна, размещенный на ровной поверхности, капали каплю жидкости, камерой делали снимок, по которому определяли краевой угол смачивания. Скорость смачивания определяли по времени впитывания капли жидкости полотном с момента падения до уменьшения зеркального отражения капли и появления тусклого влажного пятна.

Для полноты оценки влагорегулирующих свойств трикотажных полотен разработан универсальный капилляриметр на базе методик, представленных в работах Браславского В.А. [9], позволяющий определять одновременно высоту капиллярного подъема жидкости ( $H$ , мм) в материале и количество поглощенной жидкости ( $Q$ , г) за 60 минут.

#### *Результаты и обсуждения*

Сравнительный анализ данных водопоглощения нитей (рис. 1 – оценка водоемкости и водопоглощения функциональных нитей) показывает, что наиболее высокие сорбционные свойства характерны нити QuickDry, имеющей многоканальную поверхность элементарных нитей, внутри ко-

торых происходит аккумуляция жидкости. Нить Soft микрофиламентная, образует большое число макрокапилляров в межволоконном пространстве, обеспечивая высокие сорбционные характеристики по сравнению с традиционной полиэфирной нитью.

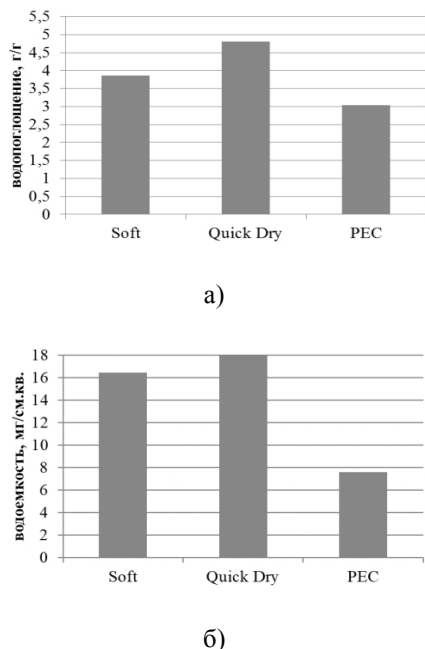


Рис. 1

Визуальный анализ пневмосоединенных нитей Soft и QuickDry показал, что свободная влага удерживается на нити в виде капель в пневмоузлах, в виду чего вертикальное скатывание капель воды затруднено. Это подтверждается расчетом показателя относительной водоемкости (рис.1), причем для нити QuickDry количество удерживаемой воды, приходящейся на 1 мм<sup>2</sup> поверхности нити, составляет 18 мг/см<sup>2</sup>. Образцы нитей традиционной полиэфирной нити (PEC), полученные методом ложного кручения, при их извлечении из чаши с водой в вертикальном положении сбрасывали несвязанные капли воды за счет гравитационного давления.

Интенсивность водопоглощения трикотажных материалов (рис. 2 – оценка водопоглощения трикотажных полотен из функциональных нитей) идентична поведению нитей, несмотря на различие образцов в толщине материала и объемном заполнении.

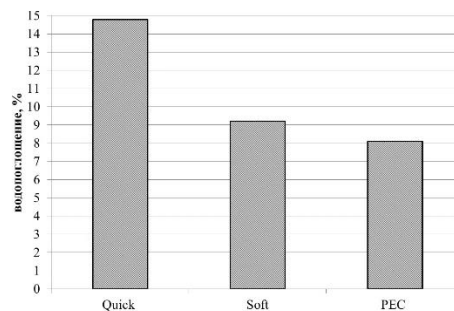


Рис. 2

Трикотажные полотна, выработанные из нитей QuickDry и Soft (рис. 3 – оценка смачиваемости трикотажных материалов), имеют краевой угол смачивания менее 90°, что характерно гидрофильным материалам. За счет многоканальности на поверхности элементарных нитей QuickDry и микрофиламентности нити Soft поверхностное натяжение между твердым телом и границей раздела жидкости уменьшается, обеспечивая высокую смачиваемость. Полотна из текстурированных полиэфирных нитей имеют угол смачивания более 100°, как у всех гидрофобных материалов, капля имеет округлую форму.

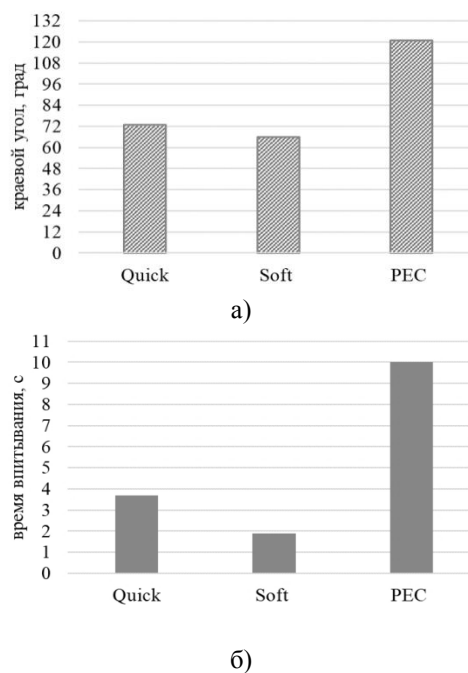


Рис. 3

Наиболее стремительное впитывание капли жидкости с поверхности материала происходит на полотне из микрофила-

ментных нитей – менее 2 с (рис. 3), благодаря наличию 288 филаментов, которые формируют большую удельную поверхность, обеспечивая высокую смачиваемость. Для нити QuickDry время впитывания составило 3,8 с. Оба полотна можно отнести к быстро впитывающим материалам. Для полотен из традиционной полиэфирной нити время составило более 10 с, результат неудовлетворительный.

Результаты динамики поглощения трикотажными полотнами в течение 60 мин жидкости путем поверхностного и массового заполнения представлены на рис. 4 (динамика водоемкости трикотажных полотен из функциональных нитей). На графиках эмпирические точки соответствуют времени измерения (1, 5, 10, 15, 20...60 мин).

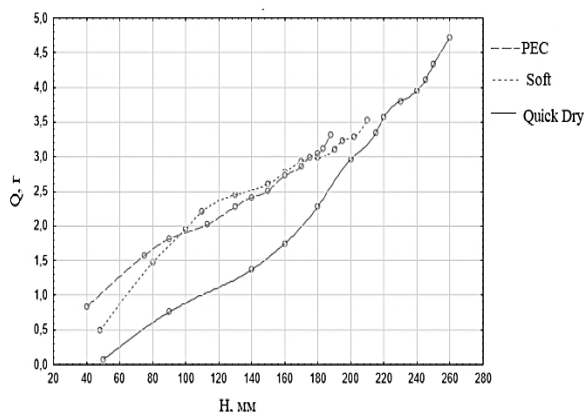


Рис. 4

Трикотажные полотна из нитей QuickDry отличаются высокими сорбционными свойствами: высота подъема и масса впитанной жидкости за указанный интервал времени максимальные из сравниваемых вариантов. При сравнении двух других образцов очевидно, что высоким градиентом капиллярного поднятия жидкости отличается образец из микрофиламентных нитей – в течение первых 15 мин высота поднятия жидкости составила 110 мм. По истечении времени измерения полотна из нитей Soft имели большее поверхностное и массовое заполнение порового пространства каплями влаги по отношению к образцу из традиционных полиэфирных нитей.

Изучены влагорегулирующие свойства трикотажных полотен из функциональных нитей производства ОАО "СветлогорскХимволокно" (Республика Беларусь). Установлено, что функциональные нити QuickDry и Soft придают изделиям повышенный капиллярный эффект. По результатам оценки показателей функции управления влагой можно утверждать, что полотна из нитей QuickDry являются быстровпитывающими материалами, однако их нельзя классифицировать как быстро сохнущие. Полотна из микрофиламентных нитей Soft обладают двойным эффектом: быстро впитывают и быстро испаряют влагу, что позволит применять их для изготовления изделий с заданными термо-и влагорегулирующими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бесшапошникова В.И., Климова Н.А., Бесшапошникова Н.В., Ковалева Н.Е. Влияние эксплуатационных факторов на паропроницаемость мембранных тканей и пакетов одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 6. С.51...54.
2. Костюкевич В.В. Производство спецволокон и нитей с функциональными свойствами в ОАО "СветлогорскХимволокно" // Мат. II Междунар. научн.-технич. и инвестиционного форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке: Нефтехимия-2019, Минск, 16-18 сентября 2019 г. – Минск: БГТУ, 2019. С. XIII...XIX.
3. Brojeswari Das, A. Das, V.K. Kothari, R.Fanguiero, M. de Araújo Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play // AUTEX Research Journal. – 2007. - Vol. 7, No2. Режим доступа: www.autexrj.org/No2-2007/0236.pdf. – Дата доступа 10.08.2022.
4. Mayur B., Mrinal C., Saptarshi M., Adivarekar R. Moisture Management Properties of Textiles and Its Evaluation // Curr Trends Fashion Technol Textile Eng. – 2018. 3(3): 555611. DOI: 10.19080/CTFT-TE.2018.03.555611.
5. Fanguiero R., Filgueiras A., Soutinho F., Xie-Meid. Wicking behavior and drying capability of functional knitted fabrics // Textile Research Journal. – 2010. - Vol 80(15): 1522–1530 DOI: 10.1177/0040517510361796, Режим доступа: http://www.sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav. – Дата доступа: 19.08.2022.
6. Asfand N., Basra S.A. Analysis of textile capillarity evaluation methods: literature review // The International Young Researchers Conference "INDUS-

TRIAL ENGINEERING 2020”, Kaunas, May 14 - Lithuania, 2020 Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/344220269>. - Дата доступа 04.09.2022.

7. Скобова Н.В., Ясинская, Н.Н. Оценка сорбционных свойств текстильных материалов из функциональных нитей // Мат.Всероссийск.научн.-практич.конф. с международным участием: Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий. – В 2-х частях, сост. и отв.ред. Т.В. Лебедева.– Кострома, 2022. С. 43...46.

8. Скобова Н.В., Ясинская Н.Н., Даниленко А.Е., Сохова А.В. Оценка специальных свойств функциональных нитей и трикотажных полотен из них для формирования многослойных обувных материалов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2021. Т. 53. № 3. С. 68...72.

9. Браславский В.А. Капиллярные процессы в текстильных материалах. – М.: Легпромбытиздат, 1987.

## REFERENCES

1. Besshaposhnikova V.I., Klimova N.A., Besshaposhnikova N.V., Kovaleva N.E. Influence of operational factors on the vapor permeability of membrane fabrics and clothing packages // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. –2020, No. 6.P. 51...54.

2. Kostyukevich V.V. Production of special fibers and threads with functional properties at OJSC "SvetlogorskKhimvolokno" // Petrochemistry-2019: materials of the II International Scientific, Technical and Investment Forum on Chemical Technologies and Oil and Gas Processing, Minsk, September 16-18, 2019 – Minsk: BSTU, 2019. P. 13...19.

3. Brojeswari Das, A. Das, V.K. Kothari, R.Fanguiero, M. de Araújo Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play // AUTEX Research Journal. – 2007. - Vol. 7, No, available at: [www.autexrj.org/No2-2007/0236.pdf](http://www.autexrj.org/No2-2007/0236.pdf).

4. Mayur B, Mrinal C, Saptarshi M, R Adivarekar Moisture Management Properties of Textiles and Its Evaluation // Curr Trends Fashion Technol Textile Eng. – 2018. - 3(3): 555611. DOI: 10.19080/CTFT-TE.2018.03.555611.

5. Fanguiero R., Filgueiras A., Soutinho F., Xie-Meid Wicking behavior and drying capability of functional knitted fabrics // Textile Research Journal. – 2010. - Vol 80(15): 1522–1530 DOI: 10.1177/0040517510361796, available at: <http://www.sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav>.

6. Asfand N., Basra, S.A. Analysis of textile capillarity evaluation methods: literature review // The International Young Researchers Conference “INDUSTRIAL ENGINEERING 2020”, Kaunas, May 14 - Lithuania, 2020, available at: <https://www.researchgate.net/publication/344220269>.

7. Skobova N.V., Yasinskaya N.N. (2022) Evaluation of the sorption properties of textile materials from functional yarns [Ocenkasorbcionnyhsvoystvttekstil'nyhmaterialovizfunkcional'nyhнитей], Research and development in the field of design and technology: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. In 2 parts, comp. and отв.red. T.V. Lebedeva, – Kostroma, 2022, pp.43...46.

8. Skobova N.V., Yasinskaya N.N., Danilenko A.E., Sokhova A.V. Evaluation of the special properties of functional yarns and knitted fabrics from them for the formation of multilayer shoe materials // News of higher educational institutions. Light industry technology. – 2021. V.53. №3. P.68...72.

9. Braslavsky, V. A. Capillary processes in textile materials. – Moscow: Legprombytizdat, 1987.

Рекомендована организационным комитетом Международной научно-технической конференции "Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2022)". Поступила 01.11.22.

## ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ И ВЛАЖНОСТИ НА ОДНОЦИКЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ

### EFFECT OF RELATIVE LOAD AND HUMIDITY ON SINGLE CYCLE CHARACTERISTICS OF COTTON YARN

*O.V. KASHCHEEV, YU.S. SHUSTOV*

*O.V. KASHCHEEV, YU.S. SHUSTOV*

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

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: 6145263@mail.ru

*Оценка качества одноцикловых характеристик хлопчатобумажной пряжи зависит от многих факторов. В процессе эксплуатации нити подвергаются механической нагрузке, в результате чего происходит увеличение пластической и остаточной деформации. В работе проведена оценка влияния предварительной относительной нагрузки и относительной влажности на показатели механических характеристик рассматриваемых материалов, что позволяет правильно контролировать качество рассматриваемых материалов.*

*Evaluation of single-cycle characteristics quality of cotton yarn depends on many factors. During operation, the threads are subjected to a mechanical load, resulting in an increase in plastic and residual deformation. The work evaluated the influence of the preliminary relative load and relative humidity on the mechanical characteristics of the materials in question, which allows proper control of the materials' quality in question.*

**Ключевые слова:** хлопчатобумажная пряжа, одноцикловые характеристики, предварительная нагрузка, относительная влажность.

**Keywords:** cotton yarn, single-cycle characteristics, pre-load, relative humidity.

#### *Введение*

За последние годы в связи с резким возрастанием себестоимости исходного продукта вопросам повышения качества текстильных материалов уделяется все большее внимание [1...6].

Для оценки поведения рассматриваемых объектов важными показателями, характеризующие свойства нитей, являются механические показатели. Немалую роль здесь играют одноцикловые характеристики, которые получаются в процессе растяжения нитей, т.е. осуществляется процесс

"нагрузки – разгрузки – отдыха" [7]. С помощью данной характеристики становится возможным оценивание поведения нити в зависимости от ее составных частей, а именно быстро обратимой, медленно обратимой и остаточной циклической деформации, а на основании полученных данных определять область применения рассматриваемого материала и условия его эксплуатации.

#### *Метод исследования*

В качестве объектов исследования была рассмотрена хлопчатобумажная пряжа ли-



нейной плотности 25 текс. В табл. 1 приведены основные структурные характеристики пряжи.

Т а б л и ц а 1

№	Показатели	Значения
1	Линейная плотность, текс	25
2	Разрывная нагрузка, Н	2,87
3	Разрывное удлинение, %	5,5
4	Крутка, кр/м	768
5	Коэффициент крутки	122
6	Коэффициент вариации, %:	
	- по линейной плотности	5,4
	- по разрывной нагрузке	11,6
	- по крутке	7,9

Т а б л и ц а 2

Величина относительной нагрузки в долях	Нагрузка									Разгрузка								
	время T <sub>1</sub> от начала нагрузки, мин									время T <sub>2</sub> от снятия нагрузки, мин								
	0,05	0,55	2	7	22	50	110	170	240	0,05	0,55	2	7	22	50	110	170	240
0,1	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
0,25	2,8	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,0	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2
0,5	4,0	4,4	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,4	5,5	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8	3,8	3,6	3,5	3,5

На рис. 1 представлена диаграмма изменения значения полной деформации и ее составных частей, где ряд 1 соответствует

величине относительной деформации 0,1; ряд 2 – 0,25; ряд 3 – 0,5.

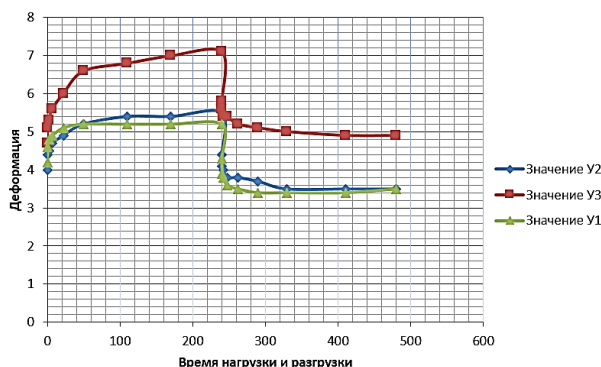
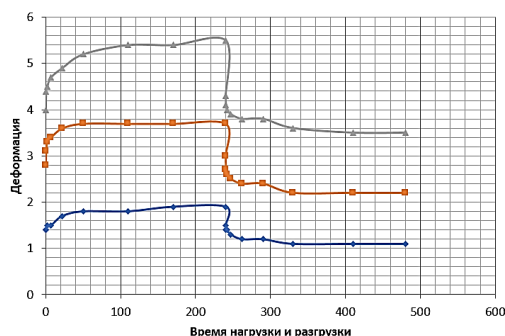


Рис. 1

Как видно из приведенных на рис. 1 данных, с возрастанием относительной нагрузки значительно возрастает величина деформации.

В то же время влажность существенно влияет на физико-механические свойства текстильных нитей. Для этого в работе

исследовано поведение рассматриваемых образцов при изменении влажности образцов. Исследования проводили при относительной влажности 40, 65, 90% и при относительной нагрузке 0,5 от разрывной (табл. 3).

Таблица 2

Относительная влажность, %	Нагрузка									Разгрузка								
	время T <sub>1</sub> от начала нагрузки, мин									время T <sub>2</sub> от снятия нагрузки, мин								
	0,05	0,55	2	7	22	50	110	170	240	0,05	0,55	2	7	22	50	110	170	240
40	4,2	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	4,3	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
65	4,0	4,4	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,4	5,5	4,4	4,1	4,0	3,8	3,8	3,7	3,5	3,5	3,5
90	4,7	5,1	5,3	5,6	6,0	6,6	6,8	7,0	7,1	5,8	5,6	5,4	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,9

На рис. 2 показано изменение величины деформации от значения относительной влажности рассматриваемого материала. Анализ показывает, что с увеличением влажности деформация возрастает, причем наибольшее изменение наблюдается при относительной влажности 90%.

Таким образом, при проведении исследований необходимо учитывать значения величины относительной нагрузки и относительной влажности.

## ВЫВОДЫ

Анализ проведенных исследований показывает важность оценки механических свойств пряжи, к числу которых относятся одноцикловые характеристики, т.к. они позволяют выявить поведение пряжи при различных видах нагрузки. Установлено, что на свойства пряжи оказывают существенное влияние относительная нагрузка предварительного натяжения и относительная влажность рассматриваемого материала. Это позволяет осуществлять правильный выбор для условий эксплуатации текстильных материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Системный анализ вязкоупругости текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3. С.11...14.
2. Киселев М.В. Конечно-элементное представление механических моделей вязкоупругих волокон и нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6С. С.24...26.
3. Некрашевич А.Б., Тиранов В.Г., Постников А.В. Изменение упругорелаксационных характеристик нити в зависимости от влажности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.22...24.
4. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити) – М.: Легпромиздат, 1989.

5. Шеромова И.А., Старкова Г.Н., Железняков А.С. Исследование напряженно-деформируемого состояния волокнистых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3. С.21...23.

6. Богатырева М.С., Ерохова М.Н. Уточнение модели вязкоупругого тела с переменной во времени вязкостью // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №6. С.15...18.

7. Шустов Ю.С., Кирюхин С.М. Текстильное материаловедение и управление качеством. – М.: ИНФРА-М, 2022.

## REFERENCES

1. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. System analysis of the viscoelasticity of textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №3. P.11...14.
2. Kiselev M.V. A finite element representation of mechanical models of viscoelastic fibers and threads // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2006, №6С. P.24...26.
3. Nekrashevich AB, Tyranov VG, Postnikov A.V. Change in elastic relaxation characteristics of the thread depending on humidity // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, №1. P.22...24.
4. Kukin G.N., Soloviev A.N., Koblyakov A.I. Textile material science (fibers and threads) - M.: Legpromizdat, 1989.
5. Sheromova I.A., Starkova G.N., Zheleznyakov A.S. Research of the stressed-deformable state of fibrous materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2008, №3. P.21...23.
6. Bogatyreva M.S., Erokhova M.N. Clarification of the model of a viscoelastic body with a viscosity variable in time // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2004, №6. P.15...18.
7. Shustov Y.S., Kiryukhin S.M. Textile materials science and quality management. – M.: INFRA-M, 2022.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 07.11.22.

## УСТАНОВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВИЯ МАРКИРОВКИ ШВЕЙНЫХ НИТОК ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИХ ПОТРЕБИТЕЛЯМ

## ESTABLISHMENT OF NON-CONFORMITY OF SEWING THREADS MARKING WHEN SELLING THEM TO CONSUMERS

*М.А. СТАШЕВА, Б.Н. ГУСЕВ*

*M.A. STASHEVA, B.N. GUSEV*

(Ивановский государственный политехнический университет)

(IvanovoStatePolytechnicalUniversity)

E-mail: mtsm@ivgpu.ru

*Доля контрафактной продукции текстильной и легкой промышленности в Российской Федерации остается еще достаточно высокой. Главными причинами этого являются прозрачность таможенных границ в ЕАЭС и недостаточная проработанность межгосударственных мер по противодействию контрафактной продукции. Действенным мероприятием против появления на рынке контрафактной продукции является процедура маркировки потребительской продукции. В этом направлении Правительством РФ (распоряжение № 792-р от 28.04.2018 года) определен список (более 50 наименований) товаров текстильной и легкой промышленности, подлежащих обязательной маркировке. Для поддержания требуемого уровня технологии производства и качества текстильных и швейных изделий необходимо также обеспечить соответствующий уровень качества расходных материалов (например, швейных ниток). Для данного вида текстильной продукции важна достоверная информация о показателях назначения, которая в отдельных случаях может не соответствовать нормативным значениям.*

*Для установления соответствия нормативных и фактических значений исследуемых швейных ниток были проанализированы действующие технические условия на их производство, а также проведены испытания по показателям назначения. В результате исследований были выявлены образцы, которые не соответствовали маркировке по показателям назначения.*

*Выявленная ситуация с фальсификатом швейных ниток объясняется тем, что швейные нитки не подлежат процедуре обязательного подтверждения соответствия в форме сертификации или декларирования. Поэтому торговым организациям, реализующим швейные нитки, рекомендовано требовать от поставщиков добровольного подтверждения соответствия продукции в соответствии с нормативно-технической документацией в части показателей назначения, а именно волокнистого состава, показателя толщины и способа производства. Показано, что такая мера позволит снизить долю фальсифицированной продукции и повысить удовлетворенность потребителей.*

*The share of counterfeit textile and light industry products in the Russian Federation remains quite high. The main reasons for this are the transparency of customs borders in the EAEU and the lack of elaboration of interstate measures to*

*counter counterfeit products. An effective measure against the appearance of counterfeit products on the market is the procedure for labeling consumer products. In this direction, the Government of the Russian Federation (Order No. 792-r of 28.04.2018) has defined a list (more than 50 names) of textile and light industry goods subject to mandatory labeling. In order to maintain the required level of production technology and quality of textile and clothing products, it is also necessary to ensure the appropriate level of consumables quality (for example, sewing threads). For this type of textile products, reliable information about the destination indicators is important, which in some cases may not correspond to the regulatory values.*

*To establish compliance with the normative and actual values of the studied sewing threads, the current technical conditions for their production were analyzed, and tests were carried out on the indicators of the purpose. As a result of the research, samples were identified that did not correspond to the labeling according to the destination indicators.*

*The revealed situation with the falsification of sewing threads is explained by the fact that sewing threads are not subject to the procedure of mandatory conformity assessment in the form of certification or declaration. Therefore, trade organizations that sell sewing threads are recommended to require suppliers to voluntarily confirm the conformity of products in accordance with regulatory and technical documentation in terms of destination indicators, namely fiber composition, thickness index and production method. It is shown that such a measure will reduce the share of counterfeit products and increase consumer satisfaction.*

**Ключевые слова:** швейные нитки, маркировка, идентификация, качество.

**Keywords:** sewing threads, marking, identification, quality.

#### *Введение*

В настоящее время доля контрафактной продукции текстильной и легкой промышленности остается еще достаточно высокой [1], [2]. Главными причинами этого являются прозрачность таможенных границ в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) и недостаточная проработанность межгосударственных мер по противодействию контрафактной продукции, различными толкованиями в странах ЕАЭС самого понятия "контрафакт". Кроме того, сказываются сравнительно мягкие нормы ответственности в РФ и ЕАЭС за производство и сбыт контрафакта, а также падающая платежеспособность населения, вследствие чего быстро растет спрос на дешевую, хотя и, в большинстве своем, низкокачественную продукцию [3].

Действенным мероприятием против появления на рынке контрафактной продукции является процедура маркировки

потребительской продукции [4]. В этом направлении Федеральное Правительство РФ целенаправленно принимает меры по маркировке отдельных видов продукции текстильной и легкой промышленности. В частности, Федеральный закон № 488 от 19 декабря 2018 года обязывает маркировать текстиль и одежду. Распоряжением Правительства РФ (№ 792-р от 28.04.2018 года) определен список (более 50 наименований) товаров текстильной и легкой промышленности, подлежащих маркировке. В частности, из текстильных изделий это белье, комплекты постельного белья, скатерти, полотенца и другие изделия. Из швейных изделий подвергаются маркировке детская одежда, кожаные пальто, плащи, куртки, костюмы и другие изделия.

Для поддержания требуемого уровня технологии производства и качества перечисленных текстильных и швейных изделий необходимо обеспечение соответ-

ствующего уровня качества расходных материалов (например, швейных ниток) [5...10]. Для данного вида текстильного материала важна достоверная информация о показателях назначения, которая в отдельных случаях может не соответствовать нормативным значениям.

*Объекты и методы исследования*

Объектом исследования служили швейные нитки различного ассортимента [11]. Всего были исследованы девять образцов швейных ниток, приобретенных в розничной торговле г. Иванова. Следует отметить, что единственная доступная потребителю информация о данном товаре является маркировка условным обозначением

на пластмассовой втулке (патроне). При этом производитель товара был неизвестен (на единичной продукции производитель не обозначен, продавец информацию не предоставил).

Для установления номинальных (нормативных) значений по показателям назначения швейных ниток были проанализированы технические условия в соответствии с нормативными документами, представленными в табл. 1. Отмечаем, что при отсутствии нормативных значений показателей качества можно воспользоваться соответствующими методиками для их прогнозирования [12].

Таблица 1

Номер	Наименование
ГОСТ 6309-93	Нитки швейные хлопчатобумажные. Технические условия
ГОСТ 22665-83	Нитки швейные из натурального шелка. Технические условия
ТУ 8147-028-00319629-2000	Нитки армированные
ТУ 8147-024-00319629-2000	Нитки швейные лавсановые штапельные

Исследованию подвергались показатели назначения, а именно волокнистый состав, способ производства и линейная плотность. Волокнистый состав швейных ниток определяли в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56561-2015, а линейную плотность на основании ГОСТ 6611.1-73.

*Результаты и обсуждения*

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2, где условное обозначение объектов исследования (швейных ниток) определено по нормативной до-

кументации, представленной в табл. 1: ЛЛ – армированная нить из полиэфирного сердечника и полиэфирной оплетки; ЛХ – армированная нить из полиэфирного сердечника и хлопковой оплетки; ЛШ – пряжа из полиэфирных волокон; цифровое обозначение показывает линейную плотность в текс. В рабочем поле табл. 2 приняты следующие обозначения: Х - хлопок; П – полиэфир; НШ – натуральный шелк; АН – армированная нить; КН – комплексная нить; Пр – пряжа.

Таблица 2

Условное обозначение	Волокнистый состав		Способ производства		Линейная плотность, текс		Соответствие маркировке
	н	ф	н	ф	н	ф	
44 ЛХ	Х, П	Х, П	АН	АН	45,0±1,3 (-3,2)	45,5	+
35 ЛЛ	П	П	АН	АН	34,5±2,1	35,4	+
45 ЛЛ (белые)	П	П	АН	АН	43,5±2,6	44,8	+
45ЛЛ (синие)	П	П	АН	Пр	43,5±2,6	48,2	-
40	Х	Х	Пр	Пр	50,0±2,5 (-3,0)	50,4	+
40ЛШ	П	П	Пр	Пр	40,0±3,2	41,8	+
33а	НШ	НШ	КН	КН	31,0±2,3	33,1	+
100ЛЛ	П	П	АН	АН	103,0±6,2	47,4	-
44ЛХ	Х, П	П	АН	АН	45,0±1,3 (-3,2)	46,3	-

Примечание: н – номинальное; ф – фактическое; (+) – соответствует маркировке; (-) – не соответствует маркировке.

В результате исследований было выявлено (табл. 2), что из девяти образцов швейных ниток три образца оказались не соответствующими маркировке. А именно, швейные нитки, промаркированные 45 ЛЛ (синие), не соответствуют маркировке по показателю "способ производства", т.к. не являются армированной нитью, что следует из условного обозначения. При фактическом анализе они оказались крученой пряжей в три сложения. Нитки, промаркированные 100 ЛЛ, не соответствуют маркировке по показателю "линейная плотность", т.к. фактические данные показывают вдвое меньшую линейную плотность. Нитки, промаркированные как 44 ЛХ, не соответствуют маркировке по показателю волокнистого состава, т. к. состоят из полиэфира и не содержат в составе хлопок, как было заявлено маркировкой (ЛХ).

Таким образом, выделенные три образца являются фальсификатом, т.е. некачественной подделкой. Потребитель, приобретающий данные швейные нитки и ориентируясь на маркировку показателя толщины, волокнистого состава и способа производства, не сможет применить данную продукцию по требуемому назначению или не получит желаемого качества изготавливаемого или ремонтируемого швейного либо обувного изделия, т. к. швейные нитки приобретаются в розницу для целей пошива или ремонта именно таких изделий. Кроме этого у потребителя может сформироваться негативное послепродажное отношение как к самому продавцу ниток, так и к производителям, выпускающим оригинальные нитки с аналогичной маркировкой.

## ВЫВОДЫ

Выявленные в результате проведенного исследования несоответствия номинальных и фактических значений показателей назначения швейных ниток как с расходным материалом при производстве швейных изделий различного назначения может быть объяснена тем, что швейные нитки не подлежат процедуре обязательного подтверждения соответствия в форме серти-

фикации или декларирования [13]. Поэтому можно рекомендовать торговым организациям, реализующим швейные нитки, требовать от поставщиков добровольного подтверждения соответствия продукции данным нормативно-технической документации в части волокнистого состава, показателя толщины и способа производства. В итоге такая мера позволит снизить долю фальсифицированной продукции, производимой предприятиями текстильной и легкой промышленности, и тем самым повысить удовлетворенность потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. Материаловедение: традиции, достижения, перспективы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №4. С. 31...36.
2. Сташева М.А., Дрягина Л.В., Гусев Б.Н. Анализ причин снижения качества швейных изделий // Технологии и качество. – 2020, №4. С. 7...10.
3. [http://e-mm.ru/professional/view/kontrakt\\_vse\\_eshhe\\_v\\_sile\\_721/](http://e-mm.ru/professional/view/kontrakt_vse_eshhe_v_sile_721/) (дата обращения 10.10.2022).
4. Грузинцева Н.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Формирование штрихкода о качестве текстильных и швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.136...139.
5. Белова И. Ю., Романов В.Е., Чельшев А.М. Выбор ассортимента швейных ниток при проектировании технологического процесса изготовления швейных изделий специального назначения // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2015. Т. 27, № 1. С. 92...95.
6. Шустов Ю. С., Давыдов А.Ф. Экспертиза текстильных изделий. – М.: Московский государственный университет дизайна и технологии, 2016.
7. Белова И. Ю., Минофьева Н.А. Экономические аспекты выбора швейных ниток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 2. С. 5...8.
8. Труевцева О. А., Сухарев П.А. Сравнительный анализ качества швейных ниток отечественного производства // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013. Т. 20, № 2. С. 9...12.
9. Ульянова Н. В., Гришанова С.С. Комплексный анализ показателей качества синтетических швейных ниток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6. С. 26...31.
10. Ul'yanova N.V., Grishanova S.S. Comprehensive Analysis of Quality Parameters of Synthetic Sewing Threads // Fibre Chemistry. – 2014. Vol. 46, № 1. P. 67...71.

11. Бузов Б. А., Смирнова Н.А., Жихарев А.П. Разработка классификации швейных ниток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 6. С.15...17.

12. Пестерева Л.А., Стасьева М.А. Установление нормативных значений для показателей качества штапельных швейных ниток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6. С.128...130.

13. Стасьева М.А., Новосад Т.Н., Евсеева Н.В., Гусев Б.Н. Испытание трикотажных полотен с целью подтверждения их соответствия // Технологии и качество. – 2020, №1. С. 22...25.

#### REFERENCES

1. Gusev B.N., Matrokhin A.Yu. Material science: traditions, achievements, prospects // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2018, No. 4. pp. 31...36.

2. Stasheva M.A., Dryagina L.V., Gusev B.N. Analysis of the reasons for the decline in the quality of sewing products // Technologies and quality. – 2020, No. 4. pp. 7...10.

3. [http://e-mm.ru/professional/view/kontrafakt\\_vse\\_eshhe\\_v\\_sile\\_721/](http://e-mm.ru/professional/view/kontrafakt_vse_eshhe_v_sile_721/) (accessed 10.10.2022).

4. Gruzintseva N.A., Lysova M.A., Gusev B.N. Formation of a barcode on the quality of textile and clothing products // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2012, No. 3. pp. 136...139.

5. Belova I. Yu., Romanov V.E., Chelyshev A.M. Selection of an assortment of sewing threads in the design of the technological process of manufacturing special-purpose sewing products // News of universities. Light industry technology. - 2015, Vol. 27, No. 1. pp. 92...95.

6. Shustov Yu. S., Davydov A.F. Examination of textile products. – Moscow: Moscow State University of Design and Technology. - 2016. – 183 p.

7. Belova I. Yu., Minofyeva N.A. Economic aspects of the choice of sewing threads // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2014, No. 2. p. 5...8.

8. Truevtseva O. A., Sukharev P.A. Comparative analysis of the quality of sewing threads of domestic production // News of universities. Light industry technology. - 2013, Vol. 20, No. 2. p. 9...12.

9. Ulyanova N. V., Grishanova S.S. Complex analysis of quality indicators of synthetic sewing threads // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, No. 6. pp. 26...31.

10. Ul'yanova N.V., Grishanova S.S. Comprehensive Analysis of Quality Parameters of Synthetic Sewing Threads // Fibre Chemistry. – 2014, Vol. 46, No 1. P. 67...71.

11. Buzov B. A., Smirnova N.A., Zhikharev A.P. Development of classification of sewing threads // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2009, No. 6. pp. 15...17.

12. Pestereva L.A., Stasheva M.A. Establishment of normative values for quality indicators of staple sewing threads // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2014, No. 6. pp. 128...130.

13. Stasheva M.A., Новосад Т.Н., Евсеева Н.В., Гусев Б.Н. Testing of knitted fabrics in order to confirm their compliance // Technologies and quality. – 2020, No. 1. pp. 22...25.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 21.11.22.

## ОСОБЕННОСТИ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМАЦИИ В ВАЛЯЛЬНО-ВОЙЛОЧНОМ МАТЕРИАЛЕ

### FEATURES OF DEFORMATION ENERGY DISSIPATION IN FELTING-FELT MATERIAL

И.Н. ЛЕДЕНЕВА, Е.А. КИРСАНОВА, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ

I.N. LEDENEVA, E.A. KIRSANOVA, P.A. SEVOSTYANOV, V.S. BELGORODSKY

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

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: ledeneva-in@rguk.ru; kirsanova-ea@rguk.ru; sevostyanov-pa@rguk.ru

*Рассмотрена проблема диссипации остаточной внутренней механической энергии в нетканом материале. Выдвинута гипотеза о наличии остаточной энергии механической деформации в волокнистом материале и изменении характеристик и формы нетканого валяльно-войлочного материала как результата диссипации этой энергии. Предложена нелинейная динамическая модель изменения деформационных характеристик материала во времени и, как следствие, получена качественная картина динамики диссипации остаточной механической энергии в нетканом волокнистом материале на примере обувного войлока.*

*The problem of dissipation of residual internal mechanical energy in a nonwoven material is considered on the example of shoe felt. A hypothesis was put forward about the presence of the mechanical deformation residual energy in the fibrous material and the change in the characteristics and shape of the nonwoven felting-felt material as a result of this energy dissipation. A non-linear dynamic model is proposed for the change in the deformation characteristics of a material over time and, as a result, a qualitative picture of the residual mechanical energy dissipation dynamics in a nonwoven fibrous material is obtained in shoe felt as an example.*

**Ключевые слова:** нетканый волокнистый материал, обувной войлок, упругая, эластическая, пластическая деформация, диссипация энергии, динамическая математическая модель.

**Keywords:** nonwoven fibrous material, shoe felt, elastic, plastic deformation, energy dissipation, dynamic mathematical model.

#### *Введение*

Известно, что способность обуви сохранять свою форму после снятия с колодки и в период эксплуатации в большей степени зависит не столько от свойств пакета материалов, сколько от свойств материала верха. Для решения задачи повышения формоустойчивости обуви с верхом из войлока существует несколько путей ре-

шения: совершенствование конструкции обуви и технологии ее изготовления, использование новых дублирующих материалов [1].

При производстве обуви и последующей ее эксплуатации материалы подвержены многократному действию внешней среды, вызывающей как обратимые, так и необратимые изменения исходных свойств. Со-



гласно теории наследственной вязкоупругости Больцмана-Вольтерра показатели свойств, характеризующих состояние объекта в данный момент времени, зависят от предыстории материала: состава и характеристик строения, которые определяются технологией их получения и рядом иных факторов. Поэтому при многократном действии внешней среды показатели вязкоупругих свойств изменяются по отношению к исходным и стремятся к новым равновесным значениям [2].

Использование математического аппарата в научных исследованиях позволяет рационально подойти к процессу прогнозирования свойств обуви с верхом из войлока, формируемых в процессе ее изготовления и эксплуатации. При решении многих практических задач сложность принимаемых решений зависит, прежде всего, от двух условий: количества альтернативных вариантов и большого количества разнородных критериев, на основании которых необходимо принимать решение. Принять "правильное решение" – значит выбрать такой вариант из числа рассматриваемых, который с учетом всех разнообразных и противоречивых требований будет в некотором смысле оптимальным [3].

Многие волокнистые материалы в процессе эксплуатации или хранения существенным образом изменяют свои характеристики, в частности, способность сопротивляться внешним механическим воздействиям [4...7]. Эта особенность напрямую отражается на внешнем виде изделий из таких материалов и продолжительности их использования. В отличие от металлических и полимерных материалов процессы изменения характеристик волокнистых материалов связаны не только с изменениями на атомарном, молекулярном или надмолекулярном уровне вещества, из которого изготовлены волокна, но в большой мере от изменения структуры волокнистого материала на уровне взаимодействия между отдельными волокнами разной пространственной формы (прямой, извитой, спирально и т.п.) и степенью контактов в зависимости от характера поверхности волокон [8], [9], [11]. Поскольку существует

много источников таких изменений, а сами изменения носят статистический характер, закономерности изменений характеристик волокнистых материалов обычно получают как эмпирические зависимости в виде регрессионных формул для частных случаев, факторов и задач.

Другой путь исследований заключается в построении модели динамики изменения характеристик материала на основе некоторых общих представлений о механизме поведения волокнистого материала под действием внешних и внутренних факторов [8...10], [12...18]. Такой подход позволяет получить модель с малым числом неизвестных параметров при качественно адекватном описании явления. В данной работе именно этот подход и использован для моделирования изменений в динамике поведения волокнистого материала с учетом предыстории его существования и прогноза напряженно-деформированного состояния валяльно-войлочных материалов в обуви.

#### *Методы*

Далее в качестве объекта рассмотрения выберем нетканый материал (НМ), например, войлок обувной ОСТ 17-531–75. Для структуры НМ характерны хаотическая форма и ориентация волокон [6], [7], [10], [19]. Волокна в НМ механически контактируют между собой, причем площадки контакта, их размер, ориентация в пространстве, количество по длине волокна и силы контакта случайны. При этом даже усредненные оценки этих параметров структуры НМ могут быть получены лишь с большим разбросом значений.

В первом приближении динамика деформации материала в процессе эксплуатации складывается из обратимой упругой и эластической деформации и необратимой пластической деформации. Динамическую модель (модель I) с одной степенью свободы, учитывающую эти составляющие, представим дифференциальным уравнением второго порядка:

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + a^2x(t) = f(t). \quad (1)$$

В этом уравнении  $x(t)$  описывает изменение некоторой характеристики, например, плотности НМ на единицу площади ( $\text{г}/\text{мм}^2$ ), в некоторой локальной области материала. Функция  $f(t)$  описывает напряжение, возникающее в НМ под действием внешней нагрузки. Составляющая  $a^2 \cdot x(t)$  равна силе сопротивления НМ, вызванной упругой деформацией. Слагаемое  $b \cdot dx(t)/dt$  равно силе сопротивления пластической составляющей деформации НМ. Эту составляющую обычно, для упрощения модели, считают пропорциональной скорости изменения  $x(t)$ . Для медленных деформаций, характерных при эксплуатации НМ, сделанные предположения и допущения можно считать приемлемыми.

Именно такие связи между изменениями характеристики материала и силами его сопротивления этим изменениям принимают как для обратимой упругой составляющей (в их основе – закон Гука), так и для необратимой пластической составляющей, связанной с силами внутреннего трения между элементами материала. Эти силы внутреннего трения приводят к диссипации внутренней энергии НМ и необратимости его деформации. Коэффициенты  $a$  и  $b$  отображают величину вклада каждой из составляющих в сопротивление материала внешним нагрузкам.

Знак у этих составляющих означает, что они действуют в сторону, противоположную внешнему механическому напряжению, и тем самым "работают" как сопротивление тем изменениям в материале, которые создает в нем внешняя нагрузка.

Для согласования элементов уравнения по размерности примем следующие размерности для параметров и переменных, входящих в уравнение (1):

$$[x] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}, \quad [f] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}, \quad [a] = \frac{1}{\text{с}}, \quad [b] = \frac{1}{\text{с}}.$$

Очевидно, что параметры  $a$  и  $b$  имеют размерность, обратную размерности времени. Коэффициент  $a$  определяет собственную частоту упругих колебаний, которые возникают в материале при отсутствии или малой величине диссипации

энергии. Коэффициент  $b$  пропорционален скорости диссипации энергии в материале в единицу времени.

#### Результаты и обсуждения

Решим уравнение (1) в численном виде с использованием процедуры `ode45` системы Matlab при начальных условиях  $x(t=0) = 1$  и  $dx(t=0)/dt = 0$  и постоянной величине напряжения  $f(t) = 1$ , которое "включается" в момент  $t = 0$ . Параметры  $a = 0,2 \text{ с}^{-1}$ ,  $b = 0,1 \text{ с}^{-1}$ .

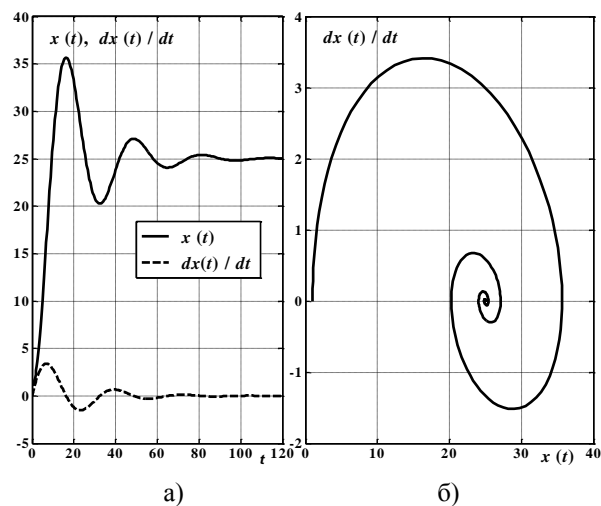


Рис. 1

Динамика изменения плотности (деформации)  $x(t)$  и скорости деформации  $dx(t)/dt$  во времени показаны на рис.1-а (рис. 1 – диссипация внутренней энергии НМ под действием постоянно действующей внешней нагрузки (модель I)). Видно, что сначала материал частично восстанавливает начальную форму, но со временем способность к восстановлению уменьшается, и материал переходит в некоторое остаточное деформированное состояние.

На рис.1-б показана диссипация внутренней энергии материала. Эта энергия на отрезке времени  $[t_1; t_2]$  пропорциональна площади сектора, "ометаемого" радиусом - вектором из начала координат между изображающими точками фазовой траектории за этот отрезок времени. Очевидно, что с течением времени эта энергия уменьшается. Легко показать, что эта энергия убывает по экспоненте  $\sim \exp(-2bt)$ , т.е. параметр  $b$  в уравнении (1) задает скорость диссипации энергии в материале.

Более реалистичную и близкую к наблюдаемым экспериментальным данным модель получим, если примем, что внешние нагрузки  $f(t)$  на НМ являются переменными во времени величинами. Чтобы наглядно представить влияние переменной нагрузки, периодичности и амплитуды ее воздействия, зададим функцию  $f(t)$  в виде последовательности импульсов (рис. 2 – модель периодического импульсного воздействия на НМ).

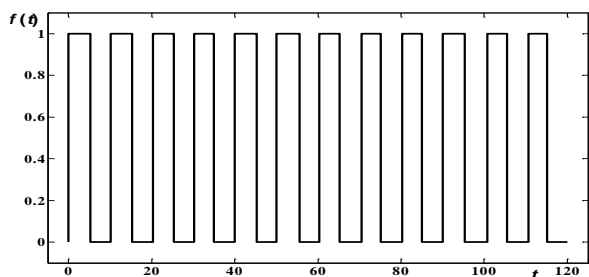


Рис. 2

Импульсы имеют прямоугольную форму, одинаковую амплитуду, равную 1, и период появления  $T_0$ . Продолжительности импульсов и пауз между ними одинаковы и равны  $T_0 / 2$ .

При использовании модели I результат моделирования поведения НМ под действием такого периодического воздействия на него показан на рис. 3 (рис. 3 – реакция НМ под действием периодической импульсной внешней нагрузки (модель I)).

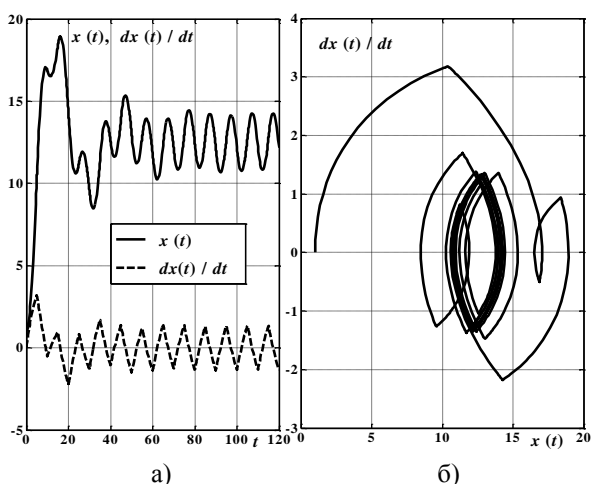


Рис. 3

Видно, что после переходного процесса НМ периодически меняет свое состояние в

соответствии с действием внешней периодической нагрузки. При этом не происходит уменьшения внутренней энергии до нуля. Это объясняется тем, что параметры модели НМ остаются постоянными во времени, а внешняя нагрузка "подпитывает" систему энергией.

В реальности любой материал, в том числе и НМ, со временем теряет свои упругие свойства, что приводит к необратимому изменению его формы.

Для включения в модель этого эффекта введем в модель I зависимость параметров от времени. Очевидно, что упругость НМ со временем уменьшается. Смоделируем это уменьшение функцией,  $a(t) = a_0 \exp(-t / T_a) + a_1$ . Здесь вводится новый параметр  $T_a$  – характерное время уменьшения коэффициента упругости до минимального значения (полное время  $(3 - 4) T_a$ ). Параметр  $a_1$  задает остаточное значение коэффициента упругой составляющей деформации. При этом его начальное значение равно  $a_0 + a_1$ .

Зададим также вместо постоянного параметра  $b$  переменную, зависящую от времени. Из экспериментальных результатов следует, что величина диссипации энергии в НМ под действием нагрузок постепенно нарастает. Это означает, что параметр  $b$  должен постепенно увеличиваться. Смоделируем это нарастание функцией  $b(t) = b_0 (1 - \exp(-t/T_b))$ .

Здесь параметр  $T_b$  – характерное время увеличения коэффициента диссипации до наибольших значений. В соответствии с этой функцией диссипация внутренней энергии в материале постепенно увеличивается от нуля при  $t = 0$  до некоторого предельного значения, которое задается значением параметра  $b_0$ .

Модификация модели I приводит к модели II:

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b_0 \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{T_b}\right) \right) \frac{dx(t)}{dt} + \left( a_0 \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) + a_1 \right)^2 x(t) = f(t). \quad (2)$$

Рассмотрим численное решение этого уравнения при тех же начальных условиях  $x(t=0) = 1$  и  $dx(t=0)/dt = 0$  и периодической функции  $f(t)$ , состоящей из последовательности одинаковых прямоугольных импульсов единичной амплитуды с периодом следования  $T_0$  и длительностью  $T_0/2$ .

На рис. 4 (рис. 4 – реакция нетканого материала под действием периодической импульсной внешней нагрузки (модель II)) показаны графики функций деформации, скорости деформации, импульсов внешней нагрузки на НМ и фазовая траектория изменения состояний НМ во времени.

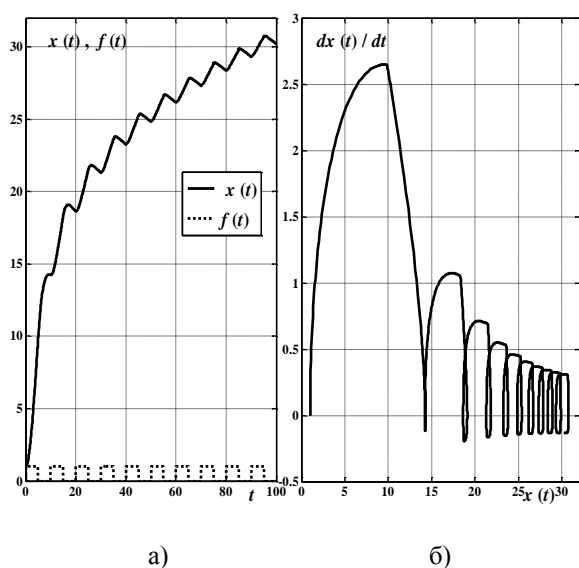


Рис. 4

Анализ кривых (рис.4) показал, что сначала войлок в большей степени реагирует своей упругой составляющей сопротивлением деформации, пытаясь восстановить свою форму после действия нагрузки. Затем начинает нарастать пластическая составляющая, которая увеличивается либо до предела, определяющего разрушение материала в моделируемой локальной области (этот вариант в модели не учтен), либо до достижения некоторого предельного среднего уровня (на приведенных графиках этот предел не достигнут), вокруг которого продолжают малые упругие колебания за счет сохранившейся в материале остаточной упругой составляющей. Фазовая траектория показывает ту же динамику более наглядно с точки зрения диссипации энергии материала.

При формировании валяльно-войлочного материала структура взаимного расположения и взаимодействия волокон приводит к сохранению в волокнах запаса потенциальной энергии упругой деформации. Многочисленные контакты между волокнами предотвращают диссипацию этой механической энергии в тепловую энергию.

В результате эксплуатации со временем и под действием внешних механических, радиационных, влаготепловых факторов происходит диссипация остаточной механической энергии волокон вследствие изменения физико-механических свойств полимерного вещества волокон и контактного взаимодействия между волокнами.

Предложена простая нестационарная динамическая модель процесса диссипации остаточной механической энергии в нетканом материале. Модель позволяет оценить влияние упругой, эластической и пластической частей деформации войлока на скорость и особенности динамики деформации материала во времени и диссипации внутренней энергии материала. Предложенная модель станет вкладом авторов в теорию поведения обувных материалов, что позволит учесть результаты при разработке адресной технологии производства обуви с желаемыми свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леденева И.Н., Зарицкий Б.П. Оценка полуцикловых характеристик валяльно-войлочных материалов // Дизайн и технологии. – 2013, № 33 (75).
2. Леденева И.Н., Зарицкий Б.П. Формуемость и формоустойчивость обуви с верхом из войлока // Дизайн и технологии. – 2014, № 42 (84).
3. Леденева И.Н., Гинзбург Л.И. Методика прогнозирования гигиенических свойств обуви с верхом из войлока // Дизайн и технологии. – 2016, №49 (91).
4. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А. Особенности проявления флуктуационно-диссипационной теоремы в процессах релаксации волокнистых материалов при действии сил сухого и вязкого трения с учетом их статистических особенностей // Современные технологии хранения, обработки и анализа больших данных // Сб. научн. тр. кафедры автоматизированных систем обработки информации и

управления. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2021. С. 100...104. – EDN HBNPPT.

5. *Sevost'yanov P.A., Seryakova T.V.* Study of deformation of nonwoven fibre material during needle-punching // *Fibre Chemistry*. – 2009. Vol. 41. No 1. P.38...40. – DOI 10.1007/s10692-009-9116-z. – EDNUEMFUX.

6. *Севостьянов А.Г., Элькина Т.Н.* Методы исследования неровноты плоских текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1975.

7. *Черкасский А.Е.* Теоретические основы и повышение эффективности процессов формирования волокнистых холстов и нетканых материалов на их основе: Дис. ... докт.техн. наук. – М., 1985.

8. *Севостьянов П.А.* Компьютерные модели в механике волокнистых материалов. – М.: Тисо-Принт, 2013. ISBN 978-5-9904852-1-1

9. *Севостьянов П.А.* Динамика и модели основных процессов прядения: рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание, вытягивание, дискретизация, штапельирование, кручение, намотка, перемотка. – М.: Клуб-Печати, 2021. ISBN 978-5-9904852-5-9.

10. *Жихарев А.П.* Теоретические основы и экспериментальные методы исследований для оценки качества материалов при силовых, температурных и влажностных воздействиях. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2003.

11. *Леденева И.Н., Белгородский В. С.* Валяльно-войлочные материалы: строение, свойства, перспективы использования. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2021.

12. *Mandhyan P.K., Nachane R.P., Banerjee S., Pawar B.R., Koli H.S.* Nonlinear Maxwell modelling of inverse relaxation in yarns and fabrics // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – Vol.42, June 2017.P.168...174.

13. *Rupayan Roy, S.M. Ishtiaque.* Effect of fibre orientation on mechanical and functional properties of needle-punched nonwoven // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – Vol.44, September 2019. P.321...328.

14. *Koviljka A Asanovich, Mirjana M Kostic, Tatjana V Mihailovic, Dragana D Cerovic.* Compression and strength behaviour of viscose/polypropylene nonwoven fabrics // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – Vol.44, September 2019.P.329...337.

15. *Piotr Szablewski.* Estimating engineering constants of a selected model of textile composite // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. Vol.40, September 2015.P.236...242.

16. *Nachane R.P.* Yarn hairiness – Theory about total number of fibre hair // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – Vol.41, Desember 2016. P.440...443.

17. *Gupta V.K., Srivastava R.K.* Mechanical, thermal and dynamic mechanical analysis of jute fibre reinforced epoxy composite // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – Vol.42, March 2017.P.64...71.

18. *Mehran Dadgar, S. Mohammad Hosseini Var-kani, Ali Akbar Marati.* Pin-point effect determination using a rigorous approach // *Indian Journal of Fibre &*

*Textile Research*. – Vol.40, September 2015. P.273...281.

19. *Ledeneva I.N., Simachev D.N.* Shape stability of shoes with decorated felt uppers// Serbia, Belgrade. Textile industry. – 2015, № 2.

## REFERENCES

1. Ledeneva I.N., Zaritsky B.P. Estimation of semi-cycle characteristics of felt materials // *Design and technologies*. - 2013. No. 33 (75).

2. Ledeneva I.N., Zaritsky B.P. Formability and shape stability of shoes with felt uppers // *Design and technology*. - 2014. No. 42 (84).

3. Ledeneva I.N., Ginzburg L.I. Method for predicting the hygienic properties of shoes with felt uppers // *Design and technology*. - 2016. No. 49 (91).

4. Sevostyanov P.A., Samoilova T.A. Peculiarities of manifestation of the fluctuation-dissipation theorem in the processes of relaxation of fibrous materials under the action of dry and viscous friction forces, taking into account their statistical features // *Modern technologies of storage, processing and analysis big data: collection of scientific papers of the department of automated information processing and control systems*. - M.: FGBOU VO "RGU im. A.N. Kosygin", 2021. P.100...104. – EDN HBNPPT.

5. Sevost'yanov P.A., Seryakova T.V. Study of deformation of nonwoven fiber material during needle-punching / P. A. Sevost'yanov, // *Fiber Chemistry*. - 2009. - Vol. 41. No 1. P. 38...40. – DOI 10.1007/s10692-009-9116-z. – EDN UEMFUX.

6. Sevostyanov A.G., Elkina T.N. Methods for studying the unevenness of flat textile materials. – Moscow: Light industry, 1975.

7. Cherkassky A.E. Theoretical foundations and increasing the efficiency of the processes of formation of fibrous canvases and non-woven materials based on them: Abstract of the thesis. ... Doctor of Technical Sciences. - Moscow, 1985.

8. Sevostyanov P.A. Computer models in the mechanics of fibrous materials. – Moscow: Tiso Print, 2013. ISBN 978-5-9904852-1-1

9. Sevostyanov P.A. Dynamics and models of the main spinning processes: loosening, cleaning, mixing, carding and combing, drawing, discretization, stapling, twisting, winding, rewinding. - Moscow: Club-Prints, 2021. ISBN 978-5-9904852-5-9.

10. Zhikharev A.P. Theoretical foundations and experimental research methods for assessing the quality of materials under force, temperature and humidity effects.– M.: IITs MGUDT, 2003.

11. Ledeneva I.N., Belgorodsky V.S. Felt materials: structure, properties, prospects for use. - M.: RGU im. A.N. Kosygin, 2021.

12. Mandhyan P.K., Nachane R.P., Banerjee S., Pawar B.R., Koli H.S. Nonlinear Maxwell modelling of inverse relaxation in yarns and fabrics // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – Vol.42, June 2017.P.168...174.

13. Rupayan Roy, S.M. Ishtiaque. Effect of fibre orientation on mechanical and functional properties of

needle-punched nonwoven // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.44, September 2019. P.321...328.

14. Koviljka A Asanovich, Mirjana M Kostic, Tatjana V Mihailovic, Dragana D Cerovic. Compression and strength behaviour of viscose/polypropylene nonwoven fabrics // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.44, September 2019. P.329...337.

15. Piotr Szablewski. Estimating engineering constants of a selected model of textile composite // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.40, September 2015. P.236...242.

16. Nachane Yarn hairiness – Theory about total number of fibre hair // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.41, December 2016. P.440...443.

17. Gupta V.K., Srivastava R.K. Mechanical, thermal and dynamic mechanical analysis of jute fibre

reinforced epoxy composite // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.42, March 2017. P.64...71.

18. Mehran Dadgar, S. Mohammad Hosseini Varkani, Ali Akbar Marati. Pin-point effect determination using a rigorous approach // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.40, September 2015. P.273...281.

19. Ledeneva I.N., Simachev D.N. Shape stability of shoes with decorated felt uppers // Serbia, Belgrade. Textile Industry. – 2015, № 2.

Рекомендована кафедрой художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи. Поступила 29.12.22.

---

УДК 677.021

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_91

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ПРОДУКТА ПРЯДЕНИЯ**

**INVESTIGATION OF THE SPINNING PRODUCT CROSS-SECTION**

*П.Н. РУДОВСКИЙ<sup>1</sup>, И.С. БЕЛОВА<sup>1</sup>, Н.С. САХАРОВА<sup>2</sup>*

*P.N. RUDOVSKY<sup>1</sup>, I.S. BELOVA<sup>1</sup>, N.S. SAKHAROVA<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>Костромской государственный университет,*

*<sup>2</sup>Московский авиационный институт Национальный исследовательский университет)*

*(<sup>1</sup>Kostroma State University,*

*<sup>2</sup>Moscow Aviation Institute National Research University)*

*E-mail: pavel\_rudovsky@mail.ru, belova\_irina44@mail.ru, nina\_ves@mail.ru*

*Прочность продукта, получаемого в процессе прядения, во многом зависит от строения его поперечного сечения. В статье представлены методика и результаты экспериментов по исследованию поперечного сечения продукта прядения на примере льняной ровницы. Получено распределение волокон в поперечном сечении ровницы в радиальном и секторальном направлениях. Проведена проверка гипотезы о нормальном распределении волокон в сечении ровницы в радиальном направлении. Вычислены статистические характеристики полученного распределения. Полученные данные можно использовать при моделировании поперечного сечения продукта прядения с целью дальнейшего исследования и прогнозирования его прочностных свойств.*

*The strength of the product obtained in the spinning process largely depends on the structure of its cross-section. The article presents the methodology and results of experiments on the study of the spinning product cross-section on the example of a linen roving. The distribution of fibers in the cross-section of the roving in the radial and tangential directions is obtained. The hypothesis of fibers normal distribution in the section of the roving in the radial direction was tested. The statistical characteristics of the resulting distribution are calculated. The obtained data can be used in modeling the cross-section of the spinning product in order to further study and predict its strength properties.*

**Ключевые слова:** льняная ровница, поперечное сечение пряжи, распределение волокон, прочность пряжи.

**Keywords:** linen roving, yarn cross-section, fiber distribution, yarn strength.

## *Введение*

Одним из важных вопросов, возникающих при исследовании продукта прядения, является изучение его прочности. На прочность льняной некрученой ровницы влияют ряд таких факторов, как силы поверхностного натяжения водяных пленок [1], [2], наличие обвивочных волокон, а также наличие пектинов в составе льняного волокна. Показано, что поверхностное натяжение, возникающее вследствие наличия капиллярной влаги между волокнами в мокром продукте, исчезает при его высыхании [3]. Обвивочные волокна образуются на поверхности волокнистого продукта только при определенных соотношениях скорости движения волокнистого продукта и частоты вращения вьюрка [4...6]. В результате основным фактором, определяющим прочность волокнистого продукта, являются силы адгезии между волокнами. Как показано в [7], эти силы пропорциональны площади контакта между волокнами, которая в свою очередь определяется длиной участков скольжения соседних волокон и количеством этих участков. Количество контактов между волокнами в волокнистом продукте существенно зависит от распределения волокон по его поперечному сечению.

Для создания математической модели прочности некрученого продукта необходима модель такого распределения.

В первом приближении в качестве модели распределения волокон по сечению волокнистого продукта была предложена так называемая гексагональная модель. В этой модели сечения волокон представлялись окружностями равного диаметра, плотно заполняющими шестиугольник [1]. Данная модель представляет собой плотную паковку волокон, в которой каждое волокно касается шести соседних волокон.

На основе построенной модели были получены формулы для оценки прочности ровницы, экспериментальная проверка которых приведена в [2]. Очевидно, что такая модель далека от реальности. Полученные в результате расчетов по такой модели значения прочности ровницы превышают экспериментальные почти на порядок.

Более реальная модель предложена в [8]. В ней учтено, что волокна в сечении могут иметь разные размеры и распределены по сечению случайным образом. Закон распределения задается алгоритмом и не отражает реального закона распределения волокон по сечению. Адекватность полученной модели сечения текстильного продукта оценивается возможностью получения оценки для различных показателей, описывающих распределение волокон по сечению пряжи.

В действительности поперечное сечение прядильного продукта представляет собой множество объектов произвольной, иногда причудливой, формы – сечений волокон. Они заполняют некоторую область округлой формы без четко выраженных границ. Расположение волокон в поперечном сечении одиночной нити рассмотрено в [9]. В [10] проведены обширные исследования распределения волокон по поперечным сечениям пряжи кольцевого прядения. Установлено, что в центральной части данной области сечения волокон располагаются достаточно близко, касаясь друг друга. Чем дальше от центра области, тем дальше сечения волокон отстоят друг от друга. Исследования распределения волокон по сечениям бескруточного продукта – ровницы и пряжи не проводились. В случае рассмотрения бескруточной ровницы, полученной мокрым способом, наблюдается четко выраженная вытянутая форма поперечного сечения. Это связано с тем, что мычка, выходящая из выпускной пары формирующего механизма, приобретает форму ленточки [11]. Для повышения степени адекватности модели необходимо изучение формы сечений реальных продуктов прядения и распределения волокон в них.

## *Методы*

Проводились экспериментальные исследования поперечных сечений продукта прядения на примере льняной ровницы с целью установления законов распределения волокон в сечениях. Полученные данные можно будет использовать при моделировании поперечного сечения продукта прядения с учетом реального расположения волокон в сечении.



Для проведения эксперимента были выбраны образцы крученой и бескруточной льняной ровницы линейной плотности 550 текс. Отрезки ровницы длиной 20 мм заливались парафином для фиксирования их в неподвижном состоянии. После затвердевания подготовленных образцов с помощью санного микротома МС-2 было выполнено 10 поперечных срезов толщиной 10...30 мкм для каждого вида ровницы.

Далее с помощью цифрового микроскопа Levenhuk 870T с увеличением объектива 4× было получено по 10 цифровых изображений поперечных срезов крученой и бескруточной льняной ровницы. Типовые изображения полученных срезов представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

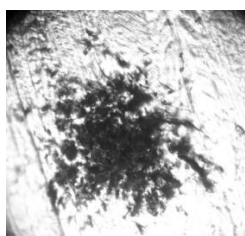


Рис. 1

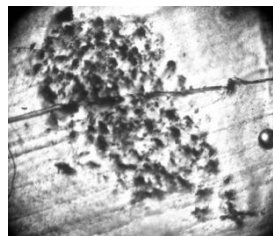


Рис. 2

Проведя анализ полученных изображений, можно заметить, что в центральной части среза наблюдается максимальное скопление волокон. При удалении от центра количество волокон уменьшается. Точно определить границы участков с различной неравномерностью по занимаемой площади сечениями волокон достаточно затруднительно. С целью более четкой визуализации данных границ цифровое изображение с помощью программы Adobe Photoshop было преобразовано в монохромное изображение. Полученные монохромные изображения поперечного сечения крученой и бескруточной ровницы представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

На монохромном изображении четко рассмотреть границы сечений волокон, входящих в состав ровницы, практически невозможно. Соприкасаясь друг с другом, сечения волокон сливаются в единое пятно произвольного размера и формы. С помощью компьютерной программы была проведена бинаризация полученных моно-

хромных изображений со средним пороговым значением 67. Таким образом, дальнейшие исследования было предложено проводить с учетом расположения черных и белых пикселей на изображении.

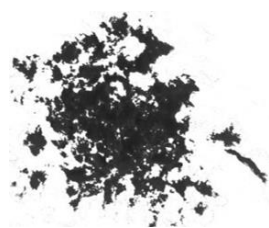


Рис. 3



Рис. 4

Обработка бинаризованных изображений проводилась с помощью специально созданной компьютерной программы. На первом этапе с помощью формул (1) были определены координаты  $(C_x, C_y)$  центра тяжести сечения ровницы:

$$C_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad C_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (1)$$

где  $x_i, y_i$  – расстояния от черных пикселей до соответствующих координатных осей  $Ox$  и  $Oy$ ;  $n$  – общее количество черных пикселей.

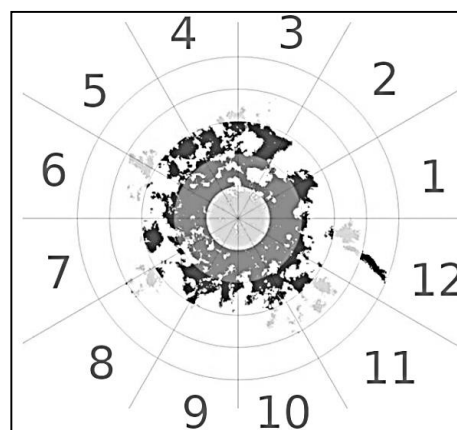


Рис. 5

На следующем этапе выполнялось построение 5 радиальных окружностей с центром в точке  $(C_x, C_y)$ . Окружностям были присвоены номера от 1 до 5, считая от центра. Для исследования полученного поперечного сечения продукта прядения в сек-

торальном направлении через центр тяжести сечения проводились прямые, разбивающие изображение на 12 равновеликих секторов. Секторы были пронумерованы, начиная с крайнего правого положения в направлении обхода против часовой стрелки. Пример результата разбиения поперечного среза крученой ровницы в радиальном и секторальном направлениях представлен на рис. 5.

Аналогичное разбиение проводилось для всех полученных изображений. Поскольку площадь пикселей одинакова, то количество пикселей в каждом секторе пропорционально количеству волокон в нем. Подсчет пикселей в каждом кольце и каждом секторе проводился с помощью программы.

#### *Результаты и обсуждения*

Анализ полученных изображений дал основания для выдвижения гипотезы о нормальном распределении сечений волокон в поперечном сечении ровницы.

С целью подтверждения или опровержения выдвинутой гипотезы были применены статистические методы [12]. Проверка гипотезы о нормальном распределении волокон в поперечном сечении ровницы в радиальном направлении проводилась с помощью критерия Пирсона.

Экспериментальные данные были представлены в виде интервального вариационного ряда. Для удобства проведения последующих вычислений было выделено 10 интервалов с шагом разбиения 1. Каждому интервалу ставилось в соответствие среднее значение части площади полукольца, заполненной черными пикселями.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что при секторальном разбиении поперечного сечения крученой ровницы площадь, занимаемая черными пикселями в каждом секторе, примерно одинакова. Это может свидетельствовать о рав-

Далее вычислялось наблюдаемое значение критерия Пирсона. Было получено значение  $\kappa_{\text{набл}} = 0,48$  для крученой ровницы и  $\kappa_{\text{набл}} = 0,43$  для бескруточной ровницы. Эти значения необходимо сравнить с критическим значением  $\kappa_{\text{кр}}$  правосторонней критической области.

По таблице критических точек распределения  $\chi^2$  Пирсона находим величину  $\kappa_{\text{кр}} = 14,07$ , с учетом уровня значимости  $\alpha = 0,05$  и количества степеней свободы 7.

Таким образом, исходя из выполнения условия  $\kappa_{\text{набл}} < \kappa_{\text{кр}}$ , можно говорить о подтверждении гипотезы о нормальном распределении сечений волокон в поперечном сечении льняной ровницы в радиальном направлении.

Для данного нормального распределения были получены следующие параметры распределения: для крученой ровницы среднее значение  $X_{\text{cp}} = 0,03$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 1,68$ , для бескруточной ровницы –  $X_{\text{cp}} = 0,01$ ,  $\sigma = 2,17$ . При уровне значимости  $\alpha = 0,95$  были построены доверительные интервалы для средних значений:  $(-1,06; 1,12)$  – для крученой ровницы,  $(-1,48; 1,50)$  – для бескруточной ровницы.

Рассмотрим секторальное разбиение полученных изображений поперечного сечения ровницы. Процентное значение площади, занимаемой черными пикселями в каждом из 12 секторов, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Номер сектора		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% занятой площади	Крученая ровница	12,1	15,6	18,5	17,6	18,5	17,6	18,1	18,4	12,3	15,4	19	20,7
	Бескруточная ровница	3,01	4,02	8,41	15,18	22,76	14,84	5,7	6,31	5,09	11,57	22,3	8,49

номерном распределении сечений волокон в поперечном сечении ровницы в секторальном направлении. При проверке данной гипотезы с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона с учетом уровня значимости  $\alpha=0,05$  и количества степеней свободы 11 было

найденно значения  $k_{кр} = 26,76$ , а также вычислено значение  $k_{набл} = 4,52$ . Из выполнения условия  $k_{набл} < k_{кр}$  следует подтверждение гипотезы о равномерном распределении сечений волокон в поперечном сечении льняной ровницы в секторальном направлении.

В случае бескруточной ровницы распределение волокон по секторам не подчиняется равномерному закону. Значение  $k_{набл} = 47,7$  превосходит значение  $k_{кр} = 26,76$ . Гипотеза о нормальном распределении также опровергается соотношением между

найденными  $k_{набл} = 69,03$  и  $k_{кр} = 16,92$ . Таким образом, в качестве модели распределения сечений волокон в поперечном сечении бескруточной ровницы в секторальном направлении можно принять полученное экспериментальное распределение.

Следующим этапом в процессе исследования поперечного сечения льняной ровницы являлось определение процентного содержания черных пикселей, попавших в определенный сектор каждой окружности, от их общего количества. Результат работы программы на данном этапе представлен в табл. 2 и 3 для крученой и бескруточной ровницы соответственно.

Таблица 2

	1 круг	2 круг	3 круг	4 круг	5 круг
1 сектор	1,92	2,62	1,23	0,12	0
2 сектор	1,84	3,5	1,69	0,52	0,04
3 сектор	1,65	4,51	2,85	0,02	0
4 сектор	1,68	4,68	2,22	0	0
5 сектор	1,93	4,7	2,37	0	0
6 сектор	1,87	4	2,56	0,06	0
7 сектор	1,76	3,87	2,69	0,52	0
8 сектор	1,81	3,96	2,05	0,92	0,23
9 сектор	1,85	3,27	0,58	0,25	0,05
10 сектор	1,84	3,65	1,96	0,05	0
11 сектор	1,82	4,06	2,42	0,3	0,65
12 сектор	1,87	3,21	3,64	1,3	0,03

Таблица 3

	1 круг	2 круг	3 круг	4 круг	5 круг
1 сектор	1,29	1,02	0,04	0	0
2 сектор	1,12	1,95	0,06	0	0
3 сектор	0,98	3,81	1,75	0,01	0
4 сектор	1,82	4,19	4,83	0,97	0
5 сектор	2,56	5,19	8,13	1,85	0
6 сектор	2,37	5,46	3,71	0,02	0
7 сектор	1,33	2,71	0,4	0	0
8 сектор	1,84	1,51	1,56	0	0
9 сектор	1,49	2,29	0,18	0	0
10 сектор	1,73	2,95	4,03	0,14	0,17
11 сектор	1,22	2,14	4,8	4,18	5,02
12 сектор	1,31	2,95	2,06	0,29	0

Анализируя данные, приведенные в табл. 2, можно заметить, что внутри каждого круга с учетом разбиения на секторы попадает примерно одинаковое количество черных пикселей. Значит, при одновременном радиальном и секторальном разбиении волокна в сечении крученой ровницы располагаются равномерно.

В случае с бескруточной ровницей замечаем, что при удалении от центра распре-

деление черных пикселей в круге с учетом разбиения на секторы становится неравномерным. При моделировании поперечного сечения бескруточной ровницы в качестве модели распределения рекомендуется принять экспериментальный закон в виде полученной табл. 3.

Для установления соотношения между размерами пикселей на изображении и реальными размерами волокон получали

цифровое изображение микропровода диаметром 0,03 и 0,07 мм. Условия съемки совпадали с условиями, использовавшимися при съемке срезов ровницы. Анализ полученных изображений позволил получить масштаб для расчета размеров волокон на изображении, который составил 935 пикселей/мм.

Таким образом, на основе полученных данных может быть осуществлен переход от экспериментальных цифровых данных к реальным размерам площади поперечного сечения волокна и ровницы.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование поперечного сечения ровницы дает представление о реальном распределении волокон в сечении.

2. Для крученой и бескруточной ровницы при радиальном разбиении установлен нормальный закон распределения волокон в поперечном сечении.

3. В секторальном направлении распределение волокон в сечении крученой ровницы подчиняется равномерному закону. Для бескруточной ровницы получена экспериментальная модель распределения.

4. Полученные данные можно использовать при моделировании поперечного сечения продукта прядения с целью дальнейшего исследования и прогнозирования его прочностных свойств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рудовский П. Н., Смирнова С. Г. Математическая модель прочности мокрой бескруточной ровницы из льна. – Деп. в ВИНТИ № 82-В2010 17.02.2010.

2. Палочкин С.В., Рудовский П.Н. Влияние сил поверхностного натяжения воды на прочность некрученой мокрой льняной ровницы //Вестник МГТУ: Сборник трудов. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2009.

3. Кириллова Е.С., Рудовский П.Н., Соркин А.П. Влияние срока хранения увлажненной бескруточной ровницы на ее качество // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2006, № 13. С. 14...15.

4. Рудовский П.Н., Смирнова С.Г. Влияние обвивочных волокон на прочность некрученой ровницы из льна // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2010, № 1 (23). С.34...37.

5. Рудовский П.Н., Баскаков Д.А., Смирнова С.Г. Теоретический анализ влияния частоты вращения вьюрка на прочность бескруточной ровницы // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2014, № 1 (32). С. 19...22.

6. Палочкин С.В., Гаврилова А.Б., Рудовский П.Н., Соркин А.П. Обоснование структуры и компонентов бескруточной ровницы, получаемой обвивкой волокнистого сердечника //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 3. С.35...40.

7. Белова И.С. Обоснование метода оценки адгезии волокнистых материалов к связующему при выработке пряжи клеевым способом// Технологии и качество. – 2019, №4(46), С. 3...7.

8. Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Дасюк П.Е. Компьютерное моделирование в задачах исследования текстильных материалов и производств: – М.: "Тисопринт", 2014.

9. Корицкий К.И. Основы проектирования свойств пряжи. – М.: Гизлегпром, 1963.

10. Раишова И.Г. Методы оценки распределения волокон по перечным сечениям пряжи. – М.: Легкая индустрия, 1970.

11. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г. Влияние условий формирования мокрой бескруточной ровницы на ее структуру и прочность //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 34...38.

12. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высш школа, 1979.

## REFERENCES

1. Rudovsky P. N., Smirnova S. G. Mathematical model of the strength of a wet spinless roving made of flax. – Dept. in VINITI No. 82-V2010 17.02.2010.

2. Palochkin S.V., Rudovsky P.N. Influence of surface tension forces of water on the strength of uncoiled wet linen roving //MSTU Bulletin: Collection of works. – М.: Kosygin Moscow State Technical University, 2009.

3. Kirillova E.S., Rudovsky P.N., Sorkin A.P. The effect of the shelf life of moistened spinless roving on its quality // Bulletin of Kostroma State Technological University. – 2006. No. 13. pp. 14-15

4. Rudovsky P.N., Smirnova S.G. The influence of wrapping fibers on the strength of an uncoiled flax roving // Bulletin of Kostroma State Technological University. – 2010. No. 1 (23). pp. 34-37.

5. Rudovsky P.N., Baskakov D.A., Smirnova S.G. Theoretical analysis of the influence of the rotation frequency of the reel on the strength of a spinless roving – Bulletin of Kostroma State Technological University. – 2014. No. 1 (32). pp. 19...22.

6. Palochkin S.V., Gavrilova A.B., Rudovsky P.N., Sorkin A.P. Substantiation of the structure and components of a non-winding roving obtained by wrapping a аяfibrous core // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1999, No. 3. pp. 35...40.

7. Belova I.S. Justification of the method of assessing the adhesion of fibrous materials to the binder in the production of yarn by the adhesive method// Technologies and quality. – 2019, No. 4(46), pp. 3...7

8. Sevostyanov P.A., Zabrodin D.A., Dasyuk P.E. Computer modeling in the problems of research of textile materials and industries: – М.: "Tiso print", 2014.

9. Koritsky K.I. Fundamentals of designing yarn properties. – М.: Gizlegprom, 1963.

10. Rudovsky P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G. Influence of conditions of formation of a wet spinless roving on its structure and strength // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, No. 3. pp. 34...38.

11. Rashkovan I.G. Methods for estimating the distribution of fibers by the pepper sections of yarn. – М.: Light industry, 1970.

12. Gmurman V.E. Guide to solving problems in probability theory and mathematical statistics. – Moscow: Higher School, 1979.

Рекомендована кафедрой теории механизмов машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГУ. Поступила 15.11.22.

УДК677.022.65

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_97

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРЯЖИ ДВОЙНОГО КРУЧЕНИЯ ИЗ СТРЕНГ РАЗЛИЧНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ И СПОСОБОВ ПРЯДЕНИЯ

## QUALITY INDICATORS STUDY OF DOUBLE TWIST YARN FROM STRANDS OF DIFFERENT LINEAR DENSITIES AND SPINNING METHODS

С.Л. МАТИСМАЙЛОВ<sup>1</sup>, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ<sup>1,2</sup>, Р.Х. НОРБОЕВА<sup>2</sup>,  
А.Ф. ПЛЕХАНОВ<sup>3</sup>, С.А. ПЕРШУКОВА<sup>3</sup>, С.В. КУЗЯКОВА<sup>3</sup>

S.L. MATISMAILOV<sup>1</sup>, S.SH. TASHPULATOV<sup>1,2</sup>, R.KH. NORBOEVA<sup>2</sup>,  
A.F. PLEKHANOV<sup>3</sup>, S.A. PERSHUKOVA<sup>3</sup>, S.V. KUZYAKOVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,

<sup>2</sup>Джизакский политехнический институт, Республика Узбекистан,

<sup>3</sup>Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Россия)

(<sup>1</sup>Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,

<sup>2</sup>Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan,

<sup>3</sup>Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Russia)

E-mail: smatismailov@gmail.com; ssht61@mail.ru; barno.professorov@mail.ru; vonahelp@mail.ru; noskova-sv1978@mail.ru; sveta.kuziakova@mail.ru

*В статье приведены результаты исследований пряжи двойного кручения, полученной различными способами прядения. Показано, что свойства пряжи двойного кручения зависят от величины и соотношения коэффициентов крутки одиночной и крученых нитей. Приведены результаты исследований показателей качества крученой пряжи в результате кручения трощеной пряжи линейных плотностей 29 и 50 текс. Показано, что с уменьшением линейной плотности крученой пряжи любого способа прядения коэффициент упрочнения пряжи возрастает. Кроме этого, с увеличением окончательной крутки коэффициент упрочнения всех видов пряжи растет вследствие увеличения давления волокон и нитей друг на друга в процессе*

кручения. Дополнительно показано, что упрочнение крученой пряжи пневмомеханического способа прядения различной линейной плотности заметно ниже упрочнения пряжи кольцевого способа прядения при одинаковых крутках и линейной плотности, что объясняется наличием в пневмомеханической пряже рыхлого внешнего слоя обвивочных волокон, которые играют существенную роль в процессе наложения круток. В процессе исследования показано, что упрочнение пряжи в процессе кручения приводит к повышению коэффициента использования прочности волокна до 0,61 для пряжи кольцевого способа прядения и до 0,476 для пряжи пневмомеханического способа прядения. При этом коэффициент уменьшения неровности по линейной плотности и разрывной нагрузке от 0,7 до 0,9 – в зависимости от величины окончательной крутки.

*The article presents the results of studies of double-twisted yarn obtained by various spinning methods. It is known that the properties of double-twisted yarn depend on the magnitude and ratio of the twist coefficients of a single and warped yarn. The results of studies of qualitative indicators of twisted yarn as a result of torsion of slung yarn with linear densities of 29 and 50 tex are presented. It is shown that with a decrease in the linear density of twisted yarn of any spinning method, the yarn hardening coefficient increases. In addition, with an increase in the final twist, the strengthening factor of all types of yarn increases due to an increase in the pressure of the fibers and threads on each other during the torsion process. Additionally, it is shown that the strengthening of twisted yarn of the OE spinning method of various linear density is noticeably lower than the strengthening of the yarn of the ring spinning method with the same twists and linear density, which is explained by the presence in the OE yarn of a loose outer layer of wrapping fibers, which play a significant role in the process of applying twists. In the course of the study, it was shown that the strengthening of the yarn in the process of torsion leads to an increase in the use-factor of the fiber strength to 0.61 for the ring-spinning yarn and to 0.476 for the rotor-spinning yarn. At the same time, the coefficient of unevenness reduction in linear density and breaking load is from 0.7 to 0.9, depending on the value of the final twist.*

**Ключевые слова:** пряжа, прядение, трощение, кручение, крутка, коэффициент крутки, укрутка, удлинение, усадка, упрочнение, показатель качества.

**Keywords:** yarn, spinning, warping, twisting, twist, twist coefficient, wrapping, elongation, shrinkage, hardening, quality index.

В предыдущем исследовании [1] приведены результаты испытаний крученой пряжи, изготовленной из стренг одиночной пряжи линейной плотности 29 текс, полученной кольцевым и пневмомеханическим способом прядения. Изучением вопроса влияния различных факторов на разрывную нагрузку крученой пряжи занимались ученые профессора В.А. Ворошилов, К.И. Корицкий, В.Т. Костицын и др. [2], [3].

Для расширения знаний и получения более полного представления о влиянии способов прядения и коэффициента крутки на качественные показатели крученой пряжи нами были проведены экспериментальные исследования. Пряжа линейной плотности 50 текс, изготовленная в производственных условиях прядильной фабрики и крутильного производства СП «ТашКаятекстиль» (Ташкент, Республика Узбекистан) [4],

сравнивалась с показателями качества с крученой пряжи, выработанной из одиночной пряжи линейной плотности 29 и 50 текс.

*Описание условий проведения экспериментов*

Одиночная хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 50 текс вырабатывалась на пневмомеханических прядильных

машинах AVTOCORO-240 немецкой фирмы Schlaforst и на отечественных кольцевых прядильных машинах П-76-5М6 из хлопкового волокна 5 типа I-II сортов селекционного сорта хлопчатника "Ок-даре". Полуфабрикаты и одиночная пряжа нарабатывались по плану прядения, представленному в табл. 1.

Таблица 1

№	Наименование и марка машин	Полуфабрикат, пряжа, текс		Число сложенных	Вытяжка	Коэффициент крутки $\alpha_T$	Крутка, кр/м	Диаметр выпускного цилиндра, мм	Число выпусков	Скорость		Теоретическая производительность выпуска, кг/ч	КПВ	Норма производительности выпуска, кг/ч
		входящей	выходящей							выпускного цилиндра, м/мин	частота вращения веретен/камер, мин <sup>-1</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 2	Кардочесальная машина DC-903	-	5905	1	85	-	-	700	1	80	-	64,4	0,78	50,2
	Ленточная машина VOUK													
	I-переход	5905	5376	7	7,7	-	-	22	2	676	-	218,0	0,83	180,7
	II-переход	5376	5376	7	7,0	-	-	22	2	560	-	180,6	0,83	149,8
3	Ровничная машина BF-324	5376	909	1	5,9	12,7	42	28	20	-	1000	155,8	0,9	140,3
4	Прядильная машина П-76-5М6	909	50	1	18,18	42,7	604	28	384	-	7500	0,037	0,92	0,034
5	Прядильная машина AVTOCORO 240	5376	50	1	107,5	44,5	630	54	240	-	82000	0,39	0,89	0,347

Переработка волокнистой массы осуществлялась на разрыхлительно-очистительном немецком оборудовании фирмы Trützschler, в состав которого входит следующее оборудование: кипный разрыхлитель BDT 019; питатель-смеситель BOA с конденсором LVSA; чиститель осевой AFC; многокамерная смесовая машина MPT; машина для очистки волокнистой смеси CLENOMAT; машина для отделения пыли из хлопка DX-385; кардочесальная машина DC-903.

Далее использовались два перехода ленточных машин итальянской фирмы VOUK с автоматическим регулятором линейной плотности ленты USTER SLIVER CONTROL VSC швейцарской фирмы ZELWEGER USTER.

Для кольцевого способа прядения использовалась ровничная машина BF 324 германской фирмы CROSSEWHAINNEZ.

Перемотка пряжи с початков с кольцепрядильных машин осуществлялась на мотальных машинах AUTOCONER. Пряжа на цилиндрических бобинах с пневмопрядильных машин и на конических бобинах с мотальных машин кручением страчивалась в два сложения на тростильной машине АЕС-12 с частотой вращения 900 мин<sup>-1</sup>. В результате крученая пряжа 50×2 текс из одиночной пряжи обоих способов прядения вырабатывалась на итальянских машинах с веретенами двойного кручения Savio TDS, каждая с тремя вариантами круток (табл. 2).

Показатели качества пряжи определялись по стандартным методикам в двух повторностях.

Таблица 2

№	Наименование показателей	Пряжа 50×2 текс		
		330	400	470
1	Крутка пряжи, кр/м	330	400	470
2	Частота вращения крутильного органа, мин <sup>-1</sup>	7200	8800	10340
3	Скорость выпуска нити, м/мин	44	44	44

### Анализ показателей качества одиночной пряжи

Показатели основных физико-механических свойств одиночной пряжи кольце-

вого (КП) и пневмомеханического (ПМ) способов прядения линейных плотностей 29 и 50 текс приведены в табл. 3.

Таблица 3

№	Наименование показателей	29 текс		50 текс	
		КП	ПМ	КП	ПМ
1	Линейная плотность, текс	29,4	29,2	50,0	50,2
2	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,2	2,6	2,6	2,0
3	Разрывная нагрузка, сН	391	318	695	562
4	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	10,1	9,2	9,4	8,8
5	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,3	10,9	13,9	11,2
6	Удлинение, %	6,4	5,3	7,7	6,8
7	Крутка, кр/м	742	846	604	630
8	Коэффициент крутки, $\alpha_t$	40,2	47,7	42,7	44,6
9	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи	0,53	0,43	0,55	0,44
10	Показатель качества	1,28	1,16	1,42	1,23

Из данных, приведенных в табл. 3, следует, что одиночная пряжа обоих способов прядения по физико-механическим показателям соответствует по требованиям стандарта [3] 1 сорту. Удельная разрывная нагрузка пряжи КП в 1,22-1,24 раза выше, чем пряжи ПМ, и неровнота по разрывной нагрузке выше в 1,06-1,09 раза.

При этом крутка одиночной пряжи ПМ линейной плотности 29 текс выше крутки пряжи КП на 14% (846 кр/м против 742 кр/м), а крутка пряжи ПМ линейной плотности 50 текс больше на 4% (630 кр/м против 604 кр/м). Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи кольцевого способа прядения 0,53 (29 текс) и 0,55 (50 текс), у пряжи ПМ - 0,43 и 0,44 соответственно.

### Анализ показателей качества крученой пряжи

В соответствии с рекомендациями К.И. Корицкого [5] для достижения полной равновесности крученой пряжи соотношение круток должно составлять (1):

$$\alpha_1 = \alpha_0 \sqrt{\frac{m}{m+1}}, \quad (1)$$

где  $\alpha_0$  – коэффициент крутки при прядении;  $\alpha_1$  – коэффициент крутки при кручении;  $m$  – число сложений.

В нашем случае для двух скручиваемых стренг  $m=2$  – оптимальное соотношение круток составляет:

$$\alpha_1 = 0,816 \cdot \alpha_0. \quad (2)$$

Основные физико-механические показатели крученой пряжи 50×2 текс для различных вариантов исследуемых круток приведены в табл. 4.

Предметом исследований было определение коэффициента упрочнения пряжи разных способов прядения в кручении, определение укрутки, удлинения, неровноты по свойствам [6...8].

Показатели основных физико-механических свойств крученой пряжи линейной плотности 50×2 текс, полученных из одиночной пряжи кольцевого и пневмомеханических способов прядения приведены в табл. 5 и 6.



Таблица 4

№	Наименование показателей	50x2 текс		
		330	400	470
1	Крутка крученой пряжи, кр/м	330	400	470
2	Соотношение круток при кручении пряжи ПМ $\alpha_1/\alpha_0$	0,74	0,90	1,05
3	Соотношение круток при кручении пряжи КП $\alpha_1/\alpha_0$	0,77	0,94	1,1

Таблица 5

№	Наименование показателей	50 текс	50x2 текс		
		604 кр/м	330 кр/м	400 кр/м	470 кр/м
1	Линейная плотность, текс	50	50 x 2	50 x 2	50 x 2
2	Номер метрический	20	20/2	20/2	20/2
3	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,6	2,6	2,5	2,3
4	Результирующая линейная плотность, текс $R_n$	-	100,2	101,3	101,6
5	Укрутка, %	-	1,002	1,013	1,016
6	Разрывная нагрузка, сН	695			
7	Удельная разрывная нагрузка сН/текс	13,9	14,3	14,7	15,4
8	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	9,8	8,2	7,9	7,5
9	Коэффициент упрочнения, $K_{уп}$	-	1,034	1,058	1,11
10	Показатель качества	1,42	1,76	1,85	2,03
11	Удлинение, %	7,7	7,9	8,1	8,5
12	Коэффициент крутки, $\alpha_T$	42,7	33,03	40,3	47,4
13	Соотношение круток $\alpha_1/\alpha_0$	-	0,77	0,94	1,11
14	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи	0,55	0,56	0,58	0,61

Таблица 6

№	Наименование показателей	50 текс	50x2 текс		
		630 кр/м	330 кр/м	400 кр/м	470 кр/м
1	Линейная плотность, текс	50,2	50,2 x 2	50,2 x 2	50,2 x 2
2	Номер метрический	19,9	19,9/2	19,9/2	19,9/2
3	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,0	1,9	1,8	1,8
4	Результирующая линейная плотность, $R_n$	-	98,8	100,0	101,4
5	Укрутка, %	-	0,984	0,996	1,01
6	Разрывная нагрузка, сН	562			
7	Удельная разрывная нагрузка сН/текс	11,2	11,3	11,6	11,9
8	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	9,1	8,8	8,5	8,3
9	Коэффициент упрочнения, $K_{уп}$	-	1,01	1,04	1,063
10	Показатель качества	1,23	1,28	1,36	1,43
11	Удлинение, %	6,8	6,9	7,1	7,3
12	Коэффициент крутки, $\alpha_T$	44,6	32,8	40,0	47,32
13	Соотношение круток $\alpha_1/\alpha_0$	-	0,735	0,896	1,06
14	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи	0,44	0,448	0,46	0,472

Для удобства сравнительного анализа основные показатели качества крученой

пряжи всех вариантов из таблиц 5 и 6 сведены в сводную табл. 7.

Таблица 7

Вид пряжи	Коэффициент крутки		Укрутка $Y_1$ %	Результирующая линейная плотность, текс $R_n$	Коэффициент упрочнения $K_{уп}$	Коэффициент использования прочности волокна $K_{инп}$
	$\alpha_0$	$\alpha_1$				
КП						
50x2 текс	42,7	33	1,002	100,2	1,03	0,56
50x2 текс	42,7	40	1,013	101,3	1,058	0,58
50x2 текс	42,7	47	1,016	101,6	1,11	0,61
ПМ						
50x2 текс	44,6	33	0,984	98,8	1,01	0,445
50x2 текс	44,6	40	0,996	100,0	1,04	0,457
50x2 текс	44,6	47	1,01	101,4	1,063	0,472

На рис. 1 показаны зависимости удельной разрывной нагрузки пряжи разных способов прядения и разных линейных плотностей, в зависимости от величины окончательной крутки. Прямыми линиями показана удельная разрывная нагрузка одиночной пряжи соответствующей линейной плотности и способов прядения.

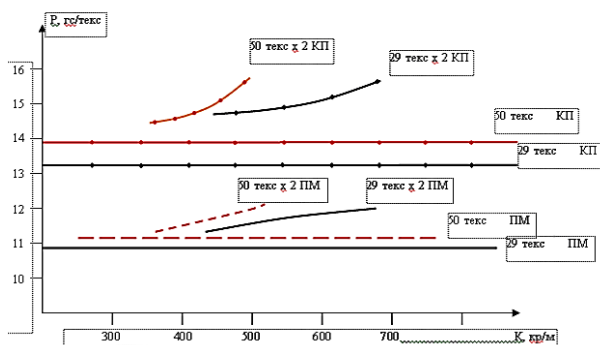


Рис. 1

## ВЫВОДЫ

С уменьшением линейной плотности крученой пряжи любого способа прядения коэффициент упрочнения пряжи возрастает.

С увеличением окончательной крутки коэффициент упрочнения всех видов пряжи растет, так как в процессе кручения увеличивается давление волокон и нитей друг на друга.

Упрочнение в крученой пряже пневмомеханического способа прядения любой линейной плотности заметно ниже упрочнения пряжи кольцевого способа прядения при одинаковых крутках и линейной плотности. Это объясняется наличием в пневмомеханической пряже рыхлого внешнего слоя обвивочных волокон, которые играют существенную роль в процессе наложения круток. Поверхностные волокна, подвергнутые изгибу вследствие кручения, оказывают меньшее сопротивление разрыву, чем стержневые, менее изогнутые волокна.

Упрочнение пряжи в процессе кручения приводит к повышению коэффициента использования прочности волокна до 0,61 для пряжи кольцевого прядения и до 0,476 для пряжи пневмомеханического способа прядения.

Сложение одиночных нитей приводит к повышению равномерности по свойствам крученой пряжи. Коэффициент уменьшения неровноты по линейной плотности и разрывной нагрузки от 0,7 до 0,9 в зависимости от величины окончательной крутки.

Удлинение при разрыве крученой пряжи больше, чем одиночной и возрастает с увеличением крутки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.Т. Юлдашев, С.Л. Матсимаилов и др. Исследование крученой пряжи при изготовлении стренг разными способами прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №3. С.81...84.
2. Жуманиезов К.Ж. С.Л. Матсимаилов. Особенности свойств пряжи двойного кручения. "Тўқимачиликмуаммолари" №3 сон 2009.
3. ГОСТ 6904-83 Пряжа хлопчатобумажная суrowая крученая для ткацкого производства, технические условия.
4. <https://www.proyekt.uz/nashi-proekty/item/72-000-sp-tashkayatekstil>.
5. Павлов Ю.В. и др. Теория процессов, технология и оборудование для приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток / Под ред. Ю.В. Павлова – Иваново: Ивановская государственная текстильная академия, 1999.
6. Бадалов К.И., Черников А.Н., Плеханов А.Ф. и др. Проектирование технологии хлопкопрядения. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. – 601 с.
7. Разумеев К.Э. и др. Процессы, технология и оборудование приготовления крученой и фасонной пряжи и ниток. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
8. Севостьянов П.А. Динамика и модели основных процессов прядения: Рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание, вытягивание, дискретизация, штапельирование, кручение, намотка, перемотка. – М.: ООО "КЛУБ-ПЕЧАТИ", 2021. – 592 с.
9. Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Плеханов А.Ф., Виноградова Н.А. Исследование характеристик прочности хлопчатобумажной пряжи из вторичного сырья // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, №3. С. 123...129
10. Матрохин А.Ю., Королев В.П. Разработка методики оценки триботехнических характеристик текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №3. С.48...51.
11. Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Экспериментальные закономерности деформирования хлопковой пряжи при растяжении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №4. С. 63...67.

12. SiroSpun® - A yarn with character // ZinserNovum. Yarn Technology. 4. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 5 p.

13. Der neue Wegzumguten Zwirn / ZinserTechnologie in Garn. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 3 p.

14. Spinnovation // The magazine for spinning mills. №156 12/2000. Germany. Fax (++49) 716215-367. www.sussen.com. Published by Spindelfabrik Süssen. Federal Republic of Germany. Editor in Chief: Peter Stahlecker. 28 p.

#### REFERENCES

1. A.T. Yuldashev, S.L. Matsimailov et al. Investigation of twisted yarn in the manufacture of strands by different spinning methods // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2021, No. 3. S. 81...84.

2. Zhumaniyozov K.Zh. S.L. Matsimailov. Features of the properties of double-twisted yarn. "TKkhima-chilikmuammolari" No. 3 dream 2009.

3. GOST 6904-83 Harsh twisted cotton yarn for weaving production, specifications.

4. <https://www.proyekt.uz/nashi-proekty/item/72-ooo-sp-tashkayatekstil>.

5. Pavlov Yu.V. etc. Theory of processes, technology and equipment for the preparation of twisted, fancy yarn and threads: Textbook / Under the editorship of Yu.V. Pavlova. - Ivanovo: Ivanovo State Textile Academy, 1999.

6. Badalov K.I., Chernikov A.N., Plekhanov A.F. and others. Designing technology of cotton spinning: Textbook for universities. - M.: MSTU im. A.N. Kosygina, 2004.

7. Razumeev K.E. and others. Processes, technology and equipment for the preparation of twisted and fancy yarn and threads. - Ivanovo: IVGPU, 2014.

8. Sevostyanov P.A. Dynamics and models of the main spinning processes: Loosening, cleaning, mixing, carding and combing, drawing, sampling, stapling, twisting, winding, rewinding. Monograph. - M.: OOO "CLUB-PRINT", 2021. - 592 p.

9. Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V., Plekhanov A.F., Vinogradova N.A. Investigation of the strength characteristics of cotton yarn from recycled raw materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2022, No. 3. pp. 123...129

10. Matrokhina A.Yu., Korolev V.P. Development of a methodology for assessing the tribotechnical characteristics of textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2018, No. 3. S. 48...51.

11. Sultanov K.S., Ismailova S.I., Tulanov Sh.E. Experimental patterns of deformation of cotton yarn during stretching // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2016, No. 4. S. 63...67.

12. SiroSpun® - A yarn with character // ZinserNovum. Yarn Technology. 4. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 5 p.

13. Der neue WegzumgutenZwirn / ZinserTechnologie in Garn. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 3 p.

14. Spinnovation // The magazine for spinning mills. №156 12/2000. Germany. Fax (++49) 716215-367. www.sussen.com. Published by Spindelfabrik Süssen. Federal Republic of Germany. Editor in Chief: Peter Stahlecker. 28 p.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий РГУ им. А.Н. Косыгина. Протокол №13 от 24 августа 2022 г. Поступила .

УДК 677.024

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_104

**СОЗДАНИЕ ДВУХСЛОЙНОЙ ТКАНИ КОСТЮМА  
СОПРЕДЕЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ.**

**CREATING OF A DOUBLE-LAYER FABRIC SUIT  
WITH A CERTAIN SURFACE DENSITY**

*Н.Б. ЮСУПОВА<sup>1</sup>, С.А. ХАМРАЕВА<sup>2</sup>, А.А. ЕШЖАНОВ<sup>2</sup>,  
М.М. ЕЗИЕВА<sup>3</sup>, Ж.Е. ДОСКАРАЕВА<sup>2</sup>, В.М. МУХАМЕДИН<sup>2</sup>*

*N.B. YUSUPOVA<sup>1</sup>, S.A. XAMRAEVA<sup>2</sup>, A.A. YESHZHANOV<sup>2</sup>,  
M.M. YEZIYEVA<sup>3</sup>, J.E. DOSKARAeva<sup>2</sup>, V.M. MUKHAMEDIN<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,  
<sup>2</sup>Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,  
<sup>3</sup>Университет Акдениз, Турция)*

*(<sup>1</sup>Tashkent Textile and Light Industry Institute, Republic of Uzbekistan,  
<sup>2</sup>M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan,  
<sup>3</sup>University Akdeniz, Turkey)*

E-mail: b.torebaev@ mail.ru

*Статья посвящена описанию создания двухслойной костюмной ткани с определенной поверхностной плотностью. В статье основное внимание уделяется поверхностной плотности, ключевому параметру при производстве текстиля. Поскольку поверхностная плотность связана со стоимостью продукта, это параметр, интересующий потребителей, то есть людей, которые приходят к ткачам с заказом. Усовершенствована формула для определения плотности ткани, в которой плотность определяется на 10 см с использованием геометрических размеров в 1 раппорте переплетения и с учетом конечных диаметров пряжи после ткачества. Новизна формулы в том, что при определении плотности учитываются диаметры пряжи после выработки ткани.*

*The article describes the creation of a two-layer suit fabric with a certain surface density. The article focuses on surface density, a key parameter in the production of textiles. Since the surface density is related to the cost of the product, this is a parameter of interest to consumers, that is, people who come to weavers with an order. The formula for determining the density of the fabric has been improved, in which the density is determined by 10 cm using geometric dimensions in 1 rapport weave and taking into account the final diameters of the yarn after weaving. The novelty of the formula is that when determining the density, the yarn diameters after production are taken into account.*

**Ключевые слова:** хлопчатобумажная костюмная ткань, плотность ткани, высота изгиба нитей в ткани, коэффициент сжатия нитей, диаметр нитей.

**Keywords: cotton costume fabric, fabric density, thread bending height in the fabric, thread compression ratio, thread diameter.**

Известно, что ткань имеет весьма сложную конструкцию. Она формируется путем переплетения нитей основы и утка, создающих определенное строение. Изучить свойства образуемого тела можно, исследуя процесс формирования ткани и анализируя различные факторы, влияющие на ее строение и свойства [1...3].

При необходимости проектирования производства ткани с определенной поверхностной плотностью из нитей определенной линейной плотности, исходя из требований потребителя, необходимо произвести расчет исходной геометрической структуры ткани, учитывая ее заправочные параметры. В этом случае их необходимо рассчитывать с учетом диаметра нитей после ткачества.

В процессе формирования ткани основные и уточные нити сжимаются, а толщина ткани уменьшается за счет диаметра ( $d_t^l$ ) сжатой основной нити и диаметра сжатой уточной нити ( $d_a^l$ ). Если состав основной и уточной нитей одинаков, то коэффициент сжатия ( $K$ ) можно определить следующим образом:

$$K = \frac{d_t^l + d_a^l}{d_t + d_a} \quad (1)$$

Известно, что сумма диаметра сжатой основной нити ( $d_t^l$ ) и диаметра уточной нити ( $d_a^l$ ) всегда равна сумме высот волн изгиба нитей:

$$d_t^l + d_a^l = h_t + h_a \quad (2)$$

Тем не менее,

$$K = \frac{h_t + h_a}{d_t + d_a} \quad (3)$$

Из за этого

$$d_t^l = K d_t; d_a^l = K d_a \quad (4)$$

В табл. 1 приведены заправочные показатели двухслойной хлопчатобумажной костюмной ткани и расчетные значения диаметров нитей до и после ткачества с учетом коэффициента сжатия нитей после ткачества.

Т а б л и ц а 1

№	Наименование тканей, артикул	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани ип/10см	Уработка нитей в ткани, %	Высота изгиба нитей в ткани, мм		Коэффициент сжатия нитей после выработки ткани	Диаметр нитей до выработки ткани, мм		Диаметр нитей после выработки ткани, мм	
		основа	уток			основа/ уток	основа/ уток		основа	уток	K	основа
		$T_t$	$T_a$	$P_t/P_a$	$a_t/a_a$	$h_t$	$h_a$	$d_t$	$d_a$	$d_t^l$		$d_a^l$
1	2-слойная костюмная ткань:							0,965				
	верхнего слоя	36	25	203/192	2,9/12,9	0,121	0,327		0,232	0,193	0,22	0,186
	нижнего слоя	25	36	192/203	12,4/2,9	0,327	0,121	0,193	0,232	40,186	0,224	

Изучено изменение диаметров нитей для двухслойной хлопчатобумажной костюмной ткани до и после ткачества (табл.1) [4...6].

Соотношение диаметров пряжи до выработки ткани:

$$K_{dt} = d_t^y : d_a^y = 0,232/0,193 = 1,2,$$

$$K_{da} = d_t^y : d_a^y = 0,232/0,193 = 1,2.$$

Здесь  $d_t^y, d_a^y$  – диаметр основной и уточной нити в верхнем слое ткани;  $d_t^o, d_a^o$  – диаметр основной и уточной нити в нижнем слое ткани.

Диаметр нити после выработки суровой ткани:  $K$  – коэффициент сжатия = 0,965 (табл.1)

$$d_t^{y'} = Kd_t^y = 0,965 \cdot 0,232 = 0,224 \text{ мм}, \quad (5)$$

$$d_t^{o'} = Kd_t^o = 0,965 \cdot 0,193 = 0,186 \text{ мм}, \quad (6)$$

$$d_a^{y'} = Kd_a^y = 0,965 \cdot 0,193 = 0,186 \text{ мм}, \quad (7)$$

$$d_t^{o'} = Kd_t^o = 0,965 \cdot 0,232 = 0,224 \text{ мм}. \quad (8)$$

Коэффициент наполнения ткани : $K_{нт} = 0,67$ ;  $K_{на} = 0,75$  (табл.1).

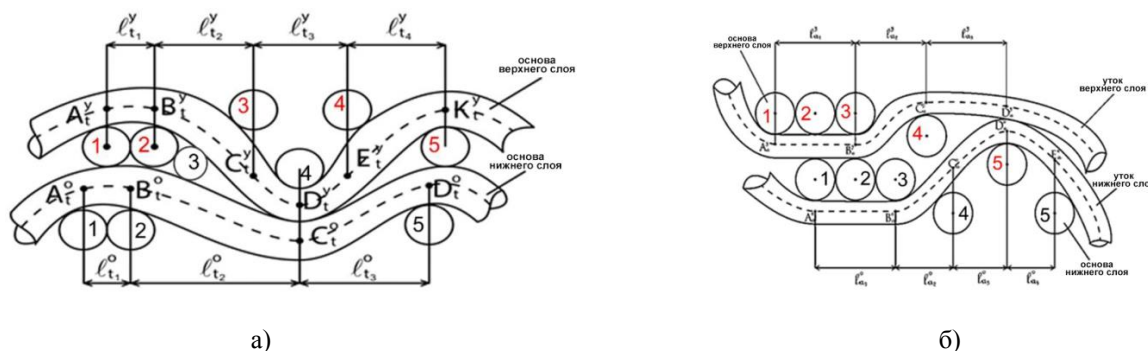


Рис. 1

Длина ткани по верхней части уточной нити на расстоянии одного раппорта переплетения (согласно рис. 1 – продольный разрез двухслойной ткани на основе саржи 3/2; а) – по основе, б) – по утку):

$$L_{Ra}^y = L_a^y = \rho_{a1}^y + \rho_{a2}^y + \rho_{a3}^y = 0,448 + 0,63 + 0,203 = 1,281 \text{ мм}, \quad (9)$$

$$\rho_{a1}^y = 2d_t^{y'} = 0,448 \text{ мм},$$

$$\rho_{a2}^y = d_t^{y'} + d_a^{y'} = 0,448 + 0,186 = 0,63 \text{ мм},$$

$$\rho_{a3}^y = 0,5d_t^{y'} + d_a^{y'} + 0,5d_t^{o'} = 0,203 \text{ мм}.$$

Длина ткани по нижней части уточной нити на расстоянии одного раппорта переплетения.

$$L_{Ra}^o = L_a^o = \rho_{a1}^o + \rho_{a3}^o + \rho_{a4}^o = 0,186 + 0,41 + 0,186 = 0,782 \text{ мм}, \quad (10)$$

$$\rho_{a1}^o = d_t^{o'} = 0,186 \text{ мм},$$

$$\rho_{a2}^o = d_t^{o'} + d_a^{o'} = 0,186 + 0,224 = 0,41 \text{ мм},$$

$$\rho_{a3}^o = d_t^{o'} = 0,186 \text{ мм},$$

$$\rho_{a4}^o = d_t^{o'} = 0,186 \text{ мм}.$$

Длина ткани по верхней части основной нити на расстоянии одного раппорта переплетения.

$$L_{Rt}^y = L_t^y = \rho_{t1}^y + \rho_{t2}^y + \rho_{t3}^y + \rho_{t4}^y = 1,509 \text{ мм}, \quad (11)$$

$$\rho_{t1}^y = d_a^{y'} = 0,186 \text{ мм},$$

$$\rho_{t2}^y = d_t^{y'} + d_a^{y'} = 0,224 + 0,186 = 0,41 \text{ мм},$$

$$\rho_{t3}^y = 1,5d_a^{y'} = 0,279 \text{ мм},$$

$$\rho_{t4}^y = d_t^{y'} + d_a^{y'} = 0,41 \text{ мм}.$$

Длина ткани по нижней части основной нити на расстоянии одного раппорта переплетения:

$$L_{Rt}^o = L_t^o = \rho_{t1}^o + \rho_{t2}^o + \rho_{t3}^o = 1,099 \text{ мм}, \quad (12)$$

$$\rho_{t1}^o = d_a^{o'} = 0,224 \text{ мм},$$

$$\rho_{t2}^o = \rho_{a5}^o = 0,5d_a^{o'} + 3d_t^{o'} + 0,5d_a^{y'} = 0,763 \text{ мм},$$

$$\rho_{t3}^o = 0,5d_a^{y'} + 2d_t^{o'} + 0,5d_a^{o'} = 0,112 \text{ мм}.$$

#### Определение плотности тканей

Плотность верхней основной и уточной нити ткани:  $R = 8$

$$P_t^y = 100R_t/L_{Ry}, \quad (13)$$

$$P_a^y = 100R_a/L_{Ra}. \quad (14)$$

Плотность нижней основной и уточной нити ткани:

$$P_t^o = 100R_t/L_{Rt}, \quad (15)$$

$$P_a^o = 100R_a/L_{Ra}. \quad (16)$$

$$L_{Rt} = L_{Rt}^o + L_{Rt}^y / 2 = 1,099 + 1,509 = 2,608 / 2 = 1,304 \text{ мм}, \quad (17)$$

$$L_{Ra} = L_{Ra}^o + L_{Ra}^y / 2 = 1,724 \text{ мм}.$$

Для определения конечного диаметра нити после ткачества определен ее коэффициент сжатия. Формулы для определения диаметров нитей в ткани после ткачества следующие: диаметр основной нити  $d_t^I = Kd_t$  и диаметр уточной нити  $d_a^I = Kd_a$ . Коэффициент сжатия нитей при выработке

для всех видов тканей можно рассчитать по следующей формуле:

$$K = \frac{h_t + h_a}{d_t + d_a}$$

Определение поверхностной плотности тканей:

$$M = \frac{10P_t T_t}{1000(1-0,01a_t)} + \frac{10P_a T_a}{1000(1-0,01a_a)} = 238,38, \frac{г}{м^2}. \quad (18)$$

Поверхностная плотность ткани костюма зависит не только от линейной плотности основной и уточной пряжи, но также и от плотности нитей в ткани, от состава пряжи [7], [8]. Плотность определяется на 10 см ткани с использованием геометрических размеров одного раппортного переплетения и с учетом диаметров нитей после ткачества.

Существующая формула определения поверхностной плотности означает вес 1м<sup>2</sup> и создает возможность определить количество использованной пряжи до ткачества. Предложенная формула (18) создает возможность определить достоверные значения поверхностной плотности ткани на основе определения геометрических размеров строения ткани после ткачества.

Значение формулы (18) в проектировании строения ткани заключается в том, что путем расчета выше изложенных геометрических размеров, можно сформировать ткань перед производством с заданной поверхностной плотностью в соответствии с требованиями потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дамянов Г. Б., Бачев Ц.З., Сурнина П.Ф. Строение ткани и современные методы ее проектирования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Хамраева С.А. Равновесие нити на поверхности ткани //Текстильная промышленность. – 2007, №6. С.55...54.
3. Хамраева С.А. Выработка ткани с максимальной опорной поверхностью на станках СТБ // Текстильная промышленность. – 2008. С. 38...39.

4. Yusupova N., Khamrayeva S., Jabbarov J., Jabbarova N., Djabbarova S. Structure of the costume texture thickness investigation // E3S Web of Conferences 304, 03025 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130403025> ICECAE 2021 p. 384-391

5. Разумеев К.Э., Юсупова Н.Б., Назарова Д.Т., Ташпулатов С.Ш. Улучшение качества костюмных хлопчатобумажных тканей в зависимости от ее опорной поверхности// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 5. С.85...88.

6. Yusupova N.B., Nazarova D.T., Khamrayeva S.A., Valiyeva Z.F. Evaluation of the Structure the Costume Fabric over its Surface // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Индия, 2018, t. 6738-6742.

7. Khamrayeva S.A., Nazarova D.T. Research of the Breaking Load of Fabrics for Overalls // Journal AIP Conference Proceedings, 060006 (2022), 2467.

8. Khamraeva S., Giyasova D., Kazakova D. Study of the quality of yarns obtained from recycled composite fibers // Journal Annals Of Forest Research. – 65/1, 2022,3703-3710.

#### REFERENCES

1. Damyanov G. B., BachevTs .Z., Surnina P. F. Fabric structure and modern methods of its design. -M.: Light and food industry, 1984.
2. Khamraeva S.A. Equilibrium of the thread on the surface of the fabric // Textile industry. - Moscow., 2007, No. 6. P.55...54.
3. Khamraeva S.A. Production of fabric with a maximum supporting surface on STB machines // Textile industry. – 2008. P. 38...39.
4. Yusupova N., Khamrayeva S., Jabbarov J., Jabbarova N., Djabbarova S. Structure of the cos-tumetexture thickness investigation // E3S Web of Conferences 304, 03025 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130403025> ICECAE 2021 384-391
5. Razumeev K.E., Yusupova N.B., Nazarova D.T., Tashpulatov S.Sh. Improving the quality of cotton suit fabrics depending on its supporting surface // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, No. 5 (383). P.85...88.
6. Yusupova N.B., Nazarova D.T., Khamrayeva S.A., Valiyeva Z.F. Evaluation of the Structure the Costume Fabric over its Surface // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 India, 2018, t. 6738-6742.
7. Khamrayeva S.A., Nazarova D.T. Research of the Breaking Load of Fabrics for Overalls // Journal AIP Conference Proceedings, 060006 (2022), 2467.
8. Khamraeva S, Giyasova D., Kazakova D. Study of the quality of yarns obtained from recycled composite fibers// Journal Annals Of Forest Research. – 65/1, 2022,3703-3710.

Поступила 26.12.22.

УДК501.174.680

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_108

**ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ  
НА ПРИМЕРЕ МЕЖЛЕКАЛЬНЫХ ВЫПАДОВ**

**WAYS OF USING TEXTILE WASTE ON THE EXAMPLE  
OF THE REMNANTS OF THE FABRIC BETWEEN PATTERNS**

*Р.Ф. КАЮМОВА, Ю.М. НЕВОЛЯНИ*

*R.F. KAYUMOVA, YU.M. NEVOLYANI*

(Уфимский государственный нефтяной технический университет)  
(Ufa State Petroleum Technological University)

E-mail: karuf1@yandex.ru, kodrl@mail.ru

*В условиях обострения экологических проблем, связанных с хранением и утилизацией текстильных отходов, исследователи продолжают разрабатывать способы утилизации и вторичного использования отходов текстильной промышленности. Использование отходов текстиля экономически выгодно и актуально с точки зрения защиты экологии. В работе рассмотрены способы сокращения и использования текстильных отходов, возникающих на стадии раскроя швейных изделий. Проведен анализ использования текстильных отходов, образующихся преимущественно при раскрое швейных изделий. Приведены результаты проведенного исследования по применению мелких межлекальных выпадов для изготовления композиционных текстильных материалов. При решении поставленных задач применены теоретические и экспериментальные методы исследования. Разработан способ получения композиционных материалов для изготовления одежды. Проведены исследования основных эксплуатационных свойств полученных материалов на основе текстильных отходов, а также рекомендации по их эксплуатации.*

*In the conditions of environmental problems aggravation associated with the storage and disposal of textile waste, researchers continue to develop ways of textile industry waste recycling. The use of textile waste is economically beneficial and relevant from environmental protection point of view. The paper considers ways to reduce and use textile waste that occur at the stage of cutting garments. The analysis of the use of textile waste generated mainly during the cutting of garments is carried out. The results of the conducted research on the use of the small remains of the*



*fabric during cutting for the manufacture of composite textile materials are presented. Theoretical and experimental research methods were used to solve the tasks. A method for obtaining composite materials for the manufacturing of clothing has been developed. Studies of the main operational properties of the obtained materials based on textile waste, as well as recommendations for their operation, have been carried out.*

**Ключевые слова:** текстильные отходы, утилизация текстильных отходов, межлекальные выпады, маломерные концевые остатки, композиционный текстильный материал, безотходные технологии изготовления одежды.

**Keywords:** textile waste, disposal of textile waste, remains of the fabric during cutting, small-dimensional end residues, composite textile material, waste-free clothing manufacturing technologies.

Ежегодно в мире производится 150 миллиардов предметов одежды, из них используется лишь 80 миллиардов [1]. Спрос на одежду возрастает, поэтому объем текстильных отходов будет расти. Во всем мире только 12...15% текстильных материалов в конечном итоге перерабатываются [2...4]. В сравнении с бумагой, стеклом и пластиковыми бутылками, уровень переработки которых составляет 66%, 27% и 29% соответственно, становится ясно, что текстильных отходов перерабатывается недостаточно. Эксперты отмечают, что большинство текстильных отходов мало- или неликвидны [4], [5]. Суммарные текстильные отходы при пошиве швейных изделий в свою очередь включают в себя: межлекальные выпады, потери по ширине материалов, потери при настилении, потери при расчете кусков ткани в настилы, брак в материалах [5]. Наибольшую долю при этом занимают межлекальные выпады – 13...15% [6]. Имеющиеся на сегодняшний день технологии края без потерь (zerowaste) имеют ограниченное применение [7], [8], а цифровые технологии настиления и раскроя пока не могут обеспечить отсутствие межлекальных выпадов в промышленных масштабах.

Есть отдельные примеры использования межлекальных выпадов в качестве сырья для производства нетканых материалов, обтирочной ветоши, тепло-и шумоизоляции [9], стройматериалов [10], покрытия для пешеходных дорожек [11], изготовления ков-

ров [12]. На Филиппинах швейная компания Phinix собирает текстильные отходы и производит из них обувь и сумки [13]. Широко применяется подобное сырье и для изготовления изделий по лоскутной технологии [14], [15]. В Финляндии фирма Pure Waste Textiles перерабатывает межлекальные выпады и остатки джинсовых тканей и производит одежду и сумки [1]. Разработаны рациональные способы использования кожевенных выпадов площадью 2...5 см<sup>2</sup> для изготовления новых видов одежды [16]. Изделия из композиционных материалов вызывают интерес и могут быть востребованы потребителями [17].

Целью исследования была разработка способа использования мелких текстильных отходов, возникающих при раскрое, для изготовления новых материалов и изделий на их основе. С этой целью все межлекальные выпады были разделены на 2 группы по площади поверхности:

а) 1...5 см<sup>2</sup>; б) >5 см<sup>2</sup>.

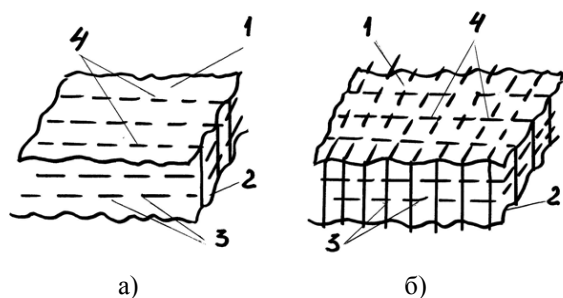
С целью использования самых мелких межлекальных выпадов площадью менее 5 см<sup>2</sup> был разработан способ изготовления композиционного многослойного текстильного материала для одежды (заявка на изобретение № 202217263 от 24.06.2022). Композиционный материал для одежды содержит прозрачный верхний и непрозрачный нижний слои эластичного или неэластичного текстильного материала (ткани или трикотажного полотна), между которыми

размещен армирующий дискретный наполнитель из фрагментов текстильных отходов (межлекальных выпадов) площадью от 1 до 5 см<sup>2</sup>. Фрагменты наполнителя укладываются плотно, без промежутков. Слои материала соединены между собой машинными строчками, которые могут быть расположены между собой параллельно, крестообразно или хаотично.

При использовании выпадов площадью более 5 см<sup>2</sup> в качестве верхнего слоя был использован водорастворимый флизелин, который удалялся после прокладывания закрепляющих строчек. В этом случае поверхность материала остается открытой и рисунок виден более четко.

Прокладывание закрепляющих машинных строчек остается весьма трудоемким процессом, но использование многоигольных швейных машин для прокладывания параллельных строчек позволит значительно сократить длительность процесса. (на рис. 1 – структурная схема композиционного материала, простеганного параллельными строчками (а) и крестообразными строчками (б)).

Композиционный материал для одежды содержит верхний прозрачный слой 1, нижний слой 2, армирующий слой (наполнитель) 3 (текстильные отходы). Слои закреплены между собой машинными ниточными строчками 4.



Подбор текстильных отходов по цвету и фактуре обеспечивает неповторимый меланжевый рисунок на поверхности материала (на рис. 2 – образцы полученных материалов с использованием текстильных отходов (а) на основе бязи в качестве нижнего слоя, и фатина в качестве верхнего слоя, и

(б) на основе бязи и водорастворимого флизелина).



Рис. 2

Далее были исследованы структурные и физико-механические свойства полученных композиционных материалов. На начальной стадии исследования свойств композитов был проведен экспертный опрос специалистов в области текстильной промышленности. В результате использованного метода априорного ранжирования наиболее значимыми оказались две группы свойств: эксплуатационные и гигиенические. Исходя из требований, предъявляемых к материалам для верхней одежды, среди важнейших показателей были выбраны следующие в порядке убывания значимости: толщина, жесткость на изгиб, поверхностная плотность и воздухопроницаемость. Соответственно x5, x6, x4 и x3 на диаграмме значимости показателей свойств исследуемого материала (рис. 3).

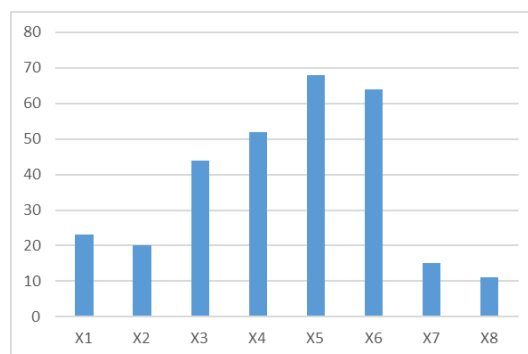


Рис. 3

Для испытаний были отобраны партии образцы трех видов. Под номером 1 исследовалась партия образцов на основе бязи (нижний слой) и фатина (верхний слой).

Строчки расположены параллельно с расстоянием 5...7 мм между собой. Номер 2 присвоен партии образцов на основе бязи (нижний слой) и эластичной полиамидной сетки (верхний слой). Строчки расположены хаотично. Под номером 3 были исследованы образцы на основе бязи и водорастворимого флизелина с хаотично расположенными строчками.

Результаты представлены для каждой и партий образцов, различающихся по видам используемых материалов и направлению закрепляющих строчек (в табл. 1 – структурные и физико-механические свойства композиционных материалов).

Как показывают результаты исследований, полученные композиционные материалы обладают значительной толщиной и поверхностной плотностью. Это, в свою очередь, обеспечивает значительную жесткость при изгибе и высокую формоустойчивость [18]. Значения воздухопроницаемости сопоставимы с аналогичными данными для пальтовых и плотных костюмных материалов. Материал с верхним водорастворимым слоем обладает меньшей толщиной и жесткостью при изгибе. Для уменьшения усадки материал рекомендуется декатировать

перед раскроем. Таким образом, полученные материалы по своим эксплуатационным и гигиеническим свойствам пригодны для изготовления преимущественно верхней одежды, а также в качестве различных вставок и отделочных деталей для легкой одежды. Способы технологической обработки деталей изделий аналогичны обработке плотных пальтовых материалов (на рис. 4 – изделие из материала на основе текстильных отходов-жилет).

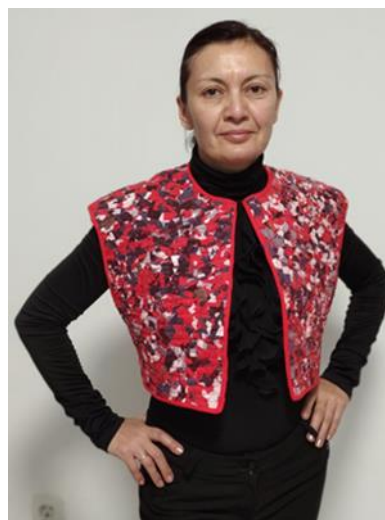


Рис. 4

Т а б л и ц а 1

№ партии образцов	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Жесткость на изгиб, мкН · см <sup>2</sup>	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> · с при p = 49 Па
1	3,93 ± 0,2	1036 ± 13	75000 ± 105	45 ± 0,2
2	2,13 ± 0,04	676 ± 5,5	32000 ± 96	84 ± 0,5
3	2,02 ± 0,03	728 ± 4,0	44000 ± 102	65 ± 0,4
Оборудование для испытания	Автоматический цифровой толщиномер TF121C AUTO THICKNESS GAUGE	Весы лабораторные ViBRA ALE-2202	Прибор ПТ-2 для определения жесткости текстильных материалов при изгибе	Электронный прибор для определения воздухопроницаемости текстильных материалов TF 164 E

Поверхностная плотность, толщина, жесткость при изгибе и воздухопроницаемость композиционного материала варьируются в соответствии со схемой укладки, количеством используемых слоев материала, направлением выстигивания и расстоянием между машинными строчками.

Подбор текстильных отходов для наполнения композиционного материала осуществляют по размеру, цвету и фактуре.

Это позволяет проявить свои творческие возможности и формировать рисунок поверхности композиционного материала. Прозрачный верхний слой защищает наполнитель от различных видов разрушения, не мешая видеть рисунок поверхности.

Меняя схему укладки, можно спроектировать и получить декоративные текстильные материалы с заданными характеристиками в широком диапазоне, для

изготовления одежды, чехлов для ноутбуков, галантерейных изделий и покрытий.

## ВЫВОДЫ

1. Таким образом, на современном уровне развития швейной промышленности не удастся избежать появления текстильных отходов. На них приходится в среднем до четверти объема исходного сырья. Значительная часть текстильных отходов приходится на стадию раскроя.

2. Замена утилизации текстильных отходов их переработкой может улучшить экологическую ситуацию, сэкономить средства и ресурсы. Исследователи ищут новые безопасные способы использования мало- и неликвидных текстильных отходов.

3. Разработанный способ использования маломерных межлекальных выпадов позволяет получить композиционный многослойный материала, пригодный для изготовления одежды, чехлов для ноутбука и других аксессуаров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Переработка отходов швейного и текстильного производства [Электронный ресурс] // URL: <https://bezotxodov.ru/jekologija/othody-shvejnogo-proizvodstva> (дата обращения 22.08.2022)

2. Всемирный заговор: Что стоит за быстрой модой. Вред экологии и тяжелый труд [Электронный ресурс] // URL: <https://www.wonderzine.com/wonderzine/style/style/232843-mass-market> (дата обращения: 10.08.2022).

3. *Chris Remington*. Reducing the carbon footprint in textile manufacturing. *Ecotextilenews*. - 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www.ecotextile.com/sponsored-content/reducing-the-carbon-footprint-in-textile-manufacturing.html> (дата доступа 16.08.2022)

4. *Голов Р.С., Костыгова Л.А., Смирнов В.Г.* Использование текстильных отходов: анализ состояния и перспективы развития // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 5. С.241...250.

5. *Козлов Б. А.* Плотные многокомплектные раскладки деталей швейных изделий. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

6. *Мазанов П. Г.* Оптимизация раскроя рулонных тканей: На примере ОАО "Тверская швейная фабрика": Дис .....кан. техн. наук. – Тверь.: 2006.

7. *McQuillan, H.* Hybrid zero waste design practices.

weaving and its implications. //The Design Journal. – 2019, 22: sup1, P.803-819. doi: 10.1080/14606925.2019.1613098.

8. Текстильная промышленность: старое все становится новым [Электронный ресурс] URL: <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/tekstilnaya-promyshlennost-staroe-vse-chasche-stanovitsya-novym>

9. *Yan Zhang, Rong-rong Xu.* Analysis and Study of Low-Carbon Clothing Design and Fashion Lifestyle // *Journal of Arts & Humanities*. – 2016. – Vol. 5, N 10. P.23...29. – [Электронный ресурс] (дата обращения: 13.08.2022)

10. *Баранова А.Ф., Мамедов С.Н., Погодина И.В.* Минимизация объема отходов, генерируемых текстильной промышленностью // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 5. С.283...287.

11. *G. Gannoruwa S. Nanayakkara S. Multthurana/* Utilization of textile waste in development of interlocking pavingblocks for foot paths // *Material Science/* 2020. [Электронный ресурс] URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7222-7\\_44](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7222-7_44)

12. *Aishwariya S.* Harmful effects of textile waste. July 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www.researchgate.net/profile/Aishwariya>

13. *Sushma Rani, Zeba Jamal.* Recycling of textiles waste for environmental protection // *International Journal of Home Science*. – 2018; № 4(1). P. 164...168.

14. *Иванова В.Ц.* Применение маломерных и концевых остатков швейного производства при создании лоскутных коллекций одежды // Мат. докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика, 30 нояб. 2016 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. С. 43...47.

15. *Махоткина Л.Ю., Семенова Г.Е., Голованева О.И.* Использование ресурсосберегающей технологии при изготовлении швейных изделий из полимерных материалов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т. 17, № 14. С. 162...164.

16. *Каюмова Р.Ф., Гирфанова Л.Р.* К вопросу использования текстильных отходов и бывшей в употреблении одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №2. С.87...92

17. *Каюмова Р.Ф.* Управление ассортиментом на малых предприятиях легкой промышленности Республики Башкортостан // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 1. С.10...14.

18. *Каюмова Р.Ф., Гирфанова Л.Р.* Понятие формоустойчивости материалов и методы ее оценки // Естественные и технические науки. – 2007, № 1. С.171...174

## REFERENCES

1. Recycling of sewing and textile production waste [Electronic resource] // URL: <https://bezotxodov.ru/jekologija/othody-shvejnogo-proizvodstva> (accessed 22.08.2022)



2. The Worldwide Conspiracy: What is behind fast fashion. Environmental damage and hard work [Electronic resource] // URL: <https://www.wonderzine.com/wonderzine/style/style/232843-mass-market> (accessed: 10.08.2022).
3. Chris Remington. Reducing the carbon footprint in textile manufacturing. Ecotextile news. - 2020. [Electronic resource] URL: <https://www.ecotextile.com/sponsored-content/reducing-the-carbon-footprint-in-textile-manufacturing.html> (accessed 16.08.2022)
4. Golov R.S., Kostygova L.A., Smirnov V.G. The use of textile waste: analysis of the state and prospects of development. // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* - 2021, № 5. P. 241...250.
5. Kozlov, B. A. Dense multi-component layouts of sewing parts. – M.: Legprombytizdat, 1985.
6. Mazanov P. G. Optimization of the cutting of rolled fabrics: On the example of JSC "Tver Sewing Factory": abstract dis. kan. of technical sciences. – Tver.: 2006, 19 p.
7. McQuillan, H. Hybrid zero waste design practices. Zero waste pattern cutting for composite garment weaving and its implications. // *The Design Journal.* – 2019, 22:sup1, P. 803...819. doi: 10.1080/14606925.2019.1613098.
8. Textile industry: old everything becomes new [Electronic resource] URL: <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/tekstilnaya-promyshlennost-staroe-vse-chasche-stanovitsya-novym>
9. Yan Zhang, Rong-rong Xu. Analysis and Study of Low-Carbon Clothing Design and Fashion Lifestyle // *Journal of Arts & Humanities.* – 2016. Vol. 5, N 10. P. 23...29. – [Electronic resource] (accessed: 08/13/2022)
10. Baranova A.F., Mammadov S.N., Pogodina I.V. Minimization of the volume of waste generated by the textile industry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2019, № 5. P. 283...287.
11. Gannoruwa G., Nanayakkara S., Multthurana S. Utilization of textile waste in development of interlocking pavingblocks for foot paths // *Material Science.* – 2020. [Electronic resource] URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7222-7\\_44](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7222-7_44)
12. Aishwariya S. Harmful effects of textile waste. July 2020. [Electronic resource] URL: <https://www.researchgate.net/profile/Aishwariya>
13. Sushma Rani, Zeba Jamal. Recycling of textiles waste for environmental protection // *International Journal of Home Science/* – 2018; No. 4(1). Pp. 164...168.
14. Ivanova V.Ts. The use of small-size and end remnants of sewing production in the creation of patchwork collections of clothing // *Recycling of textile and light industry waste: theory and practice: materials of the dokl. International Scientific and Practical conference, November 30, 2016 / UO "VSTU".* – Vitebsk, 2016. P. 43...47.
15. Makhotkina L.Yu., Semenova G.E., Golovaneva O.I. The use of resource-saving technology in the manufacture of garments made of polymer materials // *Bulletin of Kazan Technological University.* – 2014. Vol. 17, No. 14. P. 162...164.
16. Kayumova R.F., Girfanova L.R. On the issue of the use of textile waste and used clothing // *Izvestiya-VysshikhUchebnykhZavedenii.SeriyaTekhnologiyaTekstil'noiPromyshlennosti.* – 2021. №.2. P. 87...92
17. Kayumova R.F. Assortment management at small enterprises of light industry of the Republic of Bashkortostan // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* - 2018, №. 1. P. 10...14.
18. Kayumova R.F., Girfanova L.R. The concept of form stability of materials and methods of its assessment // *Natural and technical sciences.* - 2007, No. 1. P.171...174

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования одежды. Поступила 21.01.23.

УДК 677.21.051.152

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_114

**О ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ДРЕВЕСНОЙ ОСНОВЕ  
ДЛЯ ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН**

**ABOUT WOOD BASED PLAIN BEARINGS FOR COTTON GINS**

*Х.Ж. АБДУГАФФАРОВ<sup>1</sup>, О.Ж. МУРОДОВ<sup>2</sup>*

*X.J. ABDUGAFFAROV<sup>1</sup>, O.J. MURODOV<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,  
<sup>2</sup>Костромской государственный университет, Россия)*

*(<sup>1</sup>Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,  
<sup>2</sup>Kostroma State University, Russia)*

E-mail: moscjom@mail.ru, baxrinjom@mail.ru

*В статье рассмотрены вопросы применения подшипников скольжения на основе древесно-композиционных материалов в рабочих органах комплекса машин и механизмов хлопкоочистительного производства. В работе выбраны древесно-композиционные материалы для подшипников скольжения, построены кривые зависимостей показателей физико-механических свойств композиций, приведена рецептура смеси композиций и основные характеристики композиционного материала на основе древесины и полимера. Результаты экспериментальных исследований показали возможность применения древесно-полимерных композиционных материалов на основе тала и тополя в подшипниках скольжения для установки в рабочих органах машин хлопкоочистительного производства. Применение полимерно-композиционных материалов обеспечит низкую себестоимость подшипников скольжения в опорах винтового шнека и увеличит эффективность работы машин хлопкоочистительной промышленности.*

*The article deals with the use of plain bearings based on wood-composite materials in the working bodies of a complex of machines and mechanisms of cotton-cleaning production. In the work, wood-composite materials for plain bearings are selected, curves of indicators dependences of both the physical and mechanical properties of the compositions are plotted, the formulation of the mixture of compositions and the main characteristics of the composite material based on wood and polymer are given. The results of experimental studies have shown the possibility of using wood-polymer composite materials based on steel and poplar in plain bearings for installation in the working bodies of cotton-cleaning machines. The use of polymer-composite materials will ensure the low cost of plain bearings in screw auger supports and increase the efficiency of cotton ginning machines.*

**Ключевые слова:** хлопкоочистительная промышленность, древесно-полимерные материалы, износ узлов, композиционный материал, поликарбонат, поликапроамид, пентапласт, подшипник.

**Keywords:** cotton ginning industry, wood-polymer materials, wear units, composite material, polycarbonate, polycaproamide, pentaplast, bearing.

В хлопкоочистительной промышленности стоит острая проблема – проблема мелкого хлопкового пуха, который проникает в узел трения, сгущает смазку, превращая ее в твердые комки, способствуя тем самым быстрому износу узла трения. В качестве узлов трения в большинстве случаев применяют подшипники качения (ПК). Но их работоспособность снижается при наличии большого количества хлопкового пуха в смазке. При всех имеющихся достоинствах подшипники качения обладают недостатками. Прежде всего, они имеют довольно большие габариты и изготавливаются из высококачественной стали марки ШХ-15. К тому же работоспособность их в условиях запыленности окружающей среды низкая. Эти подшипники неразъемные, нерегулируемые, и поэтому частая их замена чревата большими материальными и трудовыми затратами. Нами изучался вопрос применения других подшипников, например, особый интерес представляет использование подшипников из композиционных материалов, в частности, на основе древесины.

Основу композиционного материала для подшипников скольжения составляет древесина. Выбор сорта древесного материала зависит от многих факторов: физико-механических свойств, пористости, влагопоглощения, распространенности, дешевизны и др. По данным [1] наиболее приемлемыми являются мягколиственные породы – березы, осины, ольхи и др. Однако в Узбекистане наибольшее распространение имеют подобные им породы – тополь, тал, чинар. Чинар культивируется в основном в городах, в качестве декоративных насаждений и не может быть использован в промышленных целях. Тополь и тал широко распространены на территории Узбекистана и могут быть использованы как основа для композиционного материала.

Другой составной частью композиционного материала могут быть полимеры.

Полиэтилен высокой плотности отличается высокой стойкостью к растрескиванию и ударным нагрузкам, низкой стоимостью, а также технологичностью. Однако полиэтилен высокого давления (ПЭВД) подвержен старению, для защиты от которого в полиэтилен необходимо вводить стабилизаторы и ингибиторы, замедляющие процессы старения.

Полистирол ударопрочный обладает достаточной прочностью и твердостью. Однако изделия на основе ПС при механических нагрузках склонны к растрескиванию из-за высоких внутренних напряжений, образующихся в технологическом процессе получения, кроме того, невысокая теплоустойчивость, склонность к старению и хрупкость ограничивают его применение.

Поликарбонат, поликапроамид (ПКА) и пентапласт выделяют в особую группу конструкционных термопластов. Они обладают близкими прочностными свойствами.

ПКА обладает высокими прочностными и антифрикционными свойствами, а также высокой износостойкостью. Благодаря этому ПКА и композиции на его основе нашли широкое применение в узлах как сухого, так и граничного трения в машинах и механизмах. Существенным недостатком ПКА является низкая теплопроводность (50...60°C) и электропроводность. Кроме того, значительные коэффициенты линейного расширения ограничивают их использование в качестве антифрикционных материалов.

Пенопласт (ПНП) как ценный антифрикционный конструкционный материал, применяют в наиболее ответственных деталях и узлах машин и аппаратов химической промышленности. ПНП может разрушаться при температурах переработки,

его следует перерабатывать на оборудовании, где обеспечивается кратковременный нагрев до необходимой температуры.

В последние годы среди других материалов полипропилен (ПП) широко используется в качестве антифрикционного конструкционного материала в несильно нагруженных узлах трения. ПП отличается исключительной водостойкостью, достаточной прочностью, хорошей ударной вязкостью, устойчивостью к старению и истиранию. Его устойчивость к истиранию находится на уровне полиамидов.

Очевидно, что композиционный материал на основе древесины и полимеров, работающий в условиях трения, должен обладать достаточно высокими антифрикционными свойствами и износостойкостью.

Для решения одной из задач – определения оптимальной композиции, проведены исследования по изучению зависимостей основных физико-механических свойств полимеров от содержания наполнителей [2].

За основные показатели свойств композиции на основе полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) были приняты: предел прочности при сжатии, модуль упругости, ударная вязкость и твердость по Бринеллю. Это обусловлено тем, что работоспособность и долговечность подшипников скольжения в основном определяются этими показателями материала.

Для древесно-полимерных композиций, принятых к исследованию, были предварительно определены предел прочности при сжатии, модуль упругости, твердость по Бринеллю и ударная вязкость. Композиции состояли из ПЭВП и ПП с добавкой 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0; 20,0; 30,0 и 40,0 мас.ч. графита или сажи.

Форма образцов и методика испытаний на сжатие соответствовали ГОСТ 4651-87. Результаты испытаний позволили получить средние арифметические значения величин предела прочности на сжатие. Кривая, выражающая зависимость предела прочности на сжатие от содержания графита и сажи (рис. 1 – зависимость предела прочности при сжатии ПП (1.2) и ПЭВД (3.4) от содержания наполнителей. 1.3-графит; 2.4-сажа), указывает, что при содержании 5-10 мас.ч.

графита и сажи достигается максимальная прочность на сжатие. Можно предположить, что при содержании 5-10 мас.ч. графита и сажи композиция представляет собой материал с особо интересными свойствами для дальнейшего исследования его при трении.

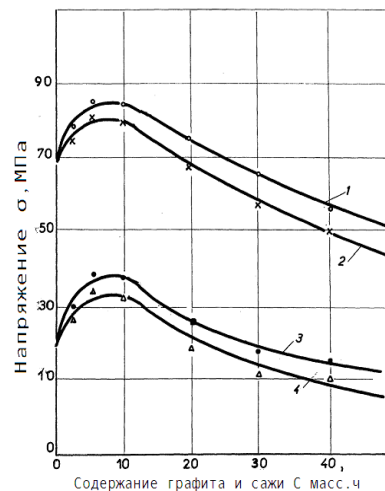


Рис. 1

Пользуясь экспериментальными данными, построены кривые зависимостей показателей физико-механических свойств композиций. Анализ полученных исследований показал, что введение наполнителей графита и сажи в матрицу ПЭВД и ПП ведет к снижению величин ударной вязкости с увеличением содержания наполнителей.

Твердость композиций с введением сажи и графита до 10-15 мас.ч. повышается, а затем снижается. Модуль упругости композиций с увеличением содержания наполнителей постепенно повышается. Известно [2], что наполнение полимеров сажей приводит к увеличению жесткости материала и модуля упругости, следовательно, это приводит к снижению ударной вязкости композиции. Результаты экспериментальных данных подтверждают это положение.

В общем возрастание прочности при сжатии до определенного содержания наполнителя связано с его накоплением в межсферолитных участках, куда наполнитель попадает в процессе кристаллизации. Снижение прочности композиции при больших наполнениях вызвано тем, что присутствие большого количества напол-



нителя между макромолекулами полимера несколько осложняет энергию их межмолекулярного взаимодействия, ускоряя процесс разрушения полимерной композиции.

Изменение значения твердости происходит за счет изменения жесткости системы полимер-наполнитель. Увеличение твердости при малом содержании наполнителя обусловлено изменением степени структурной упорядоченности полимеров, а снижение твердости композиции при дальнейшем увеличении содержания наполнителей, по-видимому, объясняется тем, что при сдвиговой деформации происходит разрушение структур из наполнителей, которые к тому же не способны к активному взаимодействию с полимером. Поэтому при деформации контакты между частицами наполнителя легко разрушаются и при отсутствии взаимодействия их с полимерной матрицей вся система ослабляется.

Уменьшение величин ударной вязкости композиции объясняется, очевидно, тем, что повышение содержания наполнителя приводит к повышению жесткости цепей и возникновению больших внутренних напряжений, снижающих прочность связей между полимерной матрицей и частицами наполнителя.

При разработке антифрикционных композиционных материалов необходимо учи-

тывать их целевое назначение и условия эксплуатации.

Очевидно, что наиболее важным является выбор связующего и наполнителей. Этот выбор проводится с учетом целевого назначения материала. Для антифрикционного материала необходимым условием является низкий коэффициент трения в различных условиях эксплуатации. Поэтому при создании материала антифрикционного назначения необходимо стремиться к повышению прочности материалов, снижению коэффициента трения и температуры в зоне трения.

Из анализа исследований физико-механических свойств (рис. 1) композиций видно, что графит и сажа обеспечивают достаточные прочностные характеристики материала и вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к материалам подшипников скольжения на основе древесины и полимеров. Для этого достаточно вводить в связующую наполнители графит или сажу в размере 5-10 мас.ч.

Для обеспечения самосмазки было выбрано смазывающее вещество – моторное масло в размере 20 мас.ч.

Рецептура компонентов смеси композиций на основе древесины и полимеров, разработанная нами и из которых мы сделали подшипники, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Компоненты смеси композиции	Номера рецептов смеси древесно-полимерной композиции			
	АСДПК-1	АСДПК-2	АСДПК-3	АСДПК-4
Древесина	100	100	100	100
Модифицированный полимер	3-4	5-6	7-8	9-10
Наполнители: сажа и графит	5-6	6-7	7-8	9-10
Смазывающее вещество: моторное масло и парафин	7-8	8	8-9	9-10

Физико-механические свойства разработанных антифрикционных самосмазывающихся древесно-полимерных материалов (АСДПМ), определенные в лаборатории организации ТИТЛП, приведены в табл. 2.

Образцы для исследований физико-механических свойств древесно-полимерных материалов были выполнены в форме параллелепипеда с размерами 28x28x56 мм.

Измерение твердости древесной полимерной композиции имеет свои особеннос-

ти из-за малой плотности материала и нестабильности физико-механических свойств по сечению.

Непосредственное измерение твердости на приборе Бринелля не представляется возможным, так как они ниже НВ-10. Поэтому подбирался диаметр шарика, соответствующий усилию при вдавливании шарика на ручном винтовом прессе. Наиболее достоверные результаты показали использование шарика диаметром 8 мм и прило-

жение усилия 50 кг. Отпечаток шарика получался четким, что повышало точность из-

мерения диаметра отпечатка, и глубина внедрения небольшая.

Т а б л и ц а 2

Показатели	Номер древесной композиции			
	АСДПК-1	АСДПК-2	АСДПК-3	АСДПК-4
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,77	0,77	0,947	0,966
Предел прочности при сжатии, МПа	69,3	64,9	61,2	66,8
Твердость по Бринеллю, МПа	52	78,7	65	107,9
Коэффициент трения	0,11	0,12	0,13	0,14
Интенсивность линейного изнашивания, 1·10 <sup>-9</sup>	0,8	0,85	0,90	1,0
Водопоглощение за 24 ч, %	48,3	-	-	37,6
Степень уплотнения, %	38,5	38,1	37,8	36,1

При большой глубине внедрения шарика происходило разрушение отдельных структур древесины, и необходимое соотношение между силой прижатия шарика и деформацией древесины нарушалось.

Как видно из табл. 2, где представлены основные характеристики композиционного материала на основе древесины и полимера, свойства разработанных АСДПК вполне отвечают функциональным требованиям, предъявляемым к материалам для подшипников скольжения, и могут быть применены в опорах винтовых шнеков хлопкоочистительного производства и других отраслях машиностроения.



Рис. 2

Предлагаемая конструкция подшипника скольжения на древесной основе представляет собой металлическую втулку с закрепленными внутри вкладышами из модифицированной древесины. Одна из таких конструкций, приведенная на рис. 2, разработана на кафедре технологических машин и оборудования. В основе этой конструкции лежит изготовление цельной втулки из модифицированной древесины. Втулка изготавливается из древесных заготовок с припуском на механическую обработку и на осадку при прессовании.

Имеется возможность применения в этих узлах подшипников скольжения (ПС) из древесно-полимерных композиционных материалов (ДПКМ) на основе цельной древесины. Однако себестоимость таких подшипников мало отличается от аналогичных ПК, хотя ресурс их работы в условиях запыленности цехов значительно выше. Для снижения производственных затрат было решено разработать и изготовить ПС на основе древесины из местного сырья – тала и тополя. Новая конструкция подшипника проста в изготовлении, не трудоемка по отношению к первоначальной, а следовательно, более экономична при массовом и среднем производстве (рис. 3 – упрощенная конструкция подшипника скольжения на основе тала).

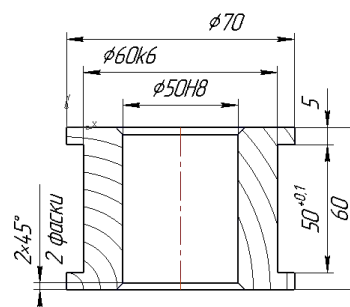


Рис. 3

Технология изготовления состоит в следующем:

- сушка и пропитка образцов в масляной ванне двумя ступенями;
- охлаждение образцов в ванне (12...24 ч);
- хранение пропитанных образцов заготовок на складе, ожидая своей очереди для модифицирования и прессования. При этом

их сушка или набухание будут ничтожными, а растрескивание практически исключается;

- нагрев модифицированной жидкости (92% масло + 4% полиэтилен + 4% сажи либо графита) до  $t=150...160^{\circ}\text{C}$  (1,0...1,5 ч);

- нагрев и частичная пропитка заготовок в предварительно нагретой модифицированной жидкости  $t=150...160^{\circ}\text{C}$  (2 ч);

- прессование горячих заготовок до необходимой степени прессования и выдержка под нагрузкой в пресс-форме в течение 10...15 мин для охлаждения до  $t=40...50^{\circ}\text{C}$  ( $p=150...200$  кг/см<sup>2</sup>);

- нормализация прессованных заготовок (24...48 ч);

- хранение СДМП в ванне с холодным обезвоженным маслом той же марки, которым и были пропитаны заготовки до прессования.

Древесина по своей структуре является пористым материалом. Влага, содержащаяся в порах древесины, легко может быть удалена в процессе выпаривания в масляной ванне, с последующим замещением пустого пространства пор полимерной композицией.

Очевидно, что выбор связующих (древесины), полимеров и наполнителей должен быть осуществлен с учетом целевого назначения изделий и требований, предъявляемых к материалам подшипников скольжения. Согласно этим требованиям древесина, полимер и наполнители должны обладать высокими антифрикционными (коэффициент трения) и прочностными (ударная вязкость, разрушающее напряжение при сжатии, твердость) свойствами, а также высокой износостойкостью, гигроскопичностью, водостойкостью, технологичностью, низкой стоимостью и недефицитностью.

## ВЫВОДЫ

1. Произведен выбор связующих древесины, полимеров и наполнителей для разработки композиционных материалов. Оптимальный состав наполнителя: 92% масло, 4% полиэтилен, 4% сажи либо графита.

2. Установлено влияние степени уплотнения древесины на ее механические свойства и выбран метод пропитки ДПКМ.

3. Определены физико-механические свойства древесно-полимерных композиционных материалов на основе тала и тополя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдугаффаров Х., Шукуров М.М., Махкамов Р.Г., Гулямов Г. Древесно-полимерные композиционные материалы для подшипников скольжения хлопкоочистительных машин // Тез. докл. III Санкт-Петербургской конф. молодых ученых: Современные проблемы науки о полимерах. – Санкт-Петербург, 2007, №3. С. 329.

2. Абдугаффаров Х.Ж., Шукуров М.М. О новой конструкции винтового конвейера // Сб. тр. Междунар. научн.-практич. конф.: Инновационные технологии товаров народного потребления, качество и безопасность. – Алматы, 2010. С. 161...163

3. Abdugaffarov Kh.J., Safoev A.A. and Murodov O.J. Improving the quality of lint by strengthening the cleaning of cotton seeds from waste IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 862(3), 2020.032026.

4. Abdugaffarov Kh.Zh. 2018 Improving the efficiency of screw conveyors for transporting cotton seeds (Tashkent: TITLI)

5. Abdugaffarov Kh.Zh. Experimental studies of the screw conveyor to transport the cotton seeds // International Journal Of Advanced Research In Science Engineering And Technology. Of ijarset, volume 6, issue 6, June 2019.

6. Abdugaffarov Kh/Zh., Zaydullaeva G.B., Otakhonov G.O., Ulugmurodov Zh.D. Research of the influence of the passive area on the productivity of the screw conveyor with a cleaning section of cotton seeds // International Journal Of Engineering And Information Systems (Ijeais). – Volume 5. Issue 4, April 2021. Pages: 266//272.

7. Abdugaffarov Kh. J., Safoev A.A., Murodov O.J. Improving the quality of lint by strengthening the cleaning of cotton seeds from waste // MIP: Engineering-2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 862 (2020) 032026 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/862/3/032026. page-1-6.

8. Murodov O.J. Perfection of Designs and Rationale of Parameters of Plastic Koloski Cleaning Cleaners // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-12, October 2019. P. 2640...2646.

9. Agzamov M., Agzamov M.M., Madgidov G.F. Ways for improvement of cotton fiber quality in process of ginning // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, (3). P. 34...37.

10. Agzamov M.M., Yunusov S.Z., Gafurov J.K. On the technological development of cotton primary processing, using a new drying-purifying unit // 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 254 082017.

## REFERENCES

1. Abdugaffarov H., Shukurov M.M., Makhkamov R.G., Gulyamov G. Wood-polymer composite materials for plain bearings of cotton-cleaning machines // Abstracts of the III St. Petersburg Conference of Young Scientists "Modern Problems of Polymer Science". - St. Petersburg, 2007. No. 3. S. 329.
2. Abdugaffarov H.Zh., Shukurov M.M. On the new design of the screw conveyor // Collection of works Innovative technologies of consumer goods, quality and safety. International scientific and practical conference. - Almaty, 2010. P. 161...163.
3. Abdugaffarov KH. J., Safoev A.A. and Murodov O.J. 2020 Improving the quality of lint by strengthening the cleaning of cotton seeds from waste IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 862(3), 032026
4. Abdugaffarov Kh.Zh. 2018 Improving the efficiency of screw conveyors for transporting cotton seeds (Tashkent: TITLI)
5. Abdugaffarov KhZh "Experimental studies of the screw conveyor to transport the cotton seeds" International Journal Of Advanced Research In Science Engineering And Technology. Of ijarset, volume 6, issue 6, June 2019
6. Abdugaffarov Kh.Zh., Zaydullaeva G.B., Otakhonov G.O., Ulugmurodov Zh.D. Research of the influence of the passive area on the productivity of the screw conveyor with a cleaning section of cotton seeds // International Journal Of Engineering And Information Systems (Ijeais). – Volume 5, issue 4, April 2021. Pages: 266...272.
7. Abdugaffarov Kh.J., Safoev A.A., Murodov O.J. Improving the quality of lint by strengthening the cleaning of cotton seeds from waste // MIP: Engineering-2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 032026 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/862/3/032026. page-1-6.
8. Murodov O.J. Perfection of Designs and Rationale of Parameters of Plastic Koloski Cleaning Cleaners // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-12, October 2019. page-2640-2646.
9. Agzamov, M., Agzamov, M.M., Madgidov, G.F. /Ways for improvement of cotton fiber quality in the process of ginning// Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennostitish. – 2007, (3).P. 34...37.
10. Agzamov, M.M., Yunusov, S.Z., Gafurov, J.K. /On the technological development of cotton primary processing, using a new drying-purifying unit// M Agzamov et al 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. sci. Eng. 254 082017.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГУ. Поступила 30.11.22.

УДК 677.021.152

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_120

### АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТУЧКИ В ЗОНЕ МЕЖДУ СЫРЦОВЫМ ВАЛИКОМ И ГАРНИТУРОЙ ПИЛЬНОГО ЦИЛИНДРА ПРИДЕЙСТВИИ ПЕРЕМЕННОЙ КОНТАКТНОЙ СИЛЫ

### ANALYSIS OF THE FLY MOVEMENT IN THE AREA BETWEEN THE RAW ROLLER AND THE SAW CYLINDER UNDER THE ACTION OF A VARIABLE CONTACT FORCE

*М.Х. АХМЕДОВ, Т.О. ТУЙЧИЕВ, А.Ф. ПЛЕХАНОВ<sup>2</sup>*

*М. Kh. AKHMEDOV, T. O. TUYCHIEV, A. F. PLEKHANOV<sup>2</sup>*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,  
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: mx.axmedov@mail.ru, timur.tuychiev@mail.ru, vonahelp@mail.ru

*В статье изучено движение летучки в зоне контакта ее с гарнитурой пильного цилиндра при реализации законов взаимодействия летучки с зубьями гарнитуры. Вид законов взаимодействия при этом зависит от величины силы контакта. В начальном участке зоны контакта контактная сила линейно зависит от перемещения. Далее контактная сила начинает*

уменьшаться, что приводит к отрыву волокон с поверхности семян. На основе анализа результатов часовых расчетов установлено, что с ростом числа зубьев, количество захватываемых волокон, абсолютное перемещение летучки интенсивно растет, при этом, в зависимости от числа зубьев, относительное перемещение достигает максимального значения, а далее оно начинает падать, что означает начало торможения летучки относительно барабана.

*The article studies the movement of the flyer in the zone of its contact with the saw cylinder headset when implementing the laws of the flyer interaction with the headset teeth. The form of the interaction laws in this case depends on the magnitude of the contact force. In the initial section of the contact zone, the contact force depends linearly on the displacement. Further, the contact force begins to decrease leading to the separation of the fibers from the seeds surface. Based on the analysis of the hourly calculations results, it was found that with an increase in the number of teeth, captured fibers, the absolute movement of the flyer increases intensively, while depending on the number of teeth, the relative displacement reaches its maximum value, and then it starts to fall, which means the start of deceleration of the flyer relative to the drum.*

**Ключевые слова:** хлопок, летучка, волокна, семена, сырцовый валик, пильный цилиндр, зуб.

**Keywords:** cotton, fly, fibers, seeds, raw roller, saw cylinder, tooth.

#### Введение

Механическое отделение волокна от семян при помощи зубьев пил происходит в зоне их взаимодействия с сырцовым валиком и колосниками в рабочей камере пильных джинов [1]. Процесс оголения семян происходит в результате многократного воздействия зубьев пил на летучки, т.е. многократного захвата и отрыва волокон зубьями пил [2].

Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в Ташкентском текстильном институте и «Пахсаноатилмиймаркази» АЖ Б.А.Левковичем, Н.Г. Гулидовым, Г.И. Болдинским, П.Н. Тютинным, наметили некоторые пути обоснования рационального профиля зуба пилы и его захватывающей способности [3...8].

Изучая сырцовый валик в комплексе с работой джиновой пилы, установили, что волокно располагается у вершины зуба пилы, но не все зубья активны в работе [9].

В работе [10] установлено, что только часть зубьев пилы участвует в захвате волокна.

Другие [11...13] предполагают, что начало взаимодействия летучки с силой происходит в зоне семенной гребенки. В точке встречи летучки с пилой абсолютная скорость сырцового валика  $V_B$  составляет около 2 м/с. При скорости пилы  $V=12$  м/с относительная скорость составляет примерно 10 м/с.

Из рис. 1 (схема контакта зубьев пилы с сырцовым валиком в зоне семенной гребенки по Г. И. Болдинскому) видно, что волокно, внедряясь по впадину под углом  $\beta$ , может располагаться на передней грани у ее вершины в пределах ВА.

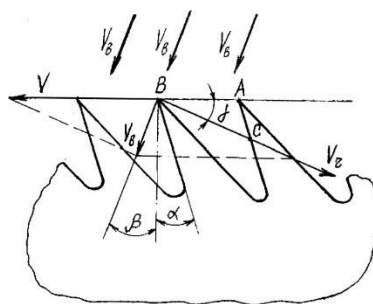


Рис. 1

Попытки увеличить захватывающую способность за счет увеличения значений  $\alpha$ ,  $j$  и  $t$  не дали ожидаемых результатов. Увеличение шага  $t$  сверх стандартного значения ведет к повышению раздробленности семян, увеличение угла  $\alpha$  ведет к нарушению съема волокна. Значение угла  $j$  зависит от скорости пилы  $V$ , скорости сырцового валика  $V_b$  и направления данной скорости.

Увеличение количества волокна, захватываемого зубьями за одно касание, приводит к уменьшению среднего времени пребывания семян в рабочей камере [14...16]. Следовательно, уменьшаются масса и плотность сырцового валика, которые приводят к улучшению качества волокна и семян.

Анализ существующих конструкций пильных джинов, исследований, посвященных их совершенствованию, показал, что современное оборудование недостаточно эффективно в свете возрастающих требований к производительности и качеству волокна [17], [18]. Недостаточно изучен вопрос выделения оголенных семян из рабочей камеры и джинирования хлопка-сырца при оптимальных параметрах, уменьшающих уплотненность сырцового валика при повышенной производительности джина.

#### Теоретические исследования

Процесс отделения волокна от семян летучки хлопка-сырца зубьями пил происходит в зоне ее взаимодействия с сырцовым валиком и гарнитурой пильного цилиндра [1]. В зависимости от величин силы контакта, скорости цилиндра и массы летучки закон взаимодействия имеет различный характер. При этом, в результате снижения скорости семян, часть волокна может отделяться даже в начальном участке зоны контакта, либо они могут продолжить движение до места расположения колосниковой решетки. В связи с этим рассмотрим следующую задачу о движении летучки массой  $m$  после входа ее в зону контакта сырцового валика с гарнитурой пильного цилиндра. При этом летучка движется под действием растягивающих сил прядок, захваченных зубьями пильного цилиндра. На поверхность летучки со стороны сырцового валика действует контактная сила, возрастаю-

щая по мере движения летучки в зоне контакта.

Составим уравнение движения летучки в этой зоне, принимая систему прядок волокон в виде растяжимого упругого элемента. В этих предложениях уравнение движения летучки по рис. 2 (схема движения летучки в начале зоны между сырцовым валиком и гарнитурой), записывается в виде:

$$mR\ddot{\varphi} = F_1(t, \varphi, \dot{\varphi}) - mg \cos(\varphi_0 + \varphi) - F_2(t, \varphi, \dot{\varphi}), \quad (1)$$

$$F_1 = k_1 u \text{ при } 0 \leq u \leq u_{np}, F_1 = \frac{F_{np}}{u_* - u_{np}} (u_* - u).$$

где  $R$  – радиус пильного цилиндра;  $\varphi$  – угол поворота центра летучки;  $F_1(t, \varphi, \dot{\varphi})$  – сила взаимодействия захваченных зубьями систем волокон при растяжении;  $\varphi_0$  – начальный угол входа летучки в зону взаимодействия;  $F_2(t, \varphi, \dot{\varphi})$  – действующая на летучку контактная сила на поверхности сырцового валика.

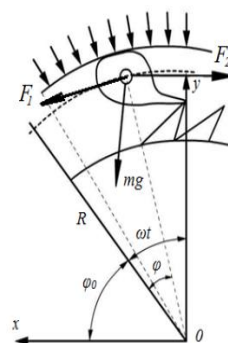


Рис. 2

Вид функций  $F_2(t, \varphi, \dot{\varphi})$ ,  $F_2(t, \varphi, \dot{\varphi})$  зависит от выбора моделей взаимодействий зубьев цилиндра и сырцового валика с летучкой.

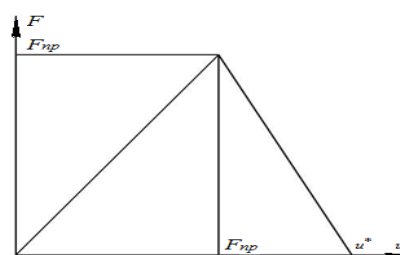


Рис. 3

В данной работе считаем, что в процессе захвата зубьями волокон летучки сила взаимодействия сначала увеличивается по линейному закону от относительного перемещения летучки до предельного значения  $F_{np}$  (период интенсивного роста сопротивления волокон) и далее, в результате отрыва отдельных волокон с поверхности семян, эта сила уменьшается также по линейному закону (период снижения сопротивления волокон) и обращается в ноль при некотором значении относительного перемещения  $u_*$  (рис. 3 – зависимость силы взаимодействия зубьев барабана от относительного перемещения летучки).

Заменив систему волокон в каждом периоде взаимодействия их с зубьями пыльного цилиндра, зависимость силы растяжения от относительного перемещения летучки можно представить в виде:

$$\text{при } u_{np} \leq u \leq u_*, F_1 = 0 \text{ при } u \leq u_*, \quad (2)$$

где  $u = R(\omega t - \varphi)$ ,  $u_{np} = \frac{F_{np}}{k_1}$ ;  $\omega$  – угловая скорость пыльного цилиндра;  $k_1$  и  $k_2$  – коэффициенты жесткости упругих элементов соответственно в периодах роста и снижения сопротивления волокон при растяжении. Значение этих коэффициентов зависит от количества зубьев, захватывающих волокна. Поэтому в расчетах полагаем  $k_1 = k_{10}n_1$ ,  $k_2 = k_{20}n_2$ , где  $k_{10}$  и  $k_{20}$  – коэффициенты жесткости при захвате волокон одним зубом;  $n_1$  и  $n_2$  – количество зубьев пыльного цилиндра.

Контактную силу между летучкой и сырцовым валиком определяем согласно закону сухого трения Кулона:

$$F_2 = fm[R\omega^2 - g \sin(\varphi_0 + \varphi)], \quad (3)$$

где  $f$  – коэффициент трения между летучкой и сырцовым валиком.

Уравнение (1) с учетом (2) и (3) приведем к виду (4):

$$\ddot{\varphi} + \omega_1^2 \varphi = \omega_1^2 \omega t - f \left[ \omega^2 - \frac{g}{R} \sin(\varphi_0 + \varphi) \right] - \frac{g}{R} \cos(\varphi_0 + \varphi) \text{ при } 0 < t < t_{np}, \quad (4)$$

где  $\omega_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m}}$ ,  $t_{np}$  – время завершения первого периода взаимодействия зубьев с летучкой, определяемое из условия

$$\omega t_{np} - \varphi(t_{np}) = u_{np}.$$

Рассмотрим возможные случаи движения летучки после захвата ее зубьями барабана. Полагая в уравнении (4)  $\varphi = 0$ , установим знак ускорения при  $t = 0$ :

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi}(0) &= \frac{g}{R} (f \sin \varphi_0 - \cos \varphi_0) - f \omega^2 = \\ &= \frac{g}{R} \left( f \sin \varphi_0 - \cos \varphi_0 - f \frac{R \omega^2}{g} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Видно, что  $\ddot{\varphi}(0) < 0$  при  $\varphi_0 < \varphi_1 = \arctg f$  для любых значений  $\varphi$ . Если  $\varphi_0 < \varphi_1$ , то  $\ddot{\varphi}(0) < 0$  при  $\omega > \omega_*$  и  $\ddot{\varphi}(0) < 0$  при  $\omega < \omega_*$ ,

где

$$\omega_* = \sqrt{\frac{g}{Rf}} (f \sin \varphi_0 - \cos \varphi_0). \quad (6)$$

Решение уравнения (4) с начальными условиями  $\varphi = 0$ ,  $\dot{\varphi} = 0$  при  $t=0$  в замкнутом виде не представляется возможным, поэтому рассмотрим малые значения угла  $\varphi$ , полагая:

$$\begin{aligned} \sin(\varphi_0 + \varphi) &\approx \sin \varphi_0 + \varphi \cos \varphi_0, \\ \cos(\varphi_0 + \varphi) &\approx \cos \varphi_0 - \varphi \sin \varphi_0 \end{aligned}$$

получаем:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} + \left[ \omega_1^2 - \frac{g}{R} (f \cos \varphi_0 - \sin \varphi_0) \right] \varphi = \\ = \omega_1^2 \omega t + \frac{g}{R} \left[ f \sin \varphi_0 - \cos \varphi_0 - f \frac{R \omega^2}{g} \right]. \end{aligned} \quad (7)$$

В дальнейшем полагаем:

$$\omega_1 > \sqrt{\frac{g}{R} (f \cos \varphi_0 - \sin \varphi_0)}. \quad (8)$$

Пусть  $\varphi_0 < \varphi_1$ .

Полагая  $\omega_0^2 = \omega_1^2 - \frac{g}{R} (f \cos \varphi_0 - \sin \varphi_0)$ ,  $a^2 = \left[ \frac{g}{R \omega^2} (f \sin \varphi_0 - \cos \varphi_0) - f \right]$ , имеем:

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = \omega_1^2 \omega t - \omega^2 a^2. \quad (9)$$

Решение этого уравнения с нулевыми начальными условиями имеет вид:

$$\varphi = \frac{\omega_1^2}{\omega_0^2} \left[ -a^2 \frac{\omega^2}{\omega_1^2} (1 - \cos \omega_0 t) + \frac{\omega}{\omega_0} (\omega_0 t - \sin \omega_0 t) \right]. \quad (10)$$

На рис. 4 и 5 представлены кривые зависимостей абсолютного  $v = R\varphi(t)$  (рис. 4) и относительного  $u = R\omega t - v$  (рис. 5) перемещений центра масс летучки по времени  $t$  для различных значений  $n_1$  (рис. 4 и 5): кривая 1 –  $n_1 = 5$ ; 2 –  $n_1 = 10$ ; 3 –  $n_1 = 15$ .

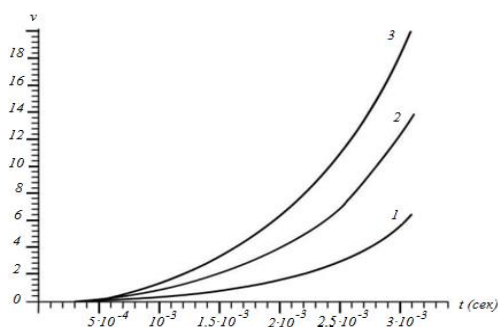


Рис. 4

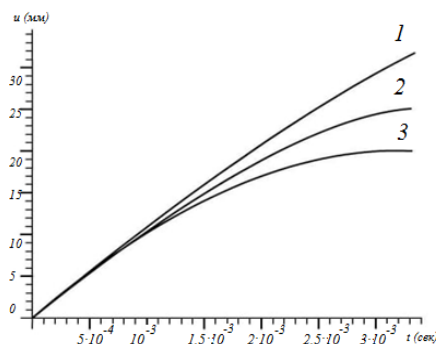


Рис. 5

Анализ кривых показывает, что с ростом числа  $n_1$  абсолютное перемещение летучки интенсивно растет, при этом наблюдается снижение перемещения летучки относительно вращающегося пильного цилиндра. При этом для значения  $n_1=15$  (рис. 5, кривая 3) относительная скорость летучки достигает в некоторый момент времени  $t < t_0$  максимального значения, далее она падает, что означает начало торможения летучки относительно пильного цилиндра.

Пусть при  $t = t_{np} < t_0$  относительное перемещение летучки принимает значение  $u = u_{np}$  ( $F_1 = F_{np}$ ) и начинается отделение волокон от поверхности семени, в результате чего снижаются силы взаимодействия волокон с зубьями пильного цилиндра. При  $t > t_{np}$  уравнение движения летучки

В расчетах форма летучки принята в виде шара радиусом  $R_{ш} = 12,5$  мм, а плотность массы хлопка сырца –  $\rho = 60$  кг/м<sup>3</sup>. При этом масса летучки вычислялась:  $m = 4\pi R_{ш}^3 / 3$ . Кроме того, значения других параметров были равны  $\omega = 75$  с<sup>-1</sup>,  $f = 0,2$ ,  $R = 0,16$  м,  $k_{10} = 10$  н/м. Кривые построены для различных значений количества взаимодействующих с волокном зубьев  $n_1$ . Время завершения процесса взаимодействия определялось по формуле  $t = t_0 = \ell / \omega$ , где  $\ell$  – длина зоны контакта пильного цилиндра с сырцовым валиком.

хлопка-сырца  $\varphi = \varphi_1(t)$  с учетом (2) можно представить в виде:

$$\ddot{\varphi}_1 - \omega_2^2 \varphi_1 = \omega_1^2 c - \omega_*^2 \omega t, \quad (11)$$

где

$$\omega_2 = \sqrt{\omega_*^2 + b^2}, \quad \omega_* = \omega_1 \sqrt{\frac{u_{np}}{u_* - u_{np}}},$$

$$b = \sqrt{\frac{g}{R}} (f \cos \varphi_0 - \sin \varphi_0), \quad (12)$$

$$c = \frac{g}{R\omega^2} (f \sin \varphi_0 - \cos \varphi_0) - f + \frac{\omega_*^2 u_*}{\omega^2 R}. \quad (13)$$

Решение уравнения (13) с начальными условиями  $\varphi_1 = \varphi_{10} = \varphi(t_{np})$ ,  $\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_{10} = \dot{\varphi}(t_{np})$  при  $t = t_{np}$  можно представить в виде:

$$\varphi = \left( c \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} + \frac{\omega_*^2}{\omega_2^2} \omega t_{np} + \varphi_{10} \right) \text{ch} \omega_2 (t - t_{np}) + \left( \frac{\omega_*^2}{\omega_2^2} \frac{\omega}{\omega_2} + \frac{\varphi_{10}}{\omega_2} \right) \text{sh} \omega_2 (t - t_{np}) - c \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} + \frac{\omega_*^2}{\omega_2^2} \omega t. \quad (14)$$



## ВЫВОДЫ

С ростом количества зубьев, захватывающих летучку, абсолютное перемещение летучки интенсивно растет, при этом наблюдается снижение перемещения летучки относительно вращающегося пильного цилиндра. При этом для значения 15 захватывающих зубьев относительная скорость летучки достигает в некоторый момент времени  $t < t_0$  максимального значения, далее она падает, что означает начало торможения летучки хлопка-сырца относительно пильного цилиндра.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972.

2. Ahmedov M., Shoraxmedova M., Tuychiev T., Tashpulatov D., Cherunova I. (2021, December). Physical and mathematical modeling of the moving the raw cotton between directing wall and area ginning seeds // Journal of Physics: Conference Series. – (Vol. 2131, №3, p. 032056). IOP Publishing.

3. Madumarov I., Ruzmetov R., Tuychiev T., Ismoilov A. Experimental results of an improved supplier in the production process and transportation // X International Scientific Siberian Transport Forum. Transportation Research Procedia. – 63 (2022) 2998–3004.

4. Ahmedov M.X., Sulaymonov R.Sh., Mardonov B.M., Tuychiev T.O. Modelling of interaction processes of a fibrous mass with a grate in the saw generation. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 8, Issue 1, January. 2021. ISSN: 2350-0328 P.16322-16327.

5. Salimov A.M., Wang Hua, Tuychiyev T.O., Madjidov Sh.A. Technology and Equipment for primary Cotton Processing / O'quv qo'llanma. Dounghua, Chin.– 2019. P.184. ISBN 978-7-5669-1576-4.

6. Mardonov B., Sulaymonov R.SH., Ahmedov M.X. Arrali jinda tolani ajratish va tashish jarayoni. “Paxta, to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari” mavzusida o'tkazilgan halqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Maqolalar to'plami. NamMTI. – Namangan. 2021. 22-23 aprel, I tom. 26-29 b.

7. Akhmedov M.Kh., Kurdenkova A.V., Bulanov Ya.I. Development of a theoretical model for the shear and compression of cotton fiber mass in the working chamber of a ginning machine // Fibre Chemistry. – Vol. 52, № 5, January, 2021, P. 377...382.

8. Ahmedov M.X., Tuychiev T.O., Ismoilov A.A., Xusanova Sh.A. Жинлаш ускунасининг таъминловчи қисми тарнови сиртидаги пахтахомашесининг харақатини баҳолаш алгоритми // ФарПИ “Илмий-техникажурнали”. – 2021 йил 69-74 бет.

9. Ahmedov M.X., Tuychiev T.O., Xusanova Sh.A. Пахта хомашесини йўналтирувчи девор ва жинлаш соҳаси оралиғидаги харақатини баҳолаш // ФарПИ “Илмий-техникажурнали”. – 2021 йил 20-25 бет.

10. Ahmedov M.X., Sulaymonov R.Sh., Tuychiev T.O. Influence on the technological characteristics of the working chamber profile saw gin and apron // Scientific and technical journal of NamET, – Vol. 6. Issue (3) 2021.P.179...184.

11. Сулаймонов Р.Ш., Ахмедов М.Х., Туйчиев Т.О. Аррали жин ишчи камераси профилининг ускунасининг технологик кўрсаткичларига таъсири // Ўзбекистон тўқимачилик муаммолари, 3-сон, 2021 йил, 12-19 бет.

12. Ahmedov M.X., Sulaymonov R.Sh., Tuychiev T.O. Толани тозалаш секциясига эга бўлган конструкцияли аррали жинларнинг тахлили // Ўзбекистон тўқимачилик муаммолари. – 4-сон, 2021 йил, 19-27 бет.

13. Сулаймонов Р.Ш., Ахмедов М.Х., Ганпарова М.А., Туйчиев Т.О. Аррали жинларда тола йўқолишини камайтириш бўйича изланишлар // Journal of innovative research in textile and light industry. – №1, 2021 йил, 3-9 бет.

14. Патент DGU 03134. М.Х. Ахмедов, М.Д. Шорахмедова, М. Эргашов, А.Парпиев. Аррали жинда пахта хом-ашесини рационал харақатини лойиҳалаш учун электрон дастур // 11.05.2015 йил.

15. Патент IAP 04980 Парпиев А.П., Джураев А.Дж., М.Х. Ахмедов, Пайзиев Б.Й. Наврузов Н.А. Арралижин // 24.10.2014 йил.

16. Ahmedov M. К моделированию ударного взаимодействия летучки хлопка-сырца с вращающимся пильным цилиндром // Проблемы текстиля. – 2011, №3. С.80...84.

17. Газиева С.А., Иброгимов Х.И., Исмаилов И.А., Плеханов А.Ф. Теоретическое исследование момента схода частицы хлопка-сырца с лопастей барабанной сушилки с применением математического аппарата Matlab // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, №4. С. 83...90.

18. Росулов Р.Х. Исследование взаимодействия летучек с колосниками очистителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, №4. С.166...171.

## REFERENCES

1. Miroshnichenko G.I. Fundamentals of designing machines for the primary processing of cotton. – M.: Engineering. 1972.

2. M. Ahmedov, M. Shoraxmedova, T. Tuychiev, D. Tashpulatov, I. Cherunova. (2021, December). Physical and mathematical modeling of the moving the raw cotton between directing wall and area ginning seeds. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2131, No. 3, p. 032056). IOP Publishing.

3. I. Madumarov, R. Ruzmetov, T. Tuychiev, A. Ismoilov. Experimental results of an improved supplier in the production process and transportation // X International Scientific Siberian Transport Forum.

Transportation Research Procedia 63 (2022) 2998–3004.

4. M.X. Axmedov, R.Sh. Sulaymonov, B.M. Mardonov, T.O. Tuychiev. Modeling of interaction processes of a fibrous mass with a grate in the saw generation. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 1, January. 2021. ISSN: 2350-0328 - pp.16322-16327.

5. A.M. Salimov, Wang Hua, T.O. Tuychiyev, Sh.A. Madjidov. Technology and Equipment for primary Cotton Processing / O'quv qo'llanma. Dounghua, China, - 2019, P.184. ISBN 978-7-5669-1576-4.

6. B. Mardonov, R.SH. Sulaymonov, M.X. Axmedov. Arrali jinda tolani ajratish va tashish jarayoni. "Paxta, to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari" mavzusida o'tkazilgan halqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Maqolalar to'plami. NamMTI. Namangan. 2021. April 22-23, I vol. 26-29 b.

7. M.Kh. Akhmedov, A.V. Kurdenkova, Ya.I. Bulanov. Development of a theoretical model for the shear and compression of cotton fiber mass in the working chamber of a ginning machine // Fiber Chemistry, Vol. 52, no. 5, January, 2021, pp. 377-382.

8. M.Kh. Akhmedov, T.O. Tuychiev, A.A. Ismoilov, Sh.A. Xusanova. Jinlash uskunasining ta'minlovchi qismi tarnovi sirtidagi paxta xomashyosining harakatini baholash algoritmi // FarPI "Ilmiy-tehnika journali", 2021 yil 69-74 bet.

9. M.Kh. Akhmedov, T.O. Tuychiev, Sh.A. Xusanova. Paxta xomashyosini yo'naltiruvchi devor va jinlash sohasi oralig'idagi harakatini baholash // FarPI "Ilmiy-tehnika journali", 2021 yil 20-25 bet.

10. M.X. Axmedov, R.Sh. Sulaymonov, T.O. Tuychiev. Influence on the technological characteristics of the working chamber profile saw gin and apron // Scientific and technical journal of NamIET, VOL 6 – Issue (3) 2021, pp 179-184.

11. R.Sh. Sulaymonov, M.Kh. Akhmedov, T.O. Tuychiev. Arrali jin ishchi kamerasi profilning

uskunaning texnologik ko'rsatkichlariga ta'siri // O'zbekiston to'qimachilik muammolari, 3-son, 2021 yil, 12-19 bet.

12. M.Kh. Akhmedov, R.Sh. Sulaymonov, T.O. Tuychiev. Tolani tozalash section siga ega bulgan designed by arrali zhinlarning tahlili // O'zbekiston to'qimachilik muammolari, 4-son, 2021 yil, 19-27 bet.

13. R.Sh. Sulaymonov, M.Kh. Akhmedov, M.A. Gapparova, T.O. Tuychiev. Arrali jinlarda tola yo'qolishini kamaytirish bo'yicha izlanishlar // Journal of innovative research in textile and light industry, No. 1, 2021, 3-9 bet.

14. Patent DGU 03134. M.Kh. Akhmedov, M.D. Shorakhmedova, M. Ergashov, A. Parpiev. Arrali jinda paxta xom-ashyosini ratsional xarakatini loyixalash uchun elektron dastur // 05/11/2015 yil.

15. Patent IAP 04980 Parpiev A.P. Juraev A.J. M.Kh. Akhmedov, Paiziev B.Y. Navruzov N.A. Arrali jin // 24.10.2014 yil.

16. M. Ahmedov. On modeling the impact interaction of a raw cotton fly with a rotating saw cylinder // Problems of textiles. No. 3, 2011, - p. 80-84.

17. S.A. Gazieva, Kh.I. Ibrogimov, I.A. Ismatov, A.F. Plekhanov. Theoretical study of discharge moment of raw cotton particles from the blades of drum dryer using the Matlab mathematical apparatus // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022, №4 (400). P. 83...90.

18. R.Kh. Rosulov. Investigation of the interaction of volts with cleaner grates // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022, №4 (400). P. 166...171.

Рекомендована кафедрой технологии первичной обработки натуральных волокон Ташкентского института текстильной и легкой промышленности. Поступила 21.12.22.

УДК 677.014-615.468

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_127

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА РАЗРЫХЛЕНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ  
В ЗОНЕ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ  
НА РАЗРАБОТАННОМ ОБОРУДОВАНИИ\***

**MATHEMATICAL MODELING OF LOOSENING PROCESS  
OF FIBROUS MASS IN GRATE AREA  
ON THE DEVELOPED EQUIPMENT**

*И.Г. ХОСРОВЯН, С.А. РОДИОНОВ, А.А. ЖУКОВА, Г.А. ХОСРОВЯН*

*I.G. KHOSROVYAN, S.A. RODIONOV, A.A. ZHUKOVA, G.A. KHOSROVYAN*

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: khosrovyan\_haik@mail.ru

*В статье рассматривается механическое состояние волокнистого комплекса в зоне колосниковой решетки в разработанном оборудовании для разрыхления волокнистой массы, ее очистки, рассортировки волокон, их распределения по зонам формирования и транспортировки. Определены силы, действующие на волокнистый комплекс в зоне колосниковой решетки, составлено уравнение равновесия волокнистого комплекса, находящегося на колоснике. Получено уравнение для определения величины силы, действующей на волокнистый комплекс на колоснике. Выполненные теоретические исследования вошли в общий комплекс моделирования процессов разрыхления волокнистой массы.*

*The article considers the mechanical state of the fibrous complex in the grate area on the developed equipment for loosening the fibrous mass, cleaning it, sorting the fibers, their distribution over the zones of formation and transportation. The forces acting on the fibrous complex in the grate area are determined, and the equilibrium equation of the fibrous complex located on the grate is compiled. An equation is obtained for determining the magnitude of the force acting on the fibrous complex on the grate. The theoretical studies carried out were included in the general modeling complex of fibrous mass loosening processes.*

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской обл., проект № 20-43-370010.

**Ключевые слова:** колосниковая решетка, волокнистый комплекс, центр масс, уравнение равновесия волокнистого комплекса, силы, действующие на волокнистый комплекс.

**Keywords:** grate, fibrous complex, center of mass, equilibrium equation of the fibrous complex, forces acting on the fibrous complex.

Важную роль для качественной рассортировки волокнистой массы на разработанном оборудовании для разрыхления волокнистой массы, ее очистки, рассортировки волокон, их распределения по зонам формирования и транспортировки играют процессы разрыхления и очистки, в том числе в зоне колосниковой решетки [1].

Ранее было выполнено математическое моделирование процесса взаимодействия волокнистых комплексов с рабочими органами разрыхлителей-очистителей [2...4]. Рабочими элементами вращающихся барабанов являлись колки. Было рассмотрено механическое состояние волокнистого комплекса на колке, расположенном вертикально над барабаном разрыхлителя.

В данной работе рассматривается механическое состояние волокнистого комплекса, находящегося под рабочим барабаном в зоне колосниковой решетки в разработанном нами оборудовании, предназначенном для разрыхления волокнистой массы, ее очистки, рассортировки волокон, их распределения по зонам формирования и транспортировки. Данное оборудование имеет усиленный приемный узел в виде последовательно и горизонтально установленных пальчатых барабанов и расположенной под ними колосниковой решетки [5], [6].

Рассмотрим следующую модель динамики очистки и разрыхления волокнистого комплекса в зоне колосниковой решетки. Предположим, что волокнистый комплекс располагается на грани колосника (рис. 1). Примем, что волокнистый комплекс с центром масс в точке  $M$  вписывается в шаровую поверхность радиусом  $R_{\text{КОМ}}$  (рис. 1). Поэтому далее будем считать волокнистый комплекс пористой сферой, имеющей скорость витания  $V_{\text{ВИТ}}$ . Волокнистый комплекс касается верхней (рабочей) грани колосника в точке  $O$ . На волокнистый комплекс

действуют следующие силы:  $m\vec{g}$  – сила притяжения;  $\vec{F}_{\text{тр}}$  – сила трения;  $\vec{N}$  – реакция опоры;  $\vec{F}_a$  – аэродинамическая сила.

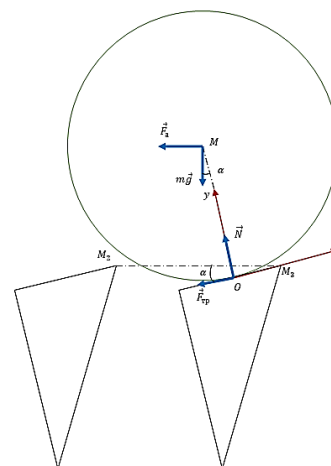


Рис. 1

Очевидно, что под действием этих сил происходит вращение волокнистого комплекса вокруг его центра масс с одновременным скатыванием по рабочей грани колосника до соприкосновения с соседним колосником в точке  $M_2$ . То есть происходит неупругий удар волокнистого комплекса с соседним колосником в точке  $M_2$  (рис. 2).

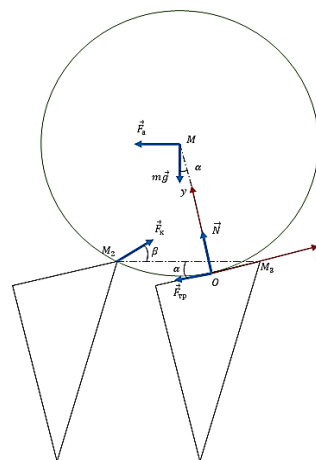


Рис. 2

Далее полагаем, что в этот момент времени  $t_1$  на волокнистый комплекс действует еще сила  $\vec{F}_k$  со стороны соседнего колосника. Вектор  $\vec{F}_k$  направлен под углом  $\beta$  к линии горизонта. Вектор  $\vec{F}_k$  может быть разложен на две составляющие:

$$\vec{F}_k = \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{k2}, \quad (1)$$

где  $\vec{F}_{k1}$  – горизонтальная составляющая;  $\vec{F}_{k2}$  – вертикальная составляющая;

$$|\vec{F}_{k1}| = |\vec{F}_k| \cos \beta; \quad |\vec{F}_{k2}| = |\vec{F}_k| \sin \beta.$$

Считаем далее, что в следующий момент времени  $t_2$  волокнистый комплекс подхватывается рабочим элементом барабана. В этот момент времени на волокнистый комплекс со стороны рабочего элемента барабана действует сила  $\vec{F}_{уд}$ . Полагаем в этой модели, что имеет место неупругий удар рабочего элемента барабана о волокнистый комплекс.

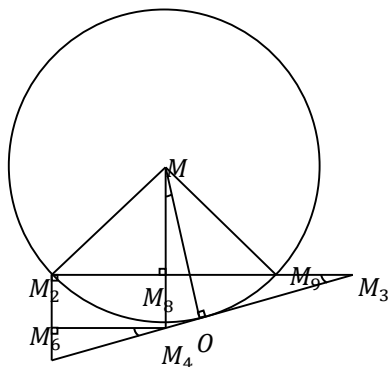


Рис. 3

Рассмотрим механическое состояние волокнистого комплекса до удара рабочего элемента барабана. Для определения сил, действующих на волокнистый комплекс, обратимся к рис. 3. Обозначим через  $b = |M_2M_3|$  – расстояние между соответствующими верхними ребрами соседних колосников. Величину  $|M_2M_3|$  полагаем известной из конструктивных характеристик разработанного нами оборудования.

$$|M_3M_5| = |M_3O| + |OM_4| + |M_4M_5| = \sqrt{b(b-h)} + R_{ком} \operatorname{tg} \alpha + \frac{0,5h}{\cos \alpha}.$$

Обозначим через  $M_9$  точку пересечения линией  $M_2M_3$  окружности. Продолжим луч  $M_3O$  и восстановим перпендикуляр из точки  $M_2$  к прямой  $M_2M_3$ , который пересечет луч  $M_3O$  в точке  $M_5$ .

Следовательно, опустим перпендикуляр из точки  $O$  на отрезок  $M_2M_9$ . Этот перпендикуляр пересечет прямую  $M_2M_9$  в точке  $M_8$ , а прямую  $M_3M_5$  в точке  $M_4$ . Так как прямая  $OM$  перпендикулярна  $M_3M_5$ , то из прямоугольного треугольника  $OMM_4$  определяем, что

$$OM_4 = \frac{R_{ком}}{\cos \alpha}.$$

Обозначим длину хорды  $M_2M_9$  через  $h$ :

$$h = |M_2M_9|.$$

Из геометрических соображений, а именно в соответствии со свойствами прямой  $M_2M_3$ , секущей окружность, и касательной  $M_3M_5$  к этой окружности, которые исходят из одной точки  $M_3$ , имеем, что

$$b(b-h) = |M_3O|^2.$$

Отсюда

$$|M_3O| = \sqrt{b(b-h)}.$$

Величина  $|OM_4|$  определяется из прямоугольного треугольника  $MOM_4$  при учете того, что  $\angle OM_3M_9 = \angle OMM_9$ :

$$|OM_4| = R_{ком} \operatorname{tg} \alpha.$$

Проведем через точку  $M_4$  прямую  $M_4M_6$  параллельно прямой  $M_2M_3$ . Очевидно, что  $|M_4M_6| = |M_2M_8| = 0,5h$ .

Следовательно,

$$|M_4M_5| = \frac{0,5h}{\cos \alpha}.$$

Величина отрезка  $|M_3M_5|$  определяется из следующего соотношения:

Отсюда получаем следующее уравнение относительно  $h$ :

$$\sqrt{b(b-h)} + R_{\text{КОМ}} \operatorname{tg} \alpha + \frac{0,5h}{\cos \alpha} = \frac{b}{\cos \alpha}.$$

Или

$$0,5h = \left( \frac{b}{\cos \alpha} - \sqrt{b(b-h)} - R_{\text{КОМ}} \operatorname{tg} \alpha \right) \cos \alpha.$$

Следовательно,

$$0,5h = b - \sqrt{b(b-h)} \cos \alpha - R_{\text{КОМ}} \sin \alpha.$$

Далее находим, что

$$\sqrt{b(b-h)} = (b - 0,5h - R_{\text{КОМ}} \sin \alpha) / \cos \alpha.$$

Или

$$(b^2 - bh) \cos^2 \alpha = (b - 0,5h - R_{\text{КОМ}} \sin \alpha)^2.$$

$$\begin{aligned} B_0 &= 4b(\cos^2 \alpha - 1 + \varepsilon \sin \alpha) = 4b(-\sin^2 \alpha + \varepsilon \sin \alpha) = 4b(\varepsilon - \sin \alpha) \sin \alpha; \\ C_0 &= 4b^2[(1 - \varepsilon \sin \alpha)^2 - \cos^2 \alpha] = 4b^2(1 - 2\varepsilon \sin \alpha + \varepsilon^2 \sin^2 \alpha - 1 + \sin^2 \alpha) = \\ &= 4b^2 \sin \alpha (-2\varepsilon + \varepsilon^2 \sin \alpha + \sin \alpha). \end{aligned}$$

Преобразуем следующее выражение

$$\begin{aligned} B_0^2 - 4C_0 &= 16b^2[(\varepsilon - \sin \alpha)^2 \sin^2 \alpha - \sin \alpha (-2\varepsilon + \varepsilon^2 \sin \alpha + \sin \alpha)] = \\ &= 16b^2 \sin \alpha [(\varepsilon^2 - 2\varepsilon \sin \alpha + \sin^2 \alpha) \sin \alpha + 2\varepsilon - \varepsilon^2 \sin \alpha - \sin \alpha] = \\ &= 16b^2 \sin \alpha [\varepsilon^2 \sin \alpha - 2\varepsilon \sin^2 \alpha + \sin^3 \alpha + 2\varepsilon - \varepsilon^2 \sin \alpha - \sin \alpha] = \\ &= 16b^2 \sin \alpha [2\varepsilon(1 - \sin^2 \alpha) + \sin \alpha(\sin^2 \alpha - 1)] = \\ &= 16b^2 \sin \alpha [2\varepsilon \cos^2 \alpha - \sin \alpha \cos^2 \alpha] = 16b^2 \cos^2 \alpha \sin \alpha (2\varepsilon - \sin \alpha). \end{aligned}$$

То есть вычисление величины  $h$  по предложенной формуле имеет физический смысл, если

$$\varepsilon \geq 0,5 \sin \alpha.$$

Очевидно, что

$$|MM_8| = [R_{\text{КОМ}}^2 - (0,5h)^2]^{0,5}.$$

Спроектируем точку  $O$  на прямую  $MM_4$  и обозначим точку проекции через  $M_{10}$ . Очевидно, из  $\triangle OM_{10}M$  имеем, что

$$\begin{aligned} |MM_{10}| &= R_{\text{КОМ}} \cos \alpha; \\ |OM_{10}| &= R_{\text{КОМ}} \sin \alpha. \end{aligned}$$

Проведем преобразование левой и правой частей полученного соотношения:

$$b^2 \cos^2 \alpha - hb \cos^2 \alpha = (b - R_{\text{КОМ}} \sin \alpha)^2 - h(b - R_{\text{КОМ}} \sin \alpha) + 0,25h^2.$$

Собирая подобные члены, получаем следующее уравнение относительно  $h$ :

$$h^2 + B_0 h + C_0 = 0,$$

$$\begin{aligned} \text{где } B_0 &= 4(b \cos^2 \alpha - b + R_{\text{КОМ}} \sin \alpha); \\ C_0 &= 4[(b - R_{\text{КОМ}} \sin \alpha)^2 - b^2 \cos^2 \alpha]. \end{aligned}$$

Решение уравнения записывается в виде:

$$h_{1,2} = \frac{-B_0 \pm \sqrt{B_0^2 - 4C_0}}{2}.$$

Обозначим  $\varepsilon = R_{\text{КОМ}}/b$ . Тогда

Следовательно,

$$|M_8 M_{10}| = |MM_{10}| - |MM_8|.$$

Обозначим величину угла  $M_8 M M_2$  через  $\gamma_1$ . Из  $\triangle M_8 M M_2$  следует, что

$$\gamma_1 = \arcsin(0,5h/R_{\text{КОМ}}).$$

Принимаем, что ширина верхней (рабочей) грани колосника равна 10 мм, а расстояние между соседними колосниками – 8 мм. Предполагаем изменение угла  $\alpha$  от 0 до 30°.

Задаемся значением угла  $\alpha = 30^\circ$  и, следовательно,  $\sin \alpha = 0,5$ ,  $\cos \alpha = 0,5\sqrt{3}$ .

Подставляя значения  $\sin \alpha$  и  $\cos \alpha$ , имеем:

$$B_o = 4(0,75b - b + 0,5R_{\text{КОМ}}) = 4(-0,25b + 0,5R_{\text{КОМ}}) = 2R_{\text{КОМ}} - b = b(2\varepsilon - 1);$$

$$C_o = 4[(b - 0,5R_{\text{КОМ}})^2 - 0,75b^2] = 4(b^2 - bR_{\text{КОМ}} + 0,25R_{\text{КОМ}}^2 - 0,75b^2) =$$

$$= 4(0,25b^2 - bR_{\text{КОМ}} + 0,25R_{\text{КОМ}}^2) = 4b^2(0,25 - \varepsilon + 0,25\varepsilon^2) = b^2(1 - 4\varepsilon + \varepsilon^2).$$

Тогда

$$B_o^2 - 4C_o = b^2[(2\varepsilon - 1)^2 - 4(1 - 4\varepsilon + \varepsilon^2)] =$$

$$= b^2(4\varepsilon^2 - 4\varepsilon + 1 - 4 + 16\varepsilon - 4\varepsilon^2) = b^2(12\varepsilon - 3).$$

Следовательно,

$$(h_{30^\circ})_{1,2} = 0,5b[-(2\varepsilon - 1) \pm \sqrt{12\varepsilon - 3}].$$

Графики функций

$$f_1(\varepsilon) = 0,5b[-(2\varepsilon - 1) + \sqrt{12\varepsilon - 3}]$$

и

$$f_2(\varepsilon) = 0,5b[-(2\varepsilon - 1) - \sqrt{12\varepsilon - 3}]$$

представлены на рис. 4. Так как величина  $f_2$  в области  $\varepsilon > 0,25$  отрицательна, то по-

$$-|M_2M_8|mg + |MM_8|F_a Nbs\sin\alpha + F_{\text{ТР}}R_{\text{КОМ}} \sin(\gamma_1 + \alpha) = 0.$$

Так как  $F_{\text{ТР}} = kN$ , то получаем следующее соотношение:

$$-|M_2M_8|mg + |MM_8|F_a - N[bs\sin\alpha -$$

$$-kR_{\text{КОМ}} \sin(\gamma_1 + \alpha)] = 0.$$

Отсюда

$$N = \frac{mg(|MM_8|V_a^2/V_{\text{ВИТ}}^2 - |M_2M_8|)}{bs\sin\alpha - kR_{\text{КОМ}} \sin(\gamma_1 + \alpha)}.$$

Уравнение равновесия волокнистого комплекса имеет вид:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{ТР}} + \vec{N} + \vec{F}_a + \vec{F}_k = 0. \quad (2)$$

Проектируем левую часть уравнения равновесия на оси  $Ox$  и  $Oy$ :

$$-mgs\sin\alpha - F_{\text{ТР}} - F_a \cos\alpha +$$

$$+ F_k(\cos\beta \cos\alpha + \sin\beta \sin\alpha) = 0,$$

$$-mg\cos\alpha + N + F_a \sin\alpha -$$

$$-F_k(\cos\beta \sin\alpha - \sin\beta \cos\alpha) = 0.$$

Обозначим  $\lambda_1 = -mgs\sin\alpha - kN - F_a \cos\alpha$ ;  
 $\delta_1 = \cos\beta \cos\alpha + \sin\beta \sin\alpha$ ;  $\lambda_2 = -mg\cos\alpha +$

лагаем, что результат решения уравнения, имеющий физический смысл, представляется в следующем виде (для  $\alpha = 30^\circ$ ):

$$h_{30^\circ} = 0,5b(-2\varepsilon + 1 + \sqrt{12\varepsilon - 3}).$$

Волокнистый комплекс не вращается вокруг точки  $M$ . Следовательно, равнодействующая моментов всех сил, действующих на комплекс относительно этой точки, равна нулю:

$$+N + F_a \sin\alpha; \delta_2 = \cos\beta \sin\alpha - \sin\beta \cos\alpha.$$

Из системы уравнений имеем:

$$\lambda_1 \delta_2 + \delta_1 \delta_2 F_k = 0;$$

$$\lambda_2 \delta_1 - \delta_1 \delta_2 F_k = 0.$$

Складывая правые и левые части этих уравнений, имеем:

$$\lambda_1 \delta_2 + \lambda_2 \delta_1 = 0.$$

Делим правую часть уравнения на  $\cos\beta$ . Получаем, что

$$\lambda_1(\sin\alpha - \text{tg}\beta \cos\alpha) +$$

$$+ \lambda_2(\cos\alpha + \text{tg}\beta \sin\alpha) = 0$$

или

$$(\lambda_1 \sin\alpha + \lambda_2 \cos\alpha) +$$

$$+ \text{tg}\beta(\lambda_2 \sin\alpha - \lambda_1 \cos\alpha).$$

Получаем следующее уравнение относительно величины  $\beta$ :

$$\beta = \arctg\left(\frac{\lambda_1 \sin\alpha + \lambda_2 \cos\alpha}{-\lambda_2 \sin\alpha + \lambda_1 \cos\alpha}\right).$$

Величина  $F_k$  определяется из следующего соотношения:

$$F_k = \frac{-mg\cos\alpha + N + F_a \sin\alpha}{\delta_2}. \quad (3)$$

Таким образом, определены силы, действующие на волокнистый комплекс на колоснике в момент времени  $t_1$ .

## ВЫВОДЫ

Рассмотрено механическое состояние волокнистого комплекса на колосниковой решетке до удара рабочего элемента вращающегося барабана. Получено уравнение для определения величины силы, действующей на волокнистый комплекс на колосниковой решетке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тувин М.А., Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Математическое моделирование аэродинамической рассортировки волокон в устройстве для получения многослойных нетканых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С. 119...122.
2. Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Общая теория динамики волокнистых комплексов в процессе их взаимодействия с рабочими органами разрыхлителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 6. С. 194...197.
3. Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Математическое моделирование движения волокнистого комплекса на колке барабана разрыхлителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 4. С. 85...88.
4. Хосровян А.Г., Жукова А.А., Хосровян И.Г., Хосровян Г.А. Теоретические исследования процесса движения волокнистого клочка по рабочему элементу барабана разрыхлителя-очистителя // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. Часть I, №7. С. 23...31.
5. Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Математическое моделирование процесса очистки волокнистых ма-

териалов в разрыхлителе-очистителе // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. Часть 1, №4 (106). С. 86...92.

6. Родионов С.А., Хосровян А.Г., Жукова А.А., Хосровян И.Г., Аleshин Р.Р., Хосровян Г.А. Инновационные разработки теории и технологии производства однослойной и крученой пряжи с содержанием льноволокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, №4. С. 96...108.

## REFERENCES

1. Tuvin M.A., Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of aerodynamic sorting of fibers in a device for obtaining multi-layer nonwoven materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, №6. P. 119...122.
2. Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Obshchaya teoriya dinamiki voloknistykh kompleksov v protsesse ikh vzaimodeystviya s rabochimi organami razrykhlitelya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 6. P. 194...197.
3. Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of the movement of a fibrous complex on the splitting of a baking powder drum // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 4. P. 85...88.
4. Khosrovyan A.G., Zhukova A.A., Khosrovyan I.G., Khosrovyan G.A. Theoretical studies of the process of movement of a fibrous shred along the working element of a baking powder-cleaner drum // International Scientific Research Journal. – 2022. Part 1, №7 P. 23...31.
5. Khosrovyan A.G., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of the process of cleaning fibrous materials in a baking powder-cleaner // International Scientific Research Journal. – 2021. Part 1, №4 (106). P. 86...92.
6. Rodionov S.A., Khosrovyan A.G., Zhukova A.A., Khosrovyan I.G., Aleshin R.R., Khosrovyan G.A. Innovative developments in the theory and technology of production of single and twisted yarn containing flax fibers // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022, № 4. P.96...108.

Рекомендована кафедрой механики и радиоэлектроники. Поступила 20.01.23.



**МЕТОДИКА 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТРЕХМЕРНЫХ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ\***

**METHOD FOR 3D MODELING  
OF THREE-DIMENSIONAL ORTHOGONAL FABRICS**

*А.П. ГРЕЧУХИН, А. ХАБИБУЛЛОЕВ, П.Н.РУДОВСКИЙ, И.В. СТАРИНЕЦ, А.В. КУЛИКОВ*  
*A.P. GRECHUKHIN, A. KHABIBULLOEV, P.N. RUDOVSKY, I.V. STARINETS, A.V. KULIKOV*

(Костромской государственной университет)

(Kostroma State University)

E-mail: niskstu@yandex.ru

*В статье представлен расчет основных технологических и геометрических параметров трехмерных ортогональных тканей. Полученные параметры необходимы для создания объемных моделей, учитывающих форму нити и объемную долю волокна в них. Для построения модели необходима информация о размерах поперечных сечений нитей в горизонтальном направлении. Размеры поперечных сечений нитей в вертикальном направлении определяются по предложенной методике. Зная поверхностную плотность ткани и ее толщину, можно рассчитать погрешность проектирования и внести соответствующую коррекцию во входные данные. На основе рассчитанных таким образом параметров строится трехмерная модель ткани для дальнейшего использования в расчетных комплексах.*

*The article presents the calculation of the parameters of three-dimensional orthogonal fabrics for the further creation of three-dimensional models. The models take into account the shape of the thread and the volume fraction of the fiber in them. To build a model, it is necessary to determine or set the dimensions of the cross-sections of the threads horizontally, starting from which vertical cross-sections of the threads can be obtained. Knowing the surface density of the fabric and its thickness, the design error is determined and the input data is corrected. Based on the calculated data, a three-dimensional model of the fabric is constructed for further use in calculation complexes.*

**Ключевые слова:** трехмерная ортогональная ткань, трехмерная модель, поперечное сечение.

**Keywords:** three-dimensional orthogonal fabric, three-dimensional model, cross-section.

*Введение*

В статье представлен расчет необходимых параметров для построения 3D-моделей трехмерных ортогональных тканей.

Данный тип текстильных изделий получил большое распространение в качестве средств бронезащиты и армирующих основ композитов [1...4].

---

\*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20089, <https://rscf.ru/project/22-29-20089/>

3D-модели тканей необходимы для дальнейшего прогнозирования средствами конечно-элементного моделирования свойств изделий, получаемых на их базе [5].

На основе технологии получения трехмерных ортогональных тканей с перевязкой одной системой нитей в зоне формирования [6] разработана технология многоуточного формирования данных тканей. При этом нити двух уточных систем прокладываются петлей в зоне формирования. В [7] определены рациональные параметры системы заправки нитей при формировании такой ткани, а в [8] установлены основные факторы, влияющие на плотность расположения нитей горизонтального и вертикального ут-

ков. Для их учета в последующем можно использовать методы, изложенные в [9], [10].

На основе методики расчета поверхностной плотности трехмерных ортогональных тканей, изложенной в работе [11], возможно не только рассчитать поверхностную плотность ткани, но и определить все необходимые параметры для построения 3D-модели. При этом основой методики являются положения, изложенные в [12], [13].

#### Методы

Исследовали несколько образцов тканей. Определены параметры для создания трехмерных моделей 3D-ортогональных тканей из арамидных нитей с учетом объемной доли волокна в материале. Исходные данные представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Параметры	Обозначение	Образец 1	Образец 2
Количество слоев нитей основы	$K_v$	8	8
Количество нитей вертикальной системы	$K_{vv}$	75	75
Расстояние между нитями основы, мм	$L_o$	4	4
Расстояние между нитями утка, мм	$L_{yg}$	2,20	2,01
Ширина ткани, мм	$B_g$	300	300
Плотность материала нити, кг/м <sup>3</sup>	$\rho$	1440	1440
Линейная плотность основных нитей, текс	$T_o$	644	644
Линейная плотность уточных горизонтальных нитей, текс	$T_g$	322	322
Линейная плотность уточных вертикальных нитей, текс	$T_v$	322	161
Объемная доля волокна в нити, мм	$V_f$	0,85	0,85

Общий вид восьмислойной ткани (образец 1 в табл.1) в разрезе вдоль утка представлен на рис.1.

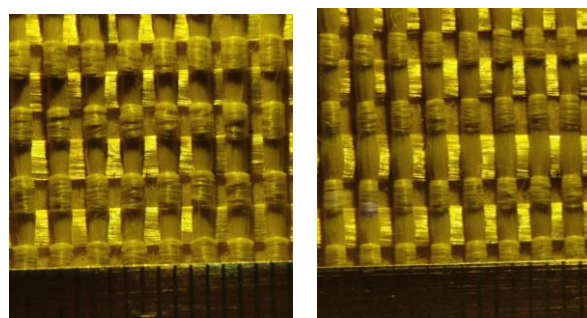


Рис. 1

Образцы арамидной ткани (вид сверху) представлены на рис. 2 (а – нити вертикального утка 644 текс, б – нити вертикального утка 322 текс.).

На основе анализа изображений (рис. 2) определены поперечники нитей – поперечник по горизонтали горизонтальных нитей утка, поперечник по горизонтали нитей ос-

новы, поперечник по горизонтали вертикальных нитей утка. Затем по формулам (22), (23) в работе [7] определяем вертикальные диаметры с учетом объемной доли волокна в материале нити и формы поперечного сечения нити. По полученным данным можно рассчитать толщину ткани и поверхностную плотность.



а)

б)

Рис. 2

Сравнение результатов расчета с полученными экспериментально позволяет оценить точность расчетов вертикальных диаметров нитей, которые без специфических методов исследования, таких как разрушение образца или томография, определить нельзя.

При построении 3D-модели ткани форма сечения нитей основы и утка принимались в виде эллипса, а кромочных нитей – в виде окружности. Дополнительно введены параметры, характеризующие уточные нити горизонтального утка с тыльной стороны ткани (в данном примере восьмого

слоя), т.к. линейную плотность данных нитей целесообразно варьировать для вертикального расположения петли вертикального утка. При формировании образцов использована нить повышенной линейной плотности (966 текс) для того, чтобы избежать неравномерного расположения нитей утка по толщине ткани.

#### Результаты и обсуждение

Данные для создания 3D-модели, полученные по предлагаемой методике, представлены в табл.2. В скобках представлены экспериментальные данные.

Т а б л и ц а 2

Параметр	Обозначение	Образец 1	Образец 2
Расчетные данные			
Толщина ткани, мм	B	6,49 (6,51)	6,27 (6,25)
Масса нити вертикального утка в 1 м <sup>2</sup> ткани, кг	M <sub>v</sub>	0,659	0,353
Масса нити горизонтального утка в 1 м <sup>2</sup> ткани, кг	M <sub>g</sub>	2,507	2,742
Масса нити основы в 1 м <sup>2</sup> ткани, кг	M <sub>o</sub>	1,288	1,288
Масса кромочных нитей, фиксирующих вертикальный уток в 1 м <sup>2</sup> ткани, кг	M <sub>k</sub>	0,295	0,323
Поверхностная плотность ткани, кг/м <sup>2</sup>	M	4,750 (4,827)	4,705 (4,791)
Уработка уточных горизонтальных нитей, %	a <sub>yg</sub>	99,64	99,67
Уработка уточных вертикальных нитей, %	a <sub>yv</sub>	77,83	77,4
Поперечник по вертикали вертикальных нитей утка, мм	d <sub>yvv</sub>	0,403	0,225
Поперечник по вертикали горизонтальных нитей утка в ткани, мм	d <sub>ygv</sub>	0,372	0,374
Поперечник по вертикали нитей основы в ткани, мм	d <sub>ov</sub>	0,287	0,28
Исходные данные (замеры на ткани)			
Поперечник по вертикали 8-й горизонтальной нити утка, мм	d <sub>ygv8</sub>	0,558	0,561
Поперечник по горизонтали вертикальных нитей утка в ткани, мм	d <sub>yvg</sub>	1,662	1,492
Поперечник по горизонтали нитей основы в ткани, мм	d <sub>og</sub>	2,338	2,510
Поперечник по горизонтали 8-й горизонтальной нити утка, мм	d <sub>ygg8</sub>	1,8	1,79
Поперечник по вертикали вертикальной кромочной нити, мм	d <sub>krvv</sub>	0,818	0,818
Поперечник по горизонтали вертикальных кромочных нитей, мм	d <sub>krvg</sub>	0,818	0,818

Отклонения между расчетными и экспериментальными данными в табл. 2 не превышают 2%.

Поверхностная плотность изделия будет существенно зависеть от плотности по утку. Однако, в случае использования комплексных нитей и специфики 3D-ортогональной ткани, при прочих равных усло-

виях, изменение плотности по утку приведет к изменению поперечника утка по горизонтали и вертикали (поперечник по горизонтали уменьшится, а по вертикали увеличится). Учитывая это, построим зависимость поверхностной плотности ткани от плотности по утку (рис.3) с учетом данных табл. 2 и формул, изложенных в работе [11].

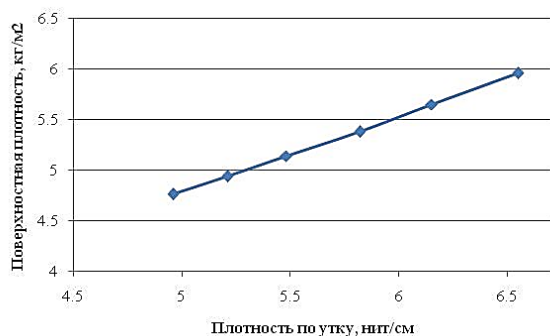


Рис. 3

На основе расчетных данных (рис. 3) возможно осуществление прогнозирования коэффициента заполнения, что позволит без затрат дорогостоящего сырья проводить оптимизацию технологического процесса ткачества. Зависимость коэффициента заполнения от плотности ткани по утку представлена на рис. 4.

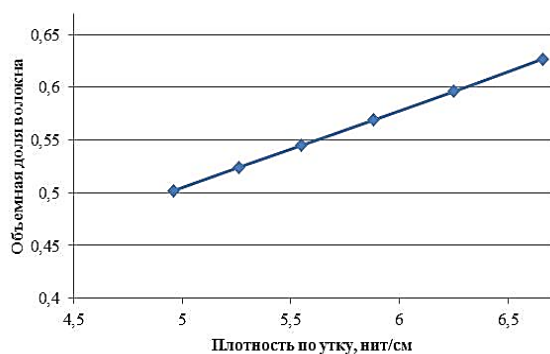


Рис. 4

На основе полученных в табл. 2 значений определены все параметры нитей для построения 3D-модели ткани. Методика создания модели выглядит следующим образом.

Строятся опорные сечения нитей основы, горизонтального утка, кромочных нитей, фиксирующих вертикальный уток и методом выдавливания строится трехмерная модель нитей. Все перечисленные системы нитей прямолинейны. Средняя линия нити вертикального утка строится с учетом расположения кромочной нити и расстояний между нитями горизонтального утка (рис.5).

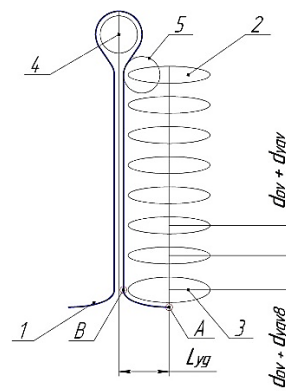


Рис. 5

На рис. 5 представлены следующие обозначения: 1 – нить вертикального утка, 2 – нить горизонтального утка, 3 – нить горизонтального утка с тыльной стороны ткани, 4 – кромочная нить, 5 – вспомогательная окружность (окружность 5 необходима, чтобы снизить кривизну нити (при дальнейшем построении сетки конечных элементов при большой кривизне возможны нарушения порядка расположения узлов элементов для ориентации оси материала нити)), А и В – вспомогательные точки,  $L_{yg}$  – расстояние между нитями утка. Участок нити АВ строится как эквидистанта к поперечному сечению уточной нити 3. После этого петля вертикального утка копируется на требуемое для построения 3D-модели расстояние. Затем в поперечной к построенной петле плоскости строится сечение нити вертикального утка, и методом выдавливания вдоль кривой получаем объемную модель нити. После этого располагаем нити по координатам и таким образом получаем совокупность нитей, формирующих 3D-модель ткани. Трехмерная модель ткани (образец 1 в табл. 2) представлена на рис. 6. Изложенные действия могут быть осуществлены как программным, так и ручным способом.

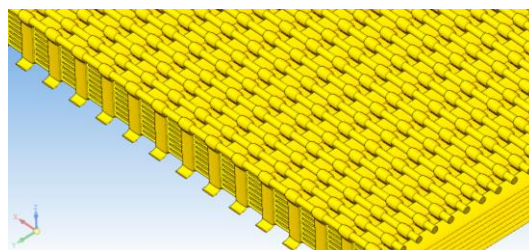


Рис. 6

На основе произведенных расчетов изготовлены зубья берда для опытной установки, реализующей предложенную технологию получения 3D-ортогональных тканей из углеродных и арамидных нитей. На основе проведенных расчетов спроектирована конструктивно-заправочная линия и запрограммированы механизмы горизонтального и вертикального перемещения берда. В развитие этой работы для более точного моделирования процесса формирования тканей необходимо учитывать жесткость нитей при изгибе и поперечном сжатии по методикам, изложенным в [19], [20].

## ВЫВОДЫ

1. На основе методики расчета поверхностной плотности 3D-ортогональных тканей разработана методика построения их трехмерной модели. В результате расчета получены все необходимые данные для построения совокупности трехмерных моделей нитей, формирующих ткань.

2. Разработанная методика позволяет прогнозировать коэффициент заполнения объема проектируемой и создаваемой ткани волокнистым материалом (объемная плотность создаваемой ткани), а следовательно, и прочностные свойства конечного продукта, что имеет большое значение при создании наполнителей полимерных композиционных материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bilisik K., Karaduman N. S., Bilisik N. E. 3Dfabricsfortechnicaltextileapplications. In: JeonHY, editor. Non-woven Fabrics. Intec. – 2016. P. 81...141.
2. XiwenJia, Zihui Xia, BohongGu. Nonlinear numerical predictions of three-dimensional orthogonal woven composite under low-cycle tension using multiscale repeating unit cells // International Journal of Damage Mechanics. – 2015. Vol. 24. P. 338...362.
3. Rajesh Mishra, Bijoya Kumar Behera, Jiri Militky. Impact simulation of three-dimensional woven kevlar-epoxy composites / Mishra Rajesh, Kumar BeheraBijoya, MilitkyJiri // Journal of industrial textiles.- 2016. Vol. 45. P. 978-994.
4. Рудовский П.Н., Гречухин А.П., Палочкин С.В. Рациональное армирование деталей из композиционных материалов тканями с переменной плотностью по утку // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2015, № 2 (35). С. 21...23.

5. Bandaru, Aswani Kumar, Vikrant V. Chavan, Suhail Ahmad, Ramasamy Alagirusamy and Naresh Bhatnagar. “Ballistic impact response of Kevlar® reinforced thermoplastic composite armors // International Journal of Impact Engineering. – 89 (2016): 1-13.

6. Патент РФ № 2643659, 02.02.18. Гречухин А.П., Ушаков С.Н., Тихомиров Л.А., Зайцев Д.В., Старинец И.В., Селиверстов В.Ю. Способ формирования трехмерной ортогональной ткани.

7. Гречухин А.П., Ушаков С.Н., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Определение рациональных параметров системы заправки нитей при формировании трехмерного ортогонального тканого волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 5. С. 111...115.

8. Ушаков С.Н., Гречухин А.П., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Влияние величины смещения слоя горизонтального утка на плотность расположения вертикальных слоев нитей при формировании трехмерных ортогональных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 6. С.96...100.

9. Grechukhin A.P., Seliverstov V.Y., Rudovskiy P.N. The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers // Journal of the Textile Institute. – 2017, 108(12), P.2067...2072

10. Grechukhin A.P., Rudovskiy P.N., Sokova G.G., Korabelnikov A.R. Carbon fabric 3D modeling according to nonlinear bending theory // Journal of the Textile Institute. – 2020, 111(10). P. 1511...1517.

11. Гречухин А.П., Хабибуллоев А., Рудовский П.Н., Рудковский М.Д. Методика расчета поверхностной плотности трехмерных ортогональных тканей с перевязкой одной системой нитей в зоне формирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 4. С. 113...120.

12. Grechukhin A.P., Rudovskiy P.N. New geometrical model of woven fabric taking into account the change of its form, size and lateral bending // Fibres and Textiles in Eastern Europe, – 2021, 29(2). P.20...24.

13. Гречухин А.П., Рудовский П.Н. Развитие теории строения и формирования однослойных тканей. – Кострома: Костромской государственной университет, 2017. ISBN: 978-5-8285-0917-1.

## REFERENCES

1. Bilisik K., Karaduman N. S., Bilisik N. E. 3D fabrics for technical textile applications. In: JeonHY, editor. Non-woven Fabrics. Intec. - 2016. P. 81...141.
2. Xiwen Jia, Zihui Xia, Bohong Gu. Nonlinear numerical predictions of three-dimensional orthogonal woven composite under low-cycle tension using multiscale repeating unit cells // International Journal of Damage Mechanics. – 2015. Vol. 24. P. 338...362.
3. Rajesh Mishra, Bijoya Kumar Behera, Jiri Militky. Impact simulation of three-dimensional woven kevlar-epoxy composites // Journal of industrial textiles. – 45.P. 978...994.
4. Rudovskiy P.N., Grechukhin A.P., Palochkin S.V. Rational Reinforcement of Composite Parts by

Fabrics with Variable Weft Density // Bulletin of Kostroma State Technological University. – 2015, № 2 (35). P. 21...23.

5. Bandaru, Aswani Kumar, Vikrant V. Chavan, Suhail Ahmad, Ramasamy Alagirusamy and Naresh Bhatnagar. "Ballistic impact response of Kevlar® reinforced thermoplastic composite armors // International Journal of Impact Engineering. – 89 (2016): 1-13.

6. Russian patent No. 2643659, 02.02.18. Grechukhin A.P., Ushakov S.N., Tikhomirov L.A., Zaitsev D.V., Starinets I.V., Seliverstov V.Yu. Method of formation of three-dimensional orthogonal fabric.

7. Grechukhin A.P., Ushakov S.N., Rudovsky P.N., Palochkin S.V. Definition of rational parameters of threading system when forming a three-dimensional orthogonal woven fibrous material // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 5. P. 111...115.

8. Ushakov SN, Grechukhin AP, Rudovsky PN, Palochkin SV Influence of the horizontal weft layer displacement value on the density of vertical layers of threads in the formation of three-dimensional orthogonal fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 6. С. 96...100.

9. Grechukhin, A.P., Seliverstov, V.Y., Rudovskiy, P.N. The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers //

Journal of the Textile Institute. – 2017, 108(12). P.2067...2072

10. Grechukhin, A.P., Rudovskiy, P.N., Sokova, G.G., Korabelnikov, A.R. Carbon fabric 3D modeling according to nonlinear bending theory // Journal of the Textile Institute. – 2020, 111(10). P. 1511...1517.

11. Grechukhin A.P., Khabibuloev A., Rudovsky P.N., Rudkovsky M.D. Calculation methods for surface density of three-dimensional orthogonal fabrics with a single thread system tying in the forming zone // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, № 4. P. 113...120.

12. Grechukhin, A.P., Rudovskiy, P.N. New geometrical model of woven fabric taking into account the change of its form, size and lateral bending // Fibres and Textiles in Eastern Europe. – 2021, 29(2). P. 20...24.

13. Grechukhin A.P., Rudovskiy P.N. Development of theory of structure and formation of single-layered fabrics. – Kostroma: Kostroma State University 2017. 171 p. ISBN: 978-5-8285-0917-1.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования ткани и трикотажа. Поступила 16.01.23.

УДК 621.7.1

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_139

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ  
КОЛЛЕКТОРОВ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ВОЗДУХА  
ДЛЯ ЗАВОДОВ ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ  
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

**INCREASING THE DURABILITY  
OF AIR HEATER MANIFOLDS  
FOR NEW GENERATION THERMAL WASTE PROCESSING PLANTS**

*Л.А. КОНДРАТЕНКО<sup>1</sup>, Л.И. МИРОНОВА<sup>1</sup>, В.Г. ДМИТРИЕВ<sup>1</sup>, С.В. ХЕЙЛО<sup>2</sup>*

*L.A. KONDRATENKO<sup>1</sup>, L.I. MIRONOVA<sup>1</sup>, V.G. DMITRIEV<sup>1</sup>, S.V. KHEILO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),  
<sup>2</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

<sup>1</sup>Moscow Aviation Institute (State National Research University),  
<sup>2</sup>Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: kondrat.leonid@yandex.ru; mironova\_lub@mail.ru; vga2105@mail.ru; sheilo@yandex.ru

*Статья посвящена проблемам надежности коллекторов подогревателей воздуха, которые включены в технологическую схему переработки бытовых и промышленных отходов с целью повышения эффективности процесса горения в котлоагрегатах. Показаны пути повышения долговечности этих теплообменных аппаратов для заводов по термической переработке отходов нового поколения. Изложены причины и определены негативные факторы влияния, снижающие их прочностную надежность. Отмечено, что важнейшим условием эффективности работы всего агрегата является прочность и герметичность узлов крепления теплообменных труб в трубных решетках. Указанные качественные характеристики во многом определяются непосредственно способом закрепления. Приведены результаты исследований напряженно-деформированного состояния узлов крепления труб, изготовленных различными способами. Показано, что роликовое вальцевание труб обеспечивает повышение качества изготовления узлов крепления теплообменных труб и ресурс аппаратов термической обработки бытовых и промышленных отходов.*

*The article is devoted to the problems of reliability of air heater manifolds, which are included in the technological scheme for processing household and industrial waste in order to increase the efficiency of the combustion process in boiler units.*

*The ways of increasing the durability of these heat exchangers for plants for the thermal processing of new generation waste are shown. The reasons are stated and the negative factors of influence, which reduce their strength reliability, are determined. It is noted that the most important condition for the efficiency of the entire unit is the strength and tightness of the attachment points of heat exchange pipes in tube sheets. These qualitative characteristics are largely determined directly by the method of fixing. The results of studies of the stress-strain state of pipe attachment points made by various methods are presented. It is shown that roller rolling of pipes provides an increase in the quality of manufacturing of attachment points for heat exchange pipes and a service life of apparatuses for heat treatment of household and industrial waste.*

**Ключевые слова:** теплообменный аппарат, теплообменная труба, трубная решетка, напряжения, роликное вальцевание, частотная характеристика.

**Keywords:** heat exchanger, heat exchange tube, tube sheet, stresses, roller rolling, frequency response.

В настоящее время в России, обладающей большими запасами энергоресурсов, задачи снижения углеродной интенсивности производства электроэнергии [1], [2], прежде всего, за счет развития генерации из возобновляемых источников энергии (ВИЭ) не потеряли свою актуальность. Правительство Российской Федерации особое внимание уделяет утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления. Основные положения развития данного направления изложены в Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [3].

Реализация данной программы возможна преимущественно в построении мусоросжигательных заводов нового поколения и внедрении отечественных передовых технологий переработки твердых бытовых отходов (ТБО), не уступающих по качественным показателям иностранным технологиям, разработанным, например, известной японо-швейцарской фирмой "Hitachi Zosen Inova".

В работе [4] отмечено, что одной из проблем выработки электроэнергии на ТЭС, использующих ТБО, является низкий КПД, обусловленный ограничениями по параметрам пара на выходе из котла вследствие

особенностей конструкции котельных агрегатов, специфических свойств топлива и высокой коррозионной агрессивностью продуктов сгорания. Параметры пара на большинстве ТЭС на ТБО находятся на уровне 1,3...4,0 МПа, 320...420°C [5].

Повышение параметров пара на выходе из котла возможно не только за счет внедрения мероприятий, направленных на снижение высокотемпературной газовой коррозии пароперегревателей, но и также за счет повышения эффективности процесса горения. С этой целью в технологическую схему котельного оборудования включают подогреватель воздуха горения, в котором воздух подогревается до температуры 170°C и далее подается в зону горения котла.

Подогреватель воздуха горения состоит из нескольких теплообменных секций – подогревателей воздуха высокого, среднего и низкого давления. Каждая из ступеней состоит из трубных пучков различной конструкции. Нагрев воздуха осуществляется при его прохождении между рядами теплообменных труб, внутри которых протекает горячая вода или подается отборный пар. Конструктивная схема теплообменной секции подогревателя воздуха приведена на рис. 1, где 1 – входной коллектор; 2 – выходной коллектор; 3, 4 – трубные решетки;



5 – теплообменные трубы; 6 – дистанцирующие решетки.

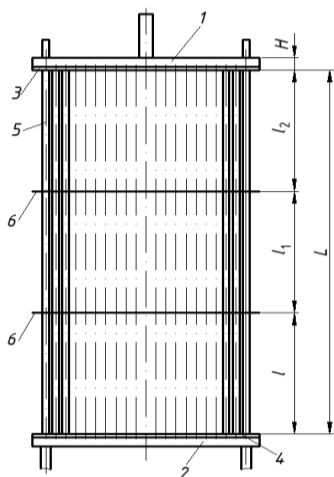


Рис. 1

Особенностью теплообменных секций является наличие большого количества труб, закрепленных в коллекторах или трубных досках. Обеспечение прочности и герметичности узлов крепления труб в процессе изготовления является одним из важнейших условий эффективности работы всего агрегата, и во многом определяет его ресурс. Оценка показателей качества изготовления узлов крепления труб необходимо проводить с учетом особенностей технологии сборки.

Методы закрепления труб в трубных решетках и оценка остаточного напряженно-деформированного состояния узлов крепления достаточно полно изложены в работах [6...13].

Следует отметить, что теплообменные процессы в аппаратах сопровождаются колебаниями нагрузки и температуры, выпадением осадка. На трубы в поперечном и осевом направлениях действуют переменные силы. Сочетание колебаний силовых факторов, наличие или образование между

контактирующими поверхностями щелей, в которые проникает осадок, либо приводит к щелевой коррозии с последующей разгерметизацией теплообменных контуров, либо к быстрой потере плотности и прочности узла крепления труб.

В связи с этим исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) теплообменных труб с учетом технологических напряжений и деформаций является актуальной задачей в обеспечении надежности энергоустановок. При этом разработка и внедрение мероприятий по снижению уровней остаточных напряжений в узлах заделки становится одним из путей повышения долговечности коллекторов подогревателей воздуха для заводов по термической переработке отходов нового поколения.

Вследствие силовых и температурных воздействий потоков среды развиваются различные напряжения на участке закрепления трубы [14] (рис. 2 – узел крепления трубы в трубной доске: а – крепление трубы только сваркой; б – крепление трубы сваркой и вальцовкой с выходом развальцованного участка в затрубное пространство; в – крепление трубы сваркой и вальцовкой с развальцованным участком менее высоты трубной доски; 1 – трубная доска; 2 – труба; 3 – сварной шов). Здесь показаны три возможных варианта узлов крепления труб. Первый (рис. 2-а) осуществляется только сваркой, второй (рис. 2-б,с) – сваркой и механическим способом крепления (вальцеванием) [9].

В принципе можно применять и гидравлическую раздачу. Однако эта операция обычно применяется в досках большой толщины и требует селективного подбора инструмента.

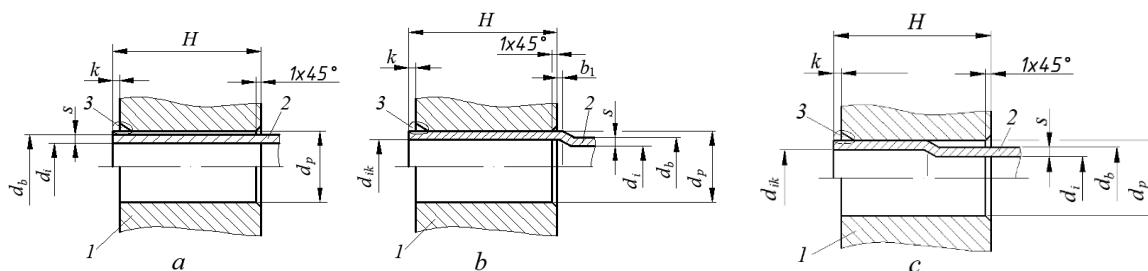


Рис. 2

Регулярные поперечные колебания приводят к усталостному износу, снижая ресурс изделия. Наиболее опасными с точки зрения прочности являются участки заделки концов труб (рис. 2). Поскольку в нашем случае подогреватель воздуха в схеме котельного оборудования имеет горизонтальное расположение, то вопросы надежности приобретают особую остроту.

В связи с тем, что наружный диаметр труб имеет определенный допуск, также с соответствующим допуском изготавливают отверстия в трубных досках, то между поверхностями трубы и отверстия всегда будет кольцевая щель. В случае ее пренебрежения все осевые и колебательные движения малой амплитуды участков трубы будут восприниматься только сварным швом. Если же применять конструктивные исполнения узла крепления согласно рис. 2-б,с, то при правильной технологии роликового вальцевания [9], [11] можно снизить нагрузки на сварной шов и повысить ресурс изделия. Кроме того, второй вариант, несмотря на более высокую трудоемкость, позволяет снизить опасность щелевой коррозии. Однако при этом необходимо правильно оценивать динамические нагрузки в рассматриваемом узле.

Следуя работе [14], оценим динамические особенности первого пролета, как наиболее опасного участка теплообменной секции подогревателя воздуха. Из рис. 1 видно, что труба размещена в значительном количестве опор. Поэтому в качестве расчетной модели принимаем многопролетную балку, предполагая, что наибольшие

напряжения возникают в узле заделки, в точке D. Расчетная схема первого пролета приведена на рис. 3.

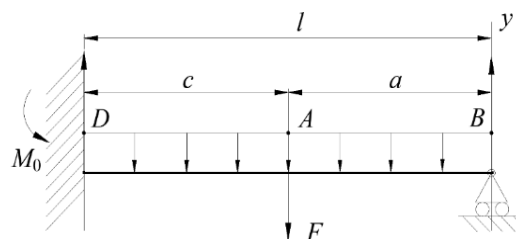


Рис. 3

#### Постановка задачи

Пусть в качестве расчетной модели принимается многоопорная статически неопределимая балка [15]. Левый конец балки имеет жесткую заделку, правый конец балки свободно лежит на опоре В и может перемещаться в осевом направлении (рис. 3). Предположим, что последующие пролеты вследствие упругой связи демфируют колебания трубы первого пролета, поэтому влиянием последующих пролетов пренебрегаем, считая, что динамичность рассматриваемой системы будет выше и напряжения также окажутся выше. Принимаем, что интенсивность распределенной нагрузки будет постоянной,  $q = \text{const}$ , и что в пролете трубы действует переменная сосредоточенная сила F. Возможными реакциями опор являются силы D, В и изгибающий момент  $M_0$  в заделке.

Из решения статически неопределимой задачи по методу сил, используя теорему Кастельяно, получим следующие соотношения [14]:

$$M_1 = Vx - \frac{qx^2}{2}; M_2 = Vx - \frac{qx^2}{2} - F(x - a); V = C_1q + C_2F; C_1 = \frac{1}{8}; C_2 = 1 + \frac{a^3}{2l^3} - \frac{3a}{2l}. \quad (1)$$

Здесь  $M_1, M_2$  – изгибающие моменты на первом и втором участках; В – реакция опоры; x – текущая координата в продольном направлении; a и  $l$  – расстояния на схеме рис. 3.

Прогиб в точке А определяется формулой:

$$y_A = - \vartheta_q q - \vartheta_F F, \quad (2)$$

где  $\vartheta_q, \vartheta_F$  – коэффициенты упругости, определяемые выражениями

$$\vartheta_q = \frac{C_2 a^4}{8} + \frac{(C_2 - 1)[\ell^4 - a^4]}{8} + \frac{a[\ell^3 - a^3]}{6},$$

$$\vartheta_F = \frac{1}{EJ} \left\{ \frac{C_2^2 a^3}{3} + \frac{(C_2 - \ell)^2 [\ell^3 - a^3]}{3} + ca^2 + a(C_2 - 1)[\ell^2 - a^2] \right\}.$$

Используя дифференциальное уравнение движения точки А под действием переменной силы F и решение, изложенное в ра-

боте [14], запишем уравнения в операторной форме для моментов M(t) и напряжения  $\sigma(t)$  в сечении узла заделки труб:

$$M(t) = C_3 [F_0(t) + h_A v(t) + mpv(t)] - \frac{\ell^2}{8} q, \quad C_3 = c - C_2 \ell,$$

$$v(t)(1 + h_A \vartheta_F p + m \vartheta_F p^2) = -\vartheta_F p F_0(t), \quad (3)$$

$$\sigma(t) = \frac{M(t)}{W_z}. \quad (4)$$

Здесь m – масса пролета трубы, сосредоточенная в точке А (центр пролета);  $h_A$  – коэффициент потерь на трение, приведенных к точке А; v – скорость поперечного движения точки А; p – оператор,  $p \equiv d/dt$ ;  $F_0(t)$  определяется из краевых условий;  $W_z$  – геометрический момент сопротивления сечения трубы.

Колебания напряжения в заделке можно описать с помощью уравнения в операторной форме:

$$\Delta \sigma(t) = \frac{C_3}{W_z} \cdot \frac{F_0(t)}{1 + h_A \vartheta_F p + m \vartheta_F p^2}. \quad (5)$$

Полученная формула, помимо геометрической характеристики сечения, включает величину  $C_3$ , которую следует рассматривать как комбинацию алгебраических операций параметров a и c.

Из выражения (5) следует, что на НДС заделки влияют конструктивные параметры трубы, самого узла, физические процессы, протекающие в межтрубном пространстве. При колебаниях, близких резонансной частоте  $\omega = (m \vartheta_F)^{-1/2}$ , напряжения могут стать причиной поломки.

На рис. 4 приведена, в качестве примера, амплитудная частотная характеристика изменения нормальных напряжений при изгибе в сечении трубы, закрепленной в трубной решетке по варианту рис. 2-с (на

границе ее выхода из трубной решетки) [13]. При исследовании динамических явлений в трубных пучках использовались следующие исходные данные: труба  $\varnothing 16 \times 1,5$  мм; материал трубы – сталь 08X18H10T; материал трубной доски – сталь 09Г2С; метод закрепления – механическое вальцевание; форма трубного пучка – U-образная; длина 1-го пролета  $L = 400$  мм; действующие нагрузки:  $q = 0,2$  Н/мм,  $p_c = 10$  МПа.

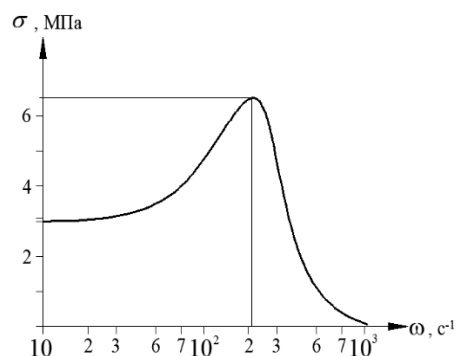


Рис. 4

Очевидно, что величина нормальных напряжений при изгибе по сравнению со статическими напряжениями даже в зоне резонанса невелика ( $\sigma_{\max} = 6,5$  МПа при  $\omega_p = 204$  с<sup>-1</sup>), и поэтому их влияние на значение интенсивности напряжений мало. Но, несмотря на малые значения амплитуд напряжений, при длительной эксплуатации колебания с частотой, близкой к резонансной,

могут оказывать существенное влияние на ресурс изделия.

Следует отметить также, что динамические особенности конечного пролета теплообменного аппарата от первого будут отличаться незначительно.

Кроме этого, сравнительный анализ полученных результатов исследования НДС узлов крепления труб механическими методами закрепления [13], [14], таких как, гидравлическая раздача и роликовое вальцевание, показал, что при гидрораздаче на внутренней поверхности узла крепления образуются нормальные окружные и радиальные напряжения растяжения, а при роликовом вальцевании в тонком слое образуются радиальные напряжения сжатия.

По характеру возникающих остаточных напряжений в зонах технологического влияния второй случай более предпочтителен, т.к. повышает коррозионную устойчивость детали.

Таким образом, следует отметить, что долговечность теплообменных аппаратов во многом определяется технологией изготовления трубных пучков, а именно, способом закрепления теплообменных труб в трубных досках или коллекторах. Применительно к коллекторам подогревателей воздуха для заводов по термической переработке отходов способы закрепления труб в трубных решетках должны определяться еще на стадии проектирования котельного оборудования с учетом трудоемкости изготовления при совместном участии технологической службы заводов-изготовителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Веселов Ф., Соляник А., Уврайцева Л.* Низкоуглеродная перестройка электроэнергетики России до 2035 года: потенциал снижения эмиссии CO<sub>2</sub> и его "цена" для потребителя // Энергетическая политика. – 2021, № 11.
2. *Tugov A.N.* Modern Technologies for the Thermal Treatment of Municipal Solid Waste, and Prospects for Their Implementation in Russia (Review) // Thermal Engineering. – 2021. Vol. 68. P. 1...16.
3. Распоряжение Правительства РФ N 84-р от 25 января 2018. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года.
4. *Зеликов Е.Л.* Повышение надежности пароперегревателей котлов ТЭС для сжигания твердых бытовых отходов: Дис.... канд. техн. наук. – 2008.

5. *Тугов А.Н.* Исследование процессов и технологий энергетической утилизации бытовых отходов для разработки отечественной ТЭС на ТБО: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 2012.

6. *Krips H., Podhorsky M.* Hydraulisches Aufweiten - ein neues Verfahren zur Befestigungen fñn Rohren // VGB Kraftwerkstechnik. – 56. 1976. № 7. S.456...464.

7. *Юзык С.И.* Развальцовка труб в судовых теплообменных аппаратах. – Л.: Судостроение, 1978.

8. *Ткаченко Г.П., Бриф В.М.* Изготовление и ремонт кожухо-трубной теплообменной аппаратуры. – М.: Машиностроение, 1980.

9. *Кондратенко Л.А.* Механика роликового вальцевания теплообменных труб. – М.: Спутник, 2015.

10. *Терехов В.М., Смирнов А.М., Хижев М.Ю.* Закрепление теплообменных труб в толстостенных трубных решетках комбинированным способом // Тяжелое машиностроение. – 2019, №4. С. 10...14.

11. *Смирнов А.М., Терехов В.М., Аверин А.С.* Особенности технологии раздачи теплообменных труб достаточной толщины и оценка качества пресовых соединений // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2019, №1. С. 150...155.

12. *Kondratenko L. A., Mironova L. I. and Vinnikov V. S.* Deformations and Stresses of Thick-Walled Heat Exchange Pipes during Hydraulic Expansion // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2021. Vol.50, No. 8. P.703...709.

13. *Кондратенко Л.А., Миронова Л.И.* Динамика создания напряженно-деформированного состояния в трубной доске при закреплении теплообменных труб методом гидрораздачи // Тяжелое машиностроение. – 2022, № 1. С. 2...7.

14. *Кондратенко Л.А., Смирнов А.М., Терехов В.М., Миронова Л.И.* Динамические особенности первого пролета теплообменных труб энергетических установок // Тяжелое машиностроение. – 2018, №6. С. 36...40.

15. *Феодосьев В.И.* Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1972.

#### REFERENCES

1. *Veselov F., Solyanik A., Uvravceva L.* Low-carbon restructuring of the Russian electric power industry until 2035: the potential for reducing CO<sub>2</sub> emissions and its "price" for the consumer // J. Energy Policy. – 2021 (11).
2. *Tugov A.N.* Modern Technologies for the Thermal Treatment of Municipal Solid Waste, and Prospects for Their Implementation in Russia (Review) // Thermal Engineering. – 2021. Vol. 68. P. 1...16.
3. Decree of the Government of the Russian Federation N 84-p of January 25, 2018. Strategy for the development of industry for the processing, recycling and disposal of production and consumption waste for the period until 2030.
4. *Zelikov. E.L.* Increasing the Reliability of Superheaters of Boilers at TPPs for Solid Domestic Waste Combustion. Dis. cand. tech. Sciences, Moscow, 2008.

5. Tugov A.N. Research of processes and technologies of energy utilization of household waste for the development of a domestic thermal power plant on solid waste. Dis. cand. tech. Sciences, Moscow, 2012.

6. Krips H., Podhorsky M. Hydraulisches Aufweiten - ein neues Verfahren zur Befestigungen von Rohren. // VGB Kraftwerkstechnik. – 56. 1976. №7. P.456...464.

7. Yuzik S. I. Tube expanding in ship heat exchangers. Shipbuilding, – Leningrad, 1978.

8. Tkachenko G. P., Brif V. M. Manufacturing and repair of shell-and-tube heat-exchange equipment. Machine-building. – Moscow, 1980.

9. Kondratenko L.A. Mechanics roller rolling heat exchange tubes. – Sputnik, Moscow, 2015.

10. Terekhov V.M., Smirnov A.M., Hizhov M.YU. Combined fastening of heat exchange tubes in thick-walled tube sheets. J. Heavy Machine Building. 2019 (4). P.10.

11. Smirnov A.M., Terekhov V.M., Averin A.S. Estimation of quality of heat exchange pipes with external

ribs for the separator-superheater. J. Engineering & Automation Problems. – 2019 (1). P. 150.

12. Kondratenko L. A., Mironova L. I. and Vinnikov V. S. Deformations and Stresses of Thick-Walled Heat Exchange Pipes during Hydraulic Expansion // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2021, Vol. 50, (8). P. 703.

13. Kondratenko L.A., Mironova L.I. Dynamics of creating a stress-strain state in a tube sheet when fixing heat-exchange tubes by hydraulic expansion // J. Heavy Machine Building. – 2022 (1). P. 2.

14. Kondratenko L.A., Smirnov A.M., Terekhov V.M., Mironova L.I. Dynamic features of the first span of heat exchange tubes of power plants. // J. Heavy Machine Building. – 2018 (6). P. 36.

15. Feodos'ev V.I. Strength of materials. Nauka, FML. – Moscow, 1963.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 17.01.23.

УДК 004.023

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_145

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНО-КОРРЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ

## PREDICTION OF OPERATIONAL AND TACTICAL MEASURES WHEN EXTINGUISHING FIRES OF TEXTILE ENTERPRISES ON THE BASIS OF A LINEAR-CORRELATION MODEL

С.В. ФЕДОСОВ<sup>1</sup>, Б.Б. ГРИНЧЕНКО<sup>2</sup>, М.О. БАКАНОВ<sup>2</sup>, В.Е. РУМЯНЦЕВА<sup>2,3</sup>, Н.С. КАСЬЯНЕНКО<sup>3</sup>

S.V. FEDOSOV<sup>1</sup>, B.B. GRINCHENKO<sup>2</sup>, M.O. BAKANOV<sup>2</sup>, V.E. RUMYANTSEVA<sup>2,3</sup>, N.S. KASYANENKO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,

<sup>2</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

<sup>3</sup>Ивановский государственный политехнический университет)

(<sup>1</sup>Moscow State University of Civil Engineering,

<sup>2</sup>Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Russia,

<sup>3</sup>Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: fedosov-academic53@mail.ru; grinchenko.borya@mail.ru; mask-13@mail.ru; kasiyanenko@gmail.com

*В статье рассмотрены основные статистические показатели обстановки с пожарами на территории Российской Федерации за пять лет в зданиях производственного назначения, к которым относятся здания предприятий текстильной промышленности. В ходе анализа выявлена положительная тенденция к росту по всем параметрам (количество пожаров, гибель людей, прямой материальный ущерб). Приведена сравнительная оценка количества статистических и крупных пожаров к их причиненному пря-*

*мому материальному ущербу. Определены особенности и уровни функционирования системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в зданиях производственного назначения. Проведено исследование вида горючего материала на основе применения известного уравнения линейной корреляции между факторами "температура" – "видимость в дыму". Определена возможность применения кумулятивных адресных пожарных извещателей для планирования боевых действий при тушении пожара в условиях непригодной для дыхания среды в зданиях текстильной промышленности. Предложено внести в систему многофакторного мониторинга динамики пожара построение и исследование оптимального маршрута движения пожарно-спасательных подразделений внутри зданий.*

*The article considers the main statistical indicators of the situation with fires in industrial buildings, which include buildings of textile industry enterprises in the territory of the Russian Federation for five years. The analysis revealed a positive upward trend in all parameters (number of fires, loss of life, direct material damage). A comparative assessment of the number of statistical and large fires to their direct material damage is given. The features and levels of functioning of the fire safety system of the object of protection in industrial buildings are determined. The type of combustible material is investigated based on the application of the well-known equation of linear correlation between the factors "temperature" - "visibility in smoke". The possibility of using cumulative address fire detectors for the planning of combat operations when extinguishing a fire in an environment unsuitable for breathing in buildings of the textile industry has been determined. It is proposed to introduce into the system of multifactorial monitoring of fire dynamics the construction and study of the optimal route of movement of fire and rescue units inside buildings.*

**Ключевые слова:** многофакторный мониторинг, система противопожарной защиты, пожарно-спасательные подразделения, оптимальный маршрут движения.

**Keywords:** multi-factor monitoring, fire protection system, fire and rescue units, the optimal route.

#### *Введение*

Промышленные производства являются одним из главных источников пожаровзрывоопасности на территории Российской Федерации. Развитая технологическая и сырьевая база на данных объектах характеризуется сложным комплексом инженерных мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность объекта. Текстильное производство является крупнейшей отраслью промышленности. В технологическом процессе, как правило, обращаются горючие вещества растительных, животных, искусственных и синтетических волокон. Все обозначенные вещества имеют высокий

уровень пожароопасных свойств. К примеру, хлопок, который является в большинстве случаев основным сырьем для производства, представляет собой горючее волокнистое легковоспламеняемое вещество, которое способно тлеть продолжительное время от источника зажигания [1]. Особенно это характерно для упаковок кип хлопка, которые хранятся на складах [2]. Хлопковая пыль способна образовывать взрывоопасные пылевоздушные смеси при концентрации 50 г/м<sup>3</sup>. Хлопок склонен к самовозгоранию при действии азотной и серной кислот, а также при контакте с окислителями. Растительные масла, попавшие на

хлопок, легко окисляются, вызывая его самовозгорание. В качестве средства тушения необходимо использовать распыленную воду со смачивателями или воздушно-механическую пену, при этом тушение водой неэффективно [1].

Основная цель работы заключалась в построении информационной модели для мониторинговых систем динамики пожара на основе кумулятивных адресных пожарных извещателей, адаптированных в качестве элементов поддержки принятия решений при планировании боевых действий по тушению пожара в зданиях текстильной промышленности.

Учитывая актуальность рассматриваемой тематики, авторы ставили перед собой следующие задачи.

1. Проанализировать основные показатели статистики пожаров на территории Российской Федерации в зданиях производственного назначения, к которым относятся здания предприятий текстильной промышленности.

2. Определить взаимосвязь и провести сравнительную оценку динамики пожаров по отношению к прямому материальному ущербу от них.

3. Установить особенности и уровни функционирования системы обеспечения пожарной безопасности в зданиях производственного назначения (в том числе в зданиях предприятий текстильной промышленности).

4. Определить степень влияния вида горючего материала на факторы "температура" – "видимость в дыму".

5. Изучить возможность применения кумулятивных адресных пожарных извещателей для планирования боевых действий при тушении пожаров в условиях непригодной для дыхания среды в зданиях текстильной промышленности.

По функциональной пожарной опасности предприятия текстильной промышленности относятся к классу Ф 5.1 [3] и размещаются в одноэтажных и многоэтажных зданиях, которые условно можно разделить на производственные, складские, административно-бытовые зоны. В случае возникновения возгорания на данных предприятиях пожар за считанные минуты перерастает до крупных размеров и может обернуться чрезвычайной ситуацией техногенного характера. Ущерб от таких пожаров наносит непоправимый вред государству и обществу в целом, в частности, это касается регионов, в которых текстильная промышленность является основной производственной отраслью. В качестве подтверждения следует привести данные, взятые на статистический учет, о пожарах, произошедших в зданиях производственного назначения, к которым относятся здания предприятий текстильной промышленности, за последние пять лет, [4]. Инфографика пожаров в зданиях производственного назначения представлена на рис. 1.

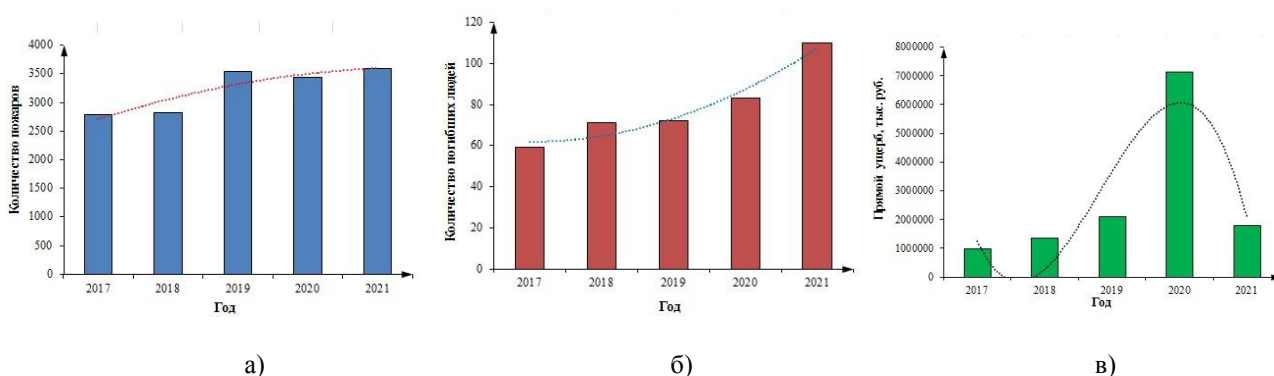


Рис. 1

Исходя из представленного анализа статистических данных в период 2017-2021 гг., на территории Российской Федерации в зданиях производственного назна-

чения наблюдается положительная динамика основных параметров пожара (рис. 1). За 5 лет произошло 16172 пожара, что в среднем составляет 3235 пожара в год

(рис.1-а). На этих пожарах всего погибли 395 человек, что в среднем составляет 79 человек в год (рис. 1-б). Прямой материальный ущерб от таких пожаров исчисляется миллиардами рублей и за отчетный период в общей сумме составил  $13\,323\,969 \cdot 10^3$  руб, что в среднем  $2\,664\,793,8 \cdot 10^3$  руб. в год (рис. 1-в). При этом, как ранее было отмечено, пожары в зданиях производственного назначения (зданиях предприятий текстильной промышленности) могут в короткие сроки развиваться до крупных размеров. Так, за рассматриваемый период всего произошло 49 крупных пожаров, прямой материальный ущерб от которых составил  $9\,773\,388 \cdot 10^3$  руб., что составляет более 73% от всего прямого материального ущерба на характерных пожарах (рис. 2 – инфографика крупных пожаров в зданиях производственного назначения).

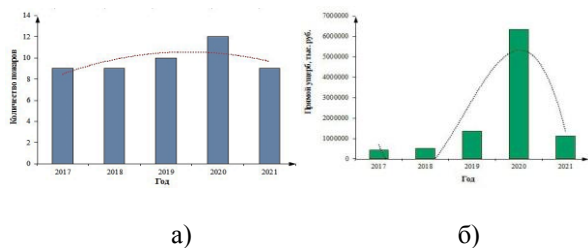


Рис. 2

Для более наглядного представления аналитических данных представлено сравнение прямых материальных ущербов статистического и крупного пожара (рис. 3-а) и их количество по годам (рис. 3-б).

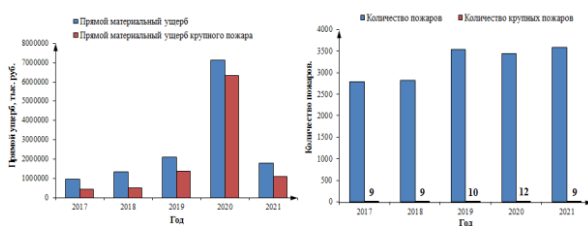


Рис. 3

Таким образом, исходя из вышеизложенного? проблематика, связанная с обеспечением оптимального уровня пожарной безопасности в зданиях производственного назначения (зданиях предприятий текстильной промышленности), не вызывает сомнений.

## Методы

Пожарная безопасность объекта защиты от опасных факторов пожара (ОФП) обеспечивается в соответствии с требованиями нормативных правовых документов [3], общий принцип функционирования которой можно представить принципиальной схемой (рис. 4 – схема функционирования пожарной безопасности объекта защиты).

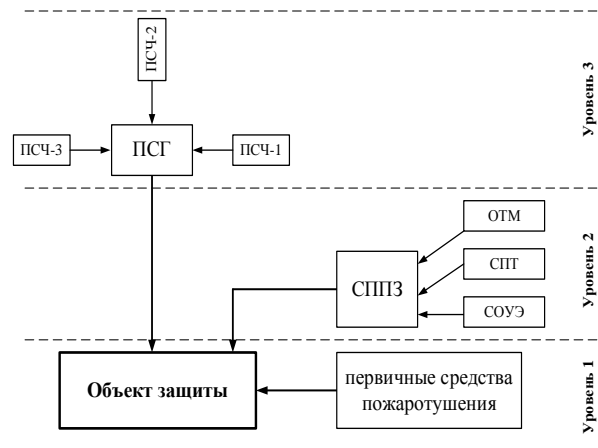


Рис. 4

В настоящее время на территории Российской Федерации основным элементом, характеризующим пожарную безопасность объектов защиты, являются пожарные риски. Предполагается, что планирование и реализация мероприятий различного характера, которые направлены на снижение пожарных рисков до допустимых значений, могут быть обоснованы социально-экономическими условиями, а также научно-техническими возможностями. Так, авторы [5] отмечают, что показатели пожарных рисков, с точки зрения теории управления, играют роль некоторых целевых функций при управлении в системах обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. В работе [6] разработана динамическая модель социотехнической системы на основе рассмотрения случайных процессов Марковского типа, с представлением в векторно-матричной форме совокупности показателей пожарных и иных техногенных рисков в качестве подтверждения предположения о повышении адекватности моделей, описывающих риски для реальных объектов посредством введения некоторых новых



тензорных (векторных и матричных) характеристик рисков.

Исходя из зарубежного опыта по оценке функционирования систем обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, можно сделать вывод, что методология основана на определении совокупности мероприятий, направленных на предотвращение пожаров, что позволяет управлять вероятностью возникновения случайных и преднамеренных пожаров без превышения уровня человеческих и материальных потерь. Проектирование систем обеспечения пожарной безопасности носит предписывающий характер и регламентируется соответствующими нормами и сводами правил [7]. В зданиях проектируются активные и пассивные системы противопожарной защиты, в свою очередь, активные системы противопожарной защиты (спринклеры, пожарные извещатели и т.п.) предназначены для обнаружения и мониторинга пожара в здании, а также его тушения в начальной стадии, а пассивные системы (конструктивные, объемно-планировочные решения и т.п.) предназначены для того, чтобы обеспечить устойчивость строительных конструкций и элементов здания при воздействии открытого пламени и высоких температур. Главной задачей систем противопожарной защиты зданий является обеспечение необходимого времени для проведения эвакуации и спасения людей из здания, а также минимизация экономического ущерба от пожара.

Безусловно, методологические подходы по оценке систем обеспечения пожарной безопасности объектов защиты достаточно разнообразны и часто отражают частные расчетные методики по определению показателей пожарного риска. Стоит отметить, что намечается тенденция по разработке моделей, которые способны учитывать различные показатели динамики пожара в помещении, полученные от средств мониторинга для целей планирования боевых действий при тушении пожаров.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты рассматривается как многоуровневая система, в которой на каждом уровне защиты реализуются

определенные мероприятия (алгоритмы). Стоит отметить, что функционирование уровней системы может происходить как последовательно, так и параллельно.

На первом уровне (рис. 4) реализуются мероприятия, связанные с первичными средствами пожаротушения, которые подразумевают использование персоналом внутреннего противопожарного водоснабжения (пожарные краны с ручными стволами) или различного типа огнетушителей только в тех случаях, в которых возможно их применение для ликвидации горения или снижения воздействия ОФП до реализации следующих уровней. Второй уровень представляет собой сложную мониторинговую систему, реализованную в общую концепцию системы противопожарной защиты объекта. Составными элементами противопожарной защиты являются: система оповещения и управления эвакуацией людей [8]; системы пожаротушения [9]; организационно-технические мероприятия. В зависимости от типа и классификации объекта в систему противопожарной защиты могут входить дополнительные элементы, например, системы противодымной защиты [3]. В большинстве случаев ликвидация горения и устранение его последствий происходит на третьем уровне, который обусловлен прибытием пожарно-спасательных подразделений на место пожара. Так как основная работа по тушению сосредоточена внутри зданий и сооружений, она невозможна без применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), к которым относятся дыхательные аппараты со сжатым воздухом (ДАСВ). Это в первую очередь обусловлено высокой концентрацией токсичных продуктов горения, содержащейся в зоне задымления на путях эвакуации. Поэтому для работы в таких условиях создаются специальные подразделения пожарной охраны, основной единицей которых являются звенья газодымозащитной службы (звено ГДЗС).

В успешном тушении пожара значительную роль играют результаты планирования и рационального распределения имеющихся сил и средств пожарно-спасательных подразделений на определенных ин-

тервалах времени. Мониторинговые системы, реализованные на втором уровне обеспечения пожарной безопасности объекта защиты, могут быть адаптированы в качестве элементов системы планирования боевых действий по тушению пожара. Так, в работе [10] было установлено, что для эффективного управления системой противопожарной защиты необходима многофакторная информация о динамике пожара внутри здания, которая была определена моделью мониторинга пожара с допущениями, которые неоднократно обоснованы в работах, посвященных конструированию многофакторных пожарных извещателей [11]. Используя линейное тождество факторов пожара при мониторинге, в работе [10] был получен вид уравнения линейной корреляции между факторами "температура" – "видимость в дыму":

$$T^* = \frac{\eta(1-\phi)Q_{\text{нр}}}{C_p}, \text{ К}, \quad (1)$$

$$\Omega^* = \frac{\eta(1-\phi)Q_{\text{нр}} \ln(1,05\alpha E)}{C_p \rho_0 T_0 D}, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $Q_{\text{нр}}$  – низшая теплота сгорания материала,  $\text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;  $C_p$  – удельная изобарная теплоемкость дымовой среды,  $\text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$  ( $C_p=1 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$ );  $\phi$  – коэффициент тепловых потерь ( $\phi = 0,95$ );  $\eta$  – коэффициент полноты горения ( $\eta = 0,87$ );  $\alpha$  – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации ( $\alpha = 0,3$ );  $E$  – начальная освещенность, лк ( $E = 50$  лк);  $\rho_0$  – начальная плотность дымовой среды,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$  ( $\rho_0 = 1,21 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ );  $T_0$  – начальная температура дымовой среды, К ( $T_0=293$  К);  $T^*$  – пороговое значение температуры газовой среды пожара, К;  $\Omega_0$  – начальная дальность видимости в дыму внутри помещения, м ( $\Omega_0 = 20$  м);  $\Omega^*$  – предельная дальность видимости в дыму при пожаре внутри помещения, м.

#### Результаты и обсуждения

На основе уравнения (1) дополним оценку факторов мониторинга для зданий производственного назначения (зданий предприятий текстильной промышленности), обращающихся и содержащихся в них веществ (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Вид горючего материала	Справочные данные		Расчетные параметры	
	$Q_{\text{нр}}$ , $\text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$	$D$ , $\text{Нп}\cdot\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-1}$	$T^*$ , К	$\Omega^*$ , м
Промтовары; текстильные изделия	16700	60,6	835	0,09
Сырье для легкой промышленности; шерсть	21800	164	1090	0,04
Сырье и изделия из синтетического каучука	43000	212	2150	0,06

Таким образом, из полученных результатов расчетов (табл. 1) следует, что звенья ГДЗС внутри здания будут работать в условиях нулевой видимости в зависимости от установочных значений модели "температура" – "дымовая среда". Данные показатели модели оказывают непосредственное влияние на эвакуационные пути, которые, с другой стороны, входят в систему многофакторного мониторинга динамики пожара, что в целом несет полезную информацию для лица, принимающего решение, при выборе оптимального маршрута движения звеньев ГДЗС. В качестве построения таких маршрутов на этапе планирования ресурсов пожарно-спасательных подразделений возможно применение кумулятивных адресных пожарных извещателей [12], где точечное размещение извещателя

будет являться событием, а расстояние до следующего или соседнего извещателя – видом выполняемой работы звеном ГДЗС. В целом такой подход позволит сформировать теоретико-графовую модель возможных маршрутов движения в условиях непригодной для дыхания среды [13].

#### Заключение

Особенность взаимодействия рассмотренных моделей ("температура" – "видимость в дыму" и теоретико-графовая) в системе многофакторного мониторинга заключается в оперативном планировании боевых действий по тушению пожаров с последующим определением критического, оптимального и альтернативного маршрута движения звеньев ГДЗС на основе декомпозиции участков движения в зависимости от параметров "скорости движения" – "види-

мость в дыму" [14,15]. Такой подход позволит на начальных этапах тушения пожара рационально распределить имеющиеся силы и средства пожарно-спасательных подразделений по недопущению развития пожара в зданиях производственного назначения (зданиях предприятий текстильной промышленности) до крупных размеров.

В качестве основных выводов следует отметить следующее.

1. Исходя из анализа основных показателей статистики пожаров на территории Российской Федерации в зданиях производственного назначения, к которым относятся здания предприятий текстильной промышленности, установлено, что прямой материальный ущерб от пожаров, произошедших на данных объектах, составляет более 73% от всего прямого материального ущерба по характерным пожарам за рассматриваемый период. Данный факт можно объяснить тем, что пожары на объектах промышленности (предприятиях текстильной промышленности) характеризуются высокой скоростью распространения горения в его начальной стадии, а также развитой сетью технологических помещений, что способствует быстрому распространению горения по горючим материалам на больших площадях.

2. Разработанная функциональная схема системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты позволяет реализовать планирование боевых действий по тушению пожаров, базируясь на информации, предоставленной пожарными извещателями, которая характеризует динамику параметров развития пожара на промышленных предприятиях (предприятиях текстильной промышленности), что является структурным элементом в системе информационного обеспечения оперативных должностных лиц на месте пожара.

3. На основе уравнения линейной корреляции определены параметры, учитывающие взаимозависимость вида горючей нагрузки в помещении текстильных производств и факторами "температура" – "видимость в дыму", что позволяет проектиро-

вать критические, оптимальные и альтернативные маршруты движения звеньев ГДЗС на основе декомпозиции участков движения в зависимости от его скорости. Представленные значения позволят осуществлять оперативную корректировку траектории перемещения звеньев ГДЗС внутри здания с учетом особенностей объемно-планировочных решений, а также плотности дисперсной системы, состоящей из мелких твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газах, образующихся при сгорании горючих материалов.

Рассмотренные предложения по моделированию маршрутов движения звеньев ГДЗС в условиях непригодной для дыхания среды допускают осуществлять их оперативную корректировку, учитывая параметры температуры в помещениях и видимости в дыму в зависимости от вида горючей нагрузки. Расширяя информацию, путем увеличения номенклатуры горючих материалов текстильных производств, появляется возможность дополнять и детализировать прогнозируемые маршруты движения, что непосредственно снижает время проведения обследования помещений и непосредственное тушение пожара.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Корольченко А.Я., Корольченко Д.А.* Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. "Пожнаук", 2004. Ч. I. 713 с. Ч. 2. 774 с.
2. *Усманов Д.А. и др.* Упаковка кип хлопка: технические нормы загрузки их в вагоны // *Universum: технические науки.* – 2022, №. 3-2 (96). С. 38...42.
3. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями).
4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статистический сборник / ФГБУ ВНИИПО МЧС России; редколлегия: В.С. Гончаренко [и др.]. – Балашиха: П 46, 2022.
5. *Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А., Иванова О.В.* О детализации пожарных рисков // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация.* – 2011, № 1. С. 29...33.
6. *Прус Ю. В. и др.* Моделирование структуры и динамики техногенных и пожарных рисков в социотехнических системах // *Технологии техносферной безопасности.* – 2014, №. 4. С. 16...16.

7. Kodur V., Kumar P., Rafi M. Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety // PSU Research Review. – 2019. P. 1...23.

8. СП 3.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности (утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 173).

9. СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

10. Гринченко Б.Б. и др. Многофакторный мониторинг динамики пожара на текстильных предприятиях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 3. С. 135...140.

11. Членов А.Н. и др. Об эффективности функционирования мультикритериального пожарного извещателя // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. Т.25, № 12. С. 55...60.

12. Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582 "Об утверждении свода правил "Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования" (вместе с "СП 484.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования").

13. Гринченко Б.Б., Шалявин Д.Н., Степанов Е.В. Теоретико-графовая модель действий участников тушения пожара в непригодной для дыхания среде // Мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Системы безопасности. – Академия государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий", 2021. – №. 30. С. 171...174.

14. Габдуллин В.Б., Ищенко А.Д. Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – 2020, № 1 (87). С. 25...37. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2020-1/04-01-20.ttb.pdf> (дата обращения 12.04.2020).

15. Чистяков И.М. Динамика параметров работы звеньев ГДЗС при снижении видимости на пожаре // Мат. XIV Междунар. научн.-практич. конф.: Пожарная и аварийная безопасность, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охране России. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 205...208.

## REFERENCES

1. Korolchenko A.Ya., Korolchenko D.A. Fire and explosion hazard of substances and materials and means of extinguishing them. Handbook in 2 hours - 2nd ed., Revised. and additional – М.: Ass. "Pozhnauk", 2004. - Ch. I. -713 p. Part 2.

2. Usmanov D.A. Packing bales of cotton: technical norms for loading them into wagons // Universum: technical sciences. – 2022, no. 3-2(96). P. 38...42.

3. Federal Law of July 22, 2008 No. 123-FZ "Technical Regulations on Fire Safety Requirements" (as amended).

4. Fires and fire safety in 2021: statistical collection / FGBU VNIPO EMERCOM of Russia; editorial board: V.S. Goncharenko [i dr.]. - Balashikha: P 46, 2022.

5. Brushlinsky N.N., Klepko E.A., Ivanova O.V. On detailing fire risks // Fires and emergency situations: prevention, liquidation. - 2011, No. 1. P. 29 ... 33.

6. Prus Yu. V. et al. Modeling the structure and dynamics of technogenic and fire risks in sociotechnical systems //Technologies of technospheric safety. – 2014, no. 4. S. 16-16.

7. Kodur V., Kumar P., Rafi M. Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety // PSU Research Review. – 2019.P. 1...23.

8. SP 3.13130.2009. Set of rules. Fire protection systems. Fire warning and evacuation control system. Fire safety requirements (approved by the Order of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation of March 25, 2009 No. 173).

9. SP 485.1311500.2020 Fire protection systems. Automatic fire extinguishing installations. Design norms and rules.

10. Grinchenko B.B. et al., Multifactorial monitoring of fire dynamics at textile enterprises // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, no. 3. P. 135...140.

11. Chlenov A.N. et al., On the effectiveness of the functioning of a multi-criteria fire detector, Pozharovzryvobezопасnost. – 2016. V.25, No. 12. P. 55...60.

12. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated July 31, 2020 No. 582 "On approval of the set of rules "Fire protection systems. Fire alarm systems and automation of fire protection systems. Design norms and rules" (together with "SP 484.1311500.2020. Code of Practice. Fire protection systems. Fire alarm systems and automation of fire protection systems. Design norms and rules").

13. Grinchenko B.B., Shalyavin D.N., Stepanov E.V. Graph-theoretic model of the actions of participants in extinguishing a fire in an environment unsuitable for breathing // Proceedings of the international scientific and technical conference "Security Systems". – Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters", 2021. no. 30. P. 171...174.

14. Gabdullin V.B., Ishchenko A.D. Influence of the periods of operation of the units of the gas and smoke protection service on the continuity of fire extinguishing. - 2020, No. 1 (87). S. 25...37. – Access mode: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2020-1/04-01-20.ttb.pdf> (accessed 04/12/2020).

15. Chistyakov I.M. Dynamics of the operation parameters of the GDZS links with a decrease in visibility

on a fire // Mat. XIV Intern. scientific-practical Conf.: Fire and emergency safety, dedicated to the 370th anniversary of the formation of the fire protection of Russia.- Ivanovo: Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2019. P. 205 ... 208.

Рекомендована кафедрой пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК "Государственный надзор" ИПСА ГПС МЧС России. Поступила 17.01.23.

УДК 69.059

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_153

## ЭТАПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### TECHNICAL INSPECTION STAGES OF TEXTILE INDUSTRY BUILDING

*В.И. РИМШИН<sup>1,2</sup>, П.С. ТРУНТОВ<sup>2</sup>*

*V.I. RIMSHIN<sup>1,2</sup>, P.S. TRUNTOV<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт строительной физики  
Российской академии архитектуры и строительных наук,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)

(<sup>1</sup>Scientific-Research Institute of Building Physics  
of the Russian Academy Architecture and Construction Sciences,  
<sup>2</sup>National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: v.rimshin@niisf.ru; pavel\_truntov@mail.ru

*В статье рассмотрены этапы технического обследования здания текстильной промышленности с учетом его характерных особенностей. Рассмотрено промышленное здание, представляющее собой одноэтажное здание каркасно-стеновой конструктивной схемы. По результатам обследования рассмотрены основные виды обнаруженных дефектов в несущих конструкциях здания. Сделаны общие выводы по причинам возникновения выявленных дефектов, об их влиянии на несущую способность, а также даны общие рекомендации по дальнейшей безопасной и надежной эксплуатации здания.*

*This article discusses the stages of technical inspection of the textile industry building, taking into account its characteristic features. An industrial building, which is a one-story building of a frame-wall structural scheme, is considered. According to the results of the survey, the main types of defects found in the load-bearing structures of the building are found. General conclusions are drawn on the causes of the identified defects, their impact on the load-bearing capacity, and general recommendations for further safe and reliable operation of the building are given.*

**Ключевые слова:** обследование производственных зданий, текстильная промышленность, несущие и ограждающие конструкции, визуальный осмотр, категории технического состояния.

**Keywords:** industrial buildings surveying, textile industry, supporting and enclosing structures, visual inspection, technical condition categories.

## *Введение*

При проведении технического обследования здания текстильной промышленности необходимо учитывать ряд особенностей. К особенностям эксплуатации таких зданий относятся повышенные требования к температурно-влажностному режиму и чистоте воздуха в помещениях, рациональное размещение производственных цехов со свойственными им технологическими процессами.

В статье рассмотрены этапы технического обследования здания текстильной промышленности с учетом его характерных особенностей.

Учитывая особенности эксплуатации зданий предприятий текстильной промышленности, наиболее распространенными дефектами и повреждениями железобетонных ребристых плит покрытия являются нормальные и наклонные трещины, появляющиеся из-за снижения прочности бетона, коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред. Также одними из характерных повреждений являются сколы бетона с оголением арматуры, возникающие из-за механических повреждений при эксплуатации здания. Вследствие воздействия агрессивных сред, попеременного увлажнения и высыхания возникают шелушения поверхностей и отслоение лещадок бетона [1...5].

Объект обследования – нежилое здание текстильной промышленности, построенное в 1968 г. На момент обследования здание находилось в процессе эксплуатации. Основная часть здания – одноэтажная, бесподвальная, прямоугольной формы в плане с габаритами – 90,0×38,7м. Здание разделено деформационным швом. К основной части здания примыкают две одноэтажные пристройки. Общие габариты объекта в уровне 1-го этажа – 90,0×116,46м. Высота этажа в свету: 1-й этаж – 3,2÷4,5м.

Конструктивная схема здания – каркасно-стенная. Вертикальными несущими конструкциями являются сборные железобетонные колонны и кирпичные стены. Горизонтальными конструкциями являются сборные железобетонные плиты покрытия.

Пространственная жесткость здания обеспечивается совместной работой жестко заземленных в фундаменте колонн, продольных и поперечных стен, дисков покрытия.

Конструкции фундамента выполнены ленточными под несущие стены и столбчатыми под колонны и столбы. Глубина заложения столбчатых фундаментов под колонны составляет 2,83÷3,23м, ленточных под стены – 1,0м.

Наружные стены основной части здания и пристроек выполнены толщиной 380, 510 и 830 мм, из кладки красного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. Внутренние стены здания выполнены толщиной 250 мм (без учета отделочных слоев) из кладки красного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе.

В уровне 1-го этажа в стенах выполнены кирпичные пилястры сечением 510×610 мм (без учета отделочных слоев) из кладки керамического кирпича, которые расположены с шагом 7,5 м. Кладка кирпичных пилястр перевязана с кладкой наружных стен.

Колонны в здании выполнены сборными железобетонными. Ограждающими конструкциями служат несущие и самонесущие стены из кирпичной кладки. Перегородки выполнены из гипсокартона и красного керамического кирпича.

Покрытия выполнены в виде сборных железобетонных плит по железобетонным балкам. Кровля выполнена из рулонных наплавливаемых кровельных материалов [6...8].

## *Материалы и методы*

Для оценки состояния несущих конструкций здания текстильной промышленности использовалась общепринятая методика диагностики технического состояния отдельных строительных конструкций и здания в целом [9...11].

Основным нормативно-техническим документом, по которому производилась оценка технического состояния строительных конструкций, является ГОСТ 31937-2011 "Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния".

На первом этапе было осуществлено предварительное изучение имеющейся документации на рассматриваемое здание. На втором этапе производился визуальный осмотр конструкций здания. При этом при осмотре железобетонных конструкций фиксировался внешний вид, монолитность, наличие посторонних включений в теле конструкции, наличие каверн и пустот, поверхностная рыхлость конструкции, наличие трещин, а также ширина их раскрытия, коррозия арматуры и бетона, состояние защитного слоя бетона, выколы, сколы и истирание поверхности бетона.

Обследование каменных конструкций проводилось с целью определения их общего состояния. При визуальном обследовании выявлялись видимые повреждения и дефекты, наличие деформаций, определялся характер и степень повреждения частей здания и отдельных конструкций, наличие трещин, места раздробления и расщепления кладки, разрыв связей, повреждение кладки под опорами конструкций, искривления, выпучивания, отклонения от вертикали, нарушение мест сопряжения между отдельными элементами, поверхностные повреждения кирпича и раствора.

К третьему этапу относилось инструментальное обследование несущих конструкций здания текстильной промышленности. На данном этапе проводилась оценка прочности бетона прямыми и косвенными неразрушающими методами, а также определялся размер прогибов в горизонтальных конструкциях. Для определения прогибов горизонтальных несущих конструкций выполнялась геодезическая съемка (полевые измерения) и камеральная обработка полученных результатов измерений.

#### *Результаты и обсуждения*

#### *Состояние сборных железобетонных колонн*

При обследовании колонн выявлены следующие дефекты и повреждения:

- скол бетона консолей колонн под действием вертикально приложенного усилия от балок покрытий, как следствие – уменьшение глубины опирания концов балок;

- продольные трещины в колонне в уровне оголовка в результате систематического замачивания и, как следствие, коррозии арматуры;

- прочность бетона сборных колонн соответствует классу бетона по прочности на сжатие  $B_{ф24,4}$ . Для расчетов принята прочность бетона сборных железобетонных колонн класса B20 ( $R_b=117,0\text{кг/см}^2$ ).

По результатам поверочных расчетов установлено:

- несущая способность сборных железобетонных колонн исчерпана. Коэффициент использования – 0,985.

Состояние колонн оценивается как работоспособное, за исключением отдельных колонн с вертикальными продольными трещинами в уровне оголовка и сколами бетона консолей колонн, состояние которых оценивается как аварийное (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1

#### *Состояние сборных железобетонных ребристых плит покрытия*

При обследовании горизонтальных несущих конструкций выявлены следующие дефекты и повреждения:

- трещины в ребрах ж/б плит вдоль рабочей арматуры в пролетных и опорных участках в результате воздействия агрессивных сред, свойственных текстильной промышленности и, как следствие, коррозии арматуры;

- отслоение защитного слоя бетона в ребрах плит вдоль рабочей арматуры в пролетных и опорных участках в результате воздействия агрессивных сред;

- трещины в бетоне вдоль рабочей арматуры балок в пролетных и опорных участ-



ках в результате систематического замачивания и, как следствие, коррозии арматуры;

- отслоение защитного слоя бетона с оголением рабочей арматуры балок в пролетных и опорных участках в результате нарушения температурно-влажностного режима помещения;

- оголение и коррозия поперечной конструктивной арматуры ж/б балок в результате воздействия агрессивных сред;

- отслоение защитного слоя бетона на нижней грани ребристых ж/б плит;

- прочность бетона сборных плит соответствует классу бетона по прочности на сжатие  $V_{ф28,4}$ . Для расчётов принята прочность бетона сборных железобетонных плит класса В25 ( $R_b=148,0\text{кг/см}^2$ );

- прочность бетона сборных балок соответствует классу бетона по прочности на сжатие  $V_{ф22,7}$ . Для расчётов принята прочность бетона сборных железобетонных балок класса В20 ( $R_b=117,0\text{кг/см}^2$ ).



а)



б)

Рис. 2

На рис. 2 показаны дефекты плит покрытия зданий текстильной промышленности.

По результатам поверочных расчетов установлено:

- несущая способность сборных ребристых ж/б плит покрытий обеспечена, коэффициент использования – 0,48;

- несущая способность балок покрытия пролетом 8,1 м не обеспечена, коэффициент использования – 1,079.

Недостаток несущей способности балок покрытия пролетом 8,1 м (длина 9 м) подтверждается выявленными превышениями значений предельных прогибов.

Возникновение большей части выявленных дефектов обусловлено особенностями технологических процессов, свойственных для зданий текстильной промышленности [1], [12...14].

## ВЫВОДЫ

В результате технического обследования сделаны выводы, что возникновение большей части выявленных дефектов обусловлено особенностями технологических процессов, свойственных для зданий текстильной промышленности. При этом влияние образующейся в результате производственной деятельности агрессивной среды усугубляется в результате наличия протечек, появившихся в результате повреждения кровельного покрытия здания [15...18].

Для продолжения дальнейшей безопасной и надежной эксплуатации здания необходимо:

- устранить причины замачивания строительных конструкций;

- исключить увеличение фактически приложенных нагрузок на конструктивные элементы, несущая способность которых исчерпана;

- в местах сколов бетона и трещин, идущих вдоль стержней арматуры, в балках и плитах удалить поврежденный защитный слой бетона до оголения арматуры, очистить арматуру от продуктов коррозии стальными щетками, обработать антикоррозионным составом, восстановить геометрию элементов ремонтным тиксотропным составом MasterEmaco S 5400;

- выполнить усиление железобетонных колонн, балок и плит, состояние которых оценивается как ограниченно-работоспособное и аварийное. Из-за специфики производственной деятельности, усиление рекомендуется выполнять с использова-



нием углеволокна, после восстановления геометрии элементов;

– в местах отслоения защитного слоя бетона произвести вырубку бетона до плотного, очистить арматуру от продуктов коррозии стальными щетками, обработать антикоррозионным составом, восстановить геометрию элементов ремонтным тиксотропным составом MasterEmaco S 5400 либо аналогом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Римишин В.И., Курбатов В.Л., Кецо Е.С., Трунтов П.С. Усиление конструкций здания текстильной промышленности внешним армированием из композитных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 6. С. 242...249.

2. Fedosov S.V., Rummyantseva V.E., Krasilnikov I.V., Konovalova V.S., Evsyakov A.S. Mathematical modeling of the colmatation of concrete pores during corrosion // Magazine of Civil Engineering. – 2018, №7(83) P. 198...207.

3. Бережнов К.П., Суплецов В.С. Прогнозирование долговечности конструкций фабрик алмазодобывающей промышленности // Промышленное и гражданское строительство. – 2012, № 4. С.13...15.

4. Roshchina S., Ezzi H., Shishov I., Lukin M., Sergeev M. Evaluation of the deflected mode of the monolithic span pieces and preassembled slabs combined action // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017. P. 012075.

5. Erofeev V. Frame Construction Composites for Buildings and Structures in Aggressive Environments // Procedia Engineering. – № 165, 2016. P. 1444...1447.

6. Fedosov S.V., Rummyantseva V.E., Konovalova V.S., Narmaniya B. E. Joint work of cement concrete and composite reinforcement with periodic profile winding // Materials Science Forum. – 2020, № 974. P.119...124.

7. Римишин В.И., Варламов А.А. Трехмерная модель упругого поведения композита // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 3. С. 63...68.

8. Овчинников И.И., Мигунов В.Н. Долговечность железобетонной балки в условиях хлоридной агрессии // Строительные материалы. – 2012, № 8. С.76...84.

9. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Академия. Архитектура и строительство. – 2015, №1. С.93...102.

10. Rimshin V., Truntov P. Calculation and Strengthening of Reinforced Concrete Floor Slab by Composite Materials // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020, № 1116, P. 438...445.

11. Одинцова О.И., Румянцев Е.В., Смирнова А.С., Петрова Л.С., Румянцева В.Е. Микрокапсулирование биологически активных веществ с использованием биосовместимых полиэлектролитов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 1. С.60...65.

12. Чеснокова Т.В., Румянцева В.Е., Логинова С.А. Моделирование процесса биоразрушения бетона на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С. 206...212.

13. Rimshin V., Truntov P. An integrated approach to the use of composite materials for the restoration of reinforced concrete structures // E3S Web of Conferences. – 2019, № 135. P. 03068.

14. Rummyantseva V.E., Konovalova V.S. Composite reinforcement as a way to increase the durability of building structures // Key Engineering Materials. – 2020, №869. P. 336...341.

15. Жуков Е.М., Кропотов Ю.И., Лугинин И.А., Полошков С.И., Легаева Л.А. Коррозия железобетонных конструкций и причины ее возникновения // Молодой ученый. – 2016, №7. С. 78...80.

16. Kuzina E., Rimshin V. Strengthening of Concrete Beams with the Use of Carbon Fiber // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019, № 983. P. 911...919.

17. Кузьменко В.А., Одинцова О.И., Русанова А.И. Свойства синтетических полиэлектролитов и перспективы их применения для отделки текстильных материалов // Журнал прикладной химии. – 2014. Т.87, № 9. С. 1193...1203.

18. Varlamov A.A., Tverskoi S.Y., Gavrilov V.B. Charting standard concrete based on the theory of degradation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2018. P. 022030.

#### REFERENCES

1. Rimshin V.I., Kurbatov V.L., Ketsko E.S., Trunov P.S. Textile industry building strengthening with external reinforcement with composite materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, № 6 (396), P. 242...249.

2. Fedosov S.V., Rummyantseva V.E., Krasilnikov I.V., Konovalova V.S., Evsyakov A.S. Mathematical modeling of the colmatation of concrete pores during corrosion // Magazine of Civil Engineering. – 2018, № 7(83) P. 198...207.

3. Berezhnov K.P., Supletsov V.S. Prognozirovaniye dolgovechnosti konstruktsey fabrikalmazodobyvayushchey promyshlennosti // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo. – 2012, № 4. P. 13...15.

4. Roshchina S., Ezzi H., Shishov I., Lukin M., Sergeev M. Evaluation of the deflected mode of the monolithic span pieces and preassembled slabs combined action // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017, P. 012075.

5. Erofeev V. Frame Construction Composites for Buildings and Structures in Aggressive Environments // Procedia Engineering. – № 165, 2016. P. 1444...1447.

6. Fedosov S.V., Roumyantseva V.E., Konovalova V.S., Narmaniya B. E. Joint work of cement concrete and composite reinforcement with periodic profile winding // *Materials Science Forum.* – 2020, № 974, P. 119...124.
7. Rimshin V.I., Varlamov A.A. Three-dimensional model of elastic behavior of the composite. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2018, № 3, P. 63...68.
8. Ovchinnikov I.I., Migunov V.N. Dolgovechnost' zhelezobetonnoy balki v usloviyakh khloridnoy agressii // *Stroitel'nye materialy.* – 2012, № 8. P.76...84.
9. Karpenko N.I., Karpenko S.N., Yarmakovskiy V.N., Erofeev V.T. O sovremennykh metodakh obespecheniya dolgovechnosti zhelezobetonnykh konstruksiy // *Academia. Arkhitektura i stroitstvo.* – 2015, № 1. P. 93...102.
10. Rimshin V., Truntov P. Calculation and Strengthening of Reinforced Concrete Floor Slab by Composite Materials // *Advances in Intelligent Systems and Computing.* – 2020, № 1116, P. 438...445.
11. Odintsova O.I., Rummyantsev E.V., Smirnova A.S., Petrova L.S., Rummyantseva V.E. Microencapsulation of biologically active substances using biocompatible polyelectrolytes // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2021, № 1, P. 60...65.
12. T.V. Chesnokova, V.E. Rummyantseva, S.A. Loginova. 2020. Modeling the concrete bio destruction process at the textile industries // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2020, № 1(385), P. 206...212.
13. Rimshin V., Truntov P. An integrated approach to the use of composite materials for the restoration of reinforced concrete structures // *E3S Web of Conferences.* – 2019, № 135, P. 03068.
14. Rummyantseva V.E., Konovalova V.S. Composite reinforcement as a way to increase the durability of building structures // *Key Engineering Materials.* – 2020, №869, P. 336...341.
15. Zhukov E.M., Kropotov Yu.I., Luginin I.A., Poloshkov S.I., Legaeva L.A. Korroziya zhelezobetonnykh konstruksiy i prichiny ee vznikoveniya // *Molodoy uchenyy.* – 2016, №7. S. 78...80.
16. Kuzina E., Rimshin V. Strengthening of Concrete Beams with the Use of Carbon Fiber // *Advances in Intelligent Systems and Computing.* – 2019, № 983, P. 911...919.
17. Kuz'menko V.A., Odintsova O.I., Rusanova A.I. Svoystva sinteticheskikh polielektrolitov i perspektivy ikh primeneniya dlya otdelki tekstil'nykh materialov // *Zhurnal prikladnoy khimii.* – 2014. T.87, № 9. S.1193...1203.
18. A.A. Varlamov, S.Y. Tverskoi, V.B. Gavrilov. Charting standard concrete based on the theory of degradation // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* - 2018. P. 022030.

Рекомендована секцией "Строительная теплофизика и энергоснабжение" Научно-технического Совета Научно-исследовательского института строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН). Поступила 22.12.22.

УДК 687.02

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_159

**ИСТОРИКО-ЦИФРОВАЯ СИМВОЛИКА В ОДЕЖДЕ  
ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ НЕМАТЕРИАЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ  
ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**HISTORICAL AND DIGITAL SYMBOLS IN CLOTHING  
FOR POPULARIZATION OF THE IVANOV REGION  
NON-MATERIAL HERITAGE**

*Н.А. САХАРОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ*

*N.A. SAKHAROVA, V.E. KUZMICHEV*

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: nata1\_77@bk.ru; wkd37@list.ru

*Разработан новый подход к популяризации нематериального наследия традиций Ивановского региона в современных моделях одежды в целях развития внутреннего туризма и возрождения интереса к народным промыслам. Предложено использовать в одежде историко-цифровую символику для получения доступа к информационным ресурсам об истории и исторических промыслах региона. Такой подход позволит дополнить смысловую нагрузку обычной и сувенирной одежды функциями модели-карты или путеводаителя и сделать ее одним из атрибутов бренда малой родины.*

*For popularization of non-material heritage of the Ivanovo region, for development of domestic tourism and revival of an interest in the folk crafts new approach in terms of contemporary clothes has been developed. It is proposed to use historical and digital symbols in clothes to gain access to information resources about history and classical crafts of the region. This approach will expand the semantic content of mass-production and souvenir clothes by adding new functions such as the model-map or guide and the attributes of small homeland brand.*

**Ключевые слова:** нематериальное наследие, одежда, историко-цифровая символика, айдентика, Ивановская область.

**Keywords:** non-material heritage, clothing, historical-digital symbols, identity, Ivanovo region.

## Введение

Современное состояние информатизации всех процессов, происходящих в социальных и производственных сферах, открывает широкие возможности для продвижения морально-нравственных ценностей, к которым относятся исторические, национальные и культурные традиции. Очень часто их кодами являются объекты нематериального культурного наследия, относящиеся к народным промыслам и специфическим объектам декоративно-прикладного искусства. Глобализация современной жизни делает очень важными социальные проекты, направленные на воспитание гармонично развитой и обладающей "исторической" памятью личности, актуализацию культурного наследия, образовательной и просветительской сфер. Возросший под влиянием пандемии коронавируса и сложившейся политической ситуации внут-

ренный туризм способствует развитию туристского кластера и повышению узнаваемости субъектов Российской Федерации. Например, созданное в Ивановской области АНО Visit Ivanovo уже реализовало несколько значимых проектов по повышению туристической привлекательности областного и районных центров области Гаврилов-Посада, Шуи, Южи, Палеха и других [1]. Туристический интерес к области обусловлен наличием уникального сплава практически во всех населенных пунктах художественной и промышленной составляющих [2...4].

Ивановская область обладает уникальным текстильным наследием, промышленными и гражданскими архитектурными сооружениями, народными промыслами. На кафедре конструирования швейных изделий ИВГПУ уже выполнены следующие значимые проекты для популяризации Ивановской области:

Т а б л и ц а 1

Название проекта	Содержание проекта	Партнеры	Год реализации
"Кинешма купеческая" [5]	Реконструкция исторических костюмов купечества конца 19 века для проведения праздника Волжского бульвара	Администрация города Кинешмы	2018
"Живой лубок"	Материальная и компьютерная визуализация русских лубочных картинок из альбомов Ровинского	Фонд Владимира Потанина. Ивановский государственный историко-краеведческий музей им.Д.Г.Бурлыгина	2019-2021
"Виртуальные французские и российские исторические костюмы" [6]	Реконструкция народных костюмов и их компьютерная визуализация	Университет Верхнего Эльзаса, ENSISA, Франция, Партнерская программа Юбера Кюрьена - А.Н. Колмогорова	2019-2020
#Наш Островский [7]	Разработка театральных костюмов к 200-летию со дня рождения А.Н.Островского	Ивановский государственный историко-краеведческий музей им. Д.Г.Бурлыгина, Ивановский ТЮЗ, Фонд "Мое Отечество"	2022
"Даешь конструктивизм!" [8], [9]	Разработка одежды в стиле конструктивизма из тканей, разработанных художниками уличного искусства	АНО Visit Ivanovo	2022

Ярким примером популяризации бренда региона стала коллаборация известного дизайнера Виктории Андреевской и ОАО "Шуйские ситцы" (г.Шуя) при создании коллекции женской одежды из хлопковых традиционных тканей предприятия [10].

Как видно, формирование культурно-исторического бренда Ивановской области может происходить в нескольких направлениях, популяризируемых через форматы социальных проектов, выставочных и музейных экспозиций. Поиск новых форм по-

пуляризации культурного наследия области возможен с помощью самого узнаваемого индикатора времени – исторического костюма и его стилизации в современной одежде.

Предварительно с использованием онлайн ресурсов [11] нами проанализировано количество и содержание запросов в поисковых системах по ключевым словам, отражающим интерес пользователей к одежде с элементами национальной символики: *футболка с принтом, патриотическая футболка, патриотическая одежда, одежда в русском стиле, современная платье в русском стиле* и др. Выбор футболки в качестве объекта поиска обусловлен ее функциональностью и популярным видом одежды как носителя графической и смысловой информации. По ключевому слову "футболка с принтом" в июле 2022 года было сделано 65404 запроса, в том числе: 18% пришлось на патриотические надписи: герб России и российский флаг, буквы "Z" и "V"; 10% – на элементы славянского стиля в виде росписи "гжель", "хохлома" и др.; 2% – на использование древнеславянского алфавита. В июле 2022 года на сайтах онлайн ритейлеров Wildberries, Ozon, Lamoda было продано более 10 000 ед. одежды с национальной символикой России [12].

Следующие два примера из истории ивановского текстиля показывают, что принт на ткани традиционно являлся самым распространенным приемом декора и смысловой нагрузки – идеологической и информационной: знаменитый крок "огурец" и агитационный текстиль послереволюционного периода [13], [14].

Старославянский шрифт используется в современной моде провокационным брендом KTZ (Kokon To Zai), Англия [15], ассоциирующимся с уличным стилем. Мировую известность бренд получил после выхода осенне-зимней коллекции 2013 года с использованием православных символов: крестов, черепов и надписей на древнеславянском языке (рис.1-а). В России примерами использования кириллических букв являются модели одежды Гоши Рубчинского, которые были популяризированы из-

вестными зарубежными представителями направления хип-хоп (рис. 1-б) [16] и футболки масс-маркета компании "Белояр. Славянский стиль" [17] (рис. 1-в).



Рис. 1

На наш взгляд, в современных условиях цифровизации fashion индустрии возникает потребность в поиске новых решений для проектирования одежды в формате технологий Индустрии 4.0, когда национальные традиции будут лаконично закодированы в их художественно-конструктивном решении. Например, технология QR в виде двумерного штрих-кода (от *англ. Quick Response* – быстрое реагирование) является активным способом передачи информации. Он представляет собой набор черных квадратов, расположенных в белом квадрате, и приспособлен для быстрого считывания и распознавания с помощью фотокамер [18]. В одежде цифровые коды применяют в качестве маркировки для отображения информации о наименовании, бренде или торговой марке, времени и месте производства, характеристики ткани, цвет, номер партии согласно новым требованиям к маркировке одежды, введенным с 1 января 2021 года в РФ.

В онлайн магазинах выставлены на продажу трикотажные футболки, в которых QR-код используют в качестве принта. Наполняемость информацией таких кодов может быть разной: реклама аккаунтов социальных сетей с предложением добавления в друзья, пожелания конкретному человеку и др. (рис. 2 – существующие и новые варианты применения QR-код в fashion индустрии).

Настоящая работа посвящена реализации нового подхода к пропаганде культур-

ных традиций региона средствами современного дизайна одежды в сотрудничестве с индустриальными партнерами Ивановского Политеха. Работа направлена на использование в моделях современной трикотажной одежды цифровых кодов и принтов с атрибутикой Ивановской области. В качестве возможных символов выбраны славянская вязь и цифровые коды (QR-коды), объединенные общим названием *историко-цифровая символика*.



Рис. 2

### Методы

В работе использованы методы статистического анализа для оценки степени востребованности историко-цифровой символика в современной одежде, прикладное программное обеспечение для генерирования цифровых моделей одежды в виртуальной среде, сравнительно-исторический метод для изучения знаковой информации, транслирующей культурно-исторические коды Ивановского региона, качественный и количественный контент-анализ для определения частоты запросов по ключевым словам и тэгам, аналитики объема продаж одежды со стиливыми элементами.

### Результаты и обсуждение

В качестве *первого направления* нами выбрана старославянская вязь в виде принтов со смысловой локальной нагрузкой для отражения "сплава" духовных и поведенческих ценностей старообрядцев из известных ивановских купеческих текстильных династий.

Славянская вязь как информационный код хорошо согласуется с историей текстильного производства в нашем крае. Нами изучены костюмы, фотографии, истории купеческих династий, благодаря которым стало возможным промышленное развитие текстильной промышленности и народных промыслов на территории Ивановской области. Бренд Иванова, как важного центра текстильной промышленности, связан с "капиталистами" – крестьянами с солидным капиталом, позволившим впоследствии им выкупиться "на волю" от графа Шереметьева [2]. Именно такие крестьяне-старообрядцы основали первые текстильные мануфактуры и сформировали известные купеческие династии Бутримовых, Соковых, Бурылиных, Гарелиных, Севрюгиных, Киселевых и др. Ивановские ситцы стали визитной карточкой региона, а их рынком сбыта была вся Российская империя.

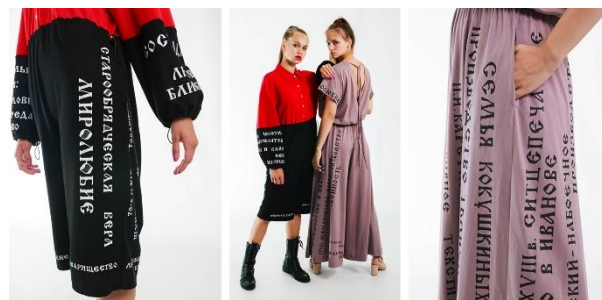


Рис. 3

В старообрядческих общинах складывался особый хозяйственный менталитет людей, обусловленный православной аскезой, осуждавшей показное богатство как проявление человеческой гордыни и греха. На основе изучения первоисточников нами была создана база слов и словосочетаний, отражающих идеи веры и историю крестьян-старообрядцев. Текст будущего принта выбирали исходя из смысловой



нагрузки и композиции моделей одежды. Ключевыми словами выбраны *старообрядческая вера, миролюбие, милосердие, нравственность*, фамилии купцов и даты основания ими мануфактур (*семья Кокушкиных XVIII в. Ситцепечатание в Иванове*) (рис. 3 – модели трикотажной одежды со старославянской вязью).

В качестве *второго направления* выбрано применение цифровых (QR) кодов в качестве новой смысловой нагрузки для информации о знаковых достопримечательностях города и народных промыслах Ивановской области. Сфера современного использования QR-кодов достаточно широка, но их пока не применяют для брендинга региона в качестве культурологической составляющей с целью трансляции традиций, культурных ценностей, истории, самобытности. В статье представлены модели одежды, которые благодаря напечатанным QR-кодам являются картами-путеводителями по достопримечательностям города. Такая одежда может стать вариантом сувенирной продукции (рис. 4 – цифровая модель женского платья-карты с QR-кодом, сгенерированным для популяризации достопримечательностей Иванова [23]).



Рис. 4

Пропорциональные соотношения между элементами одежды, параметры объемно-пространственной формы, оптимальный размер принта и его местоположение с

учетом удобства считывания устанавливали с помощью программы CLO3D и накопленного на кафедре КШИ опыта работы с этой программой [19...22]. Применение цифровых технологий позволило проработать и визуализировать модели одежды до их материального изготовления.

Модели выполнены из трикотажного полотна производства ООО "Миртекс" (г.Фурманов), а принт в виде QR-кода нанесен с помощью термотрансферной бумаги. При наведении смартфона на цифровой код происходит его считывание и переадресация на сайты, содержащие информацию о достопримечательностях города [23].

Разработанные модели были представлены в социальной группе ВКонтакте кафедры конструирования швейных изделий и получили положительные отклики молодежной аудитории в возрасте от 18 до 35 лет. Около 60 % респондентов отметили, что хотели бы иметь в своем гардеробе подобные модели, которые через призму современной одежды популяризируют историю малой Родины.

Таким образом, новые смысловые возможности использования историко-цифровой символики в качестве элемента декорирования современной одежды и цифрового ресурса позволяют получать информацию о туристических достопримечательностях и популяризовать традиции и ремесла региона.

## ВЫВОДЫ

1. Выполнен культурологический анализ востребованности национальной историко-цифровой символики в современной одежде.

2. Показано применение историко-цифровой символики в одежде для популяризации нематериального наследия и QR-кодов как носителей информации в качестве принтов с целью популяризации Ивановского региона.

3. Разработаны модели трикотажной одежды для промышленного производства с элементами, популяризирующими историко-культурное наследие Ивановской области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Визит Иваново [Электронный ресурс] URL: <https://visitivanovo.ru/iskusstvo-i-remesla>
2. *Каган Ф.И.* Брендинг Ивановской области как проблема и процесс // Городские исследования и практики. – 2021, №1 (том 6). С.6...22.
3. *Тимофеев М.Ю.* Создание образцового социалистического города Иваново-Вознесенск 1920-1930-х годов // Городские исследования и практики. – 2021, №1 (том 6). С.50...65.
4. *Череди́на И.С.* Архитектор, который умел проектировать все. К 125-летию со дня рождения академика В.А.Веснина // Вестник РАН. – 2007, №4. С. 341...350.
5. "Купеческая" Киношма встретила туристов в костюмах "от Ивановского Политеха" [Электронный ресурс] URL: <https://ivgpu.ru/news/glavnye-novosti/1016-kineshma>
6. Проект "Живой лубок" [Электронный ресурс] URL: <http://ivcult.ru/proekty/proekt-zhivoj-lubok/1060-teatralnyj-raz-ezd>
7. Новый проект музея Бурлыгина [Электронный ресурс] URL: [https://ivteleradio.ru/video/2022/04/16/novyy\\_proekt\\_muzeya\\_burylina\\_pomozhet\\_pogruzitsya\\_v\\_atmosferu\\_xix\\_veka](https://ivteleradio.ru/video/2022/04/16/novyy_proekt_muzeya_burylina_pomozhet_pogruzitsya_v_atmosferu_xix_veka)
8. От русского авангарда к новаторству: ученые кафедры КШИ вывели свою формулу успеха [Электронный ресурс] URL: <https://ivgpu.ru/news/glavnye-novosti/937-konstruktivizm>
9. На выставку конструктивизма приехал "гений в юбке" [Электронный ресурс] URL: <https://www.ivanovonews.ru/reports/1155726/>
10. Шуйские ситцы на Московской неделе моды [Электронный ресурс] URL: <https://sitsy.ru/news/shujskie-sitcy-na-moskovskoj-nedele-mody>
11. Wordstat.yandex.ru [Электронный ресурс] URL: <https://wordstat.yandex.ru/>
12. Shopstat [Электронный ресурс] URL: <https://app.shopstat.ru/>
13. 100% Иваново. Агитационный текстиль 1920-1930-х годов из собрания Ивановского государственного историко-краеведческого музея им. Д.Г.Бурлыгина. – М.: Программа "Первая публикация", 2010.
14. *Щепочкина Ю.А.* Анализ тканей с дополнительной информационной нагрузкой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №2(392). С.151...153.
15. Kokontozai [Электронный ресурс] URL: <https://kokontozai.shop/>
16. 10 молодых героев хип-хопа в одежде от Гоши Рубчинского [Электронный ресурс] URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5a2d7855799d9dabcaa24132/10-molodyh-geroev-hiphopa-v-odejde-ot-goshi-rubchinskogo-5a2ec7a1ad0f2238498f0f1e>
17. Белояр [Электронный ресурс] URL: <https://beloyar.net/>
18. *Саранцева В.И.* Использование QR-кода в индустрии туризма // Развитие цифровой экономики в условиях новой реальности // Сб. научн. ст. Междунар. научн.-практ. конф. – Саратов: Саратовский

социально-экономический институт (филиал) Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова. – 2020. С.73...74.

19. *Сахарова Н.А.* Цифровая мода – новая траектория развития fashion индустрии // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2021, №3. С.25...28
20. Студенты + бизнес: не забудьте то, чему вас учили в вузе [Электронный ресурс] URL: <https://www.ivanovonews.ru/reports/1100200/>
21. *Ся Пэн.* Исследование влияния параметров фигуры и одежды на достоверность визуализации дефектов в виртуальной реальности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022. №2. С. 178...183.
22. *Ван Суда.* Новый алгоритм идентификации дефектов на виртуальных двойниках одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, №2. С. 159...167.
23. Платье-карта [Электронный ресурс] URL: <https://sabinaabilova.github.io/dress-map/>

## REFERENCES

1. Visit of Ivanovo [Electronic resource] URL: <https://visitivanovo.ru/iskusstvo-i-remesla>
2. Kagan F.I. Branding of the Ivanovo region as a problem and process // City Research and Practice. - 2021, No. 1 (vol. 6). P.6...22.
3. Timofeev M.Yu. Creation of an exemplary socialist city of Ivanovo-Voznesensk in the 1920s-1930s // Urban Research and Practice. - 2021, No. 1 (vol. 6). P.50...65.
4. Cheredina I.S. An architect who could design everything. To the 125th anniversary of the birth of Academician V.A. Vesnin // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. - 2007, No. 4. P. 341...350.
5. "Merchant" Kineshma met tourists in costumes from "Ivanovo Polytechnic University" [Electronic resource] URL: <https://ivgpu.ru/news/glavnye-novosti/1016-kineshma>
6. Project "Live Lubok" [Electronic resource] URL: <http://ivcult.ru/proekty/proekt-zhivoj-lubok/1060-teatralnyj-raz-ezd>
7. New project of the Burylin Museum [Electronic resource] URL: [https://ivteleradio.ru/video/2022/04/16/novyy\\_proekt\\_muzeya\\_burylina\\_pomozhet\\_pogruzitsya\\_v\\_atmosferu\\_xix\\_veka](https://ivteleradio.ru/video/2022/04/16/novyy_proekt_muzeya_burylina_pomozhet_pogruzitsya_v_atmosferu_xix_veka)
8. From the Russian avant-garde to innovation: the scientists of the department of KSHI have derived their formula for success [Electronic resource] URL: <https://ivgpu.ru/news/glavnye-novosti/937-konstruktivizm>
9. A "genius in a skirt" came to the exhibition of constructivism [Electronic resource] URL: <https://www.ivanovonews.ru/reports/1155726/>
10. Shuisky calicos at the Moscow Fashion Week [Electronic resource] URL: <https://sitsy.ru/news/shujskie-sitcy-na-moskovskoj-nedele-mody>
11. Wordstat.yandex.ru [Электронный ресурс] URL: <https://wordstat.yandex.ru/>



12. Shopstat [Электронный ресурс] URL: <https://app.shopstat.ru/>
13. 100% Ivanovo. Propaganda textiles of the 1920s-1930s from the collection of the Ivanovo State Museum of Local History named after D.G. Burylin. - M: Program "First publication", 2010.
14. Shechepochkina Yu.A. Analysis of tissues with additional information load // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2021, No. 2. P.151...153.
15. Kokontozai [Electronic resource] URL: <https://kokontozai.shop/>
16. 10 Young hip-hop heroes in clothes from Gosha Rubchinsky [Electronic resource] URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5a2d7855799d9dabcaa24132/10-mo-lodyh-geroev-hiphopa-v-odejde-ot-goshi-rub-chinskogo-5a2ec7a1ad0f2238498f0f1e>
17. Beloyar [Electronic resource] URL: <https://beloyar.net/>
18. Sarantseva V.I. The use of a QR code in the tourism industry // Development of the digital economy in a new reality: a collection of scientific articles of the international. scientific and practical conference. – Saratov: Saratov Socio-Economic Institute (branch) of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov". – 2020. P.73...74.
19. Sakharova N.A. Digital fashion - a new trajectory for the development of the fashion industry // Izvestiya vuzov. Light industry technology. - St. Petersburg. – 2021, No. 3. P.25...28
20. Students + business: do not forget what you were taught at the university [Electronic resource] URL: <https://www.ivanovonews.ru/reports/1100200/>
21. Xia Peng. Study of the influence of figure and clothing parameters on the reliability of visualization of defects in virtual reality // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022, No. 2. P. 178...183.
22. Wang, Sida. A new algorithm for identifying defects on virtual twins of clothing // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022, No. 2. P. 159...167.
23. Dress-map [Electronic resource] URL: <https://sabinaabilova.github.io/dress-map/>

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 25.10.22.

УДК 677.026.5  
DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_165

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАДИЦИЙ ЕЛЕЦКОГО КРУЖЕВОПЛЕТЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННОЙ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ

## THE USE YELETS LACE-MAKING TRADISHIONS IN MODERN WOMENS' CLOTHING DESIGN

Е.А. БОРИСОВА

E.A. BORISOVA

(Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина)

(Bunin Yelets State University)

E-mail: borisovaec@mail.ru

*Статья посвящена искусству елецкого кружевоплетения и использованию его традиций при разработке современного костюма. Описана краткая история возникновения и развития кружевного производства. Основной акцент сделан на производстве кружева в городе Ельце. Показаны основы технологии производства ручного кружева на коклюшках. Представлена технология разработки и изготовления костюма из ручного кружева. Рассмотрены примеры их использования в проектировании современных коллекций нарядной и повседневной женской одежды в коллекциях дизайнеров и производств.*

*В результате исследования выделены основные направления создания костюма из ручного кружева, их связь с традициями промысла, соответствие тенденциям современного дизайна и возможности дальнейшего развития промысла елецкого кружевоплетения в создании нарядной и повседневной одежды, отвечающей требованиям современной моды.*

*Для решения задач исследования были использованы основные теоретические методы исследования: анализ, синтез, схематизация, проблематизация; эмпирические методы сбора и обработки данных.*

*The article is dedicated to the art of Yelets lace-making and use of its traditions in modern costume design. It briefly traces the history and origin of lace production. The main focus is on the production of lace in the city of Yelets.*

*The article also contains the basics of technology for the handmade bobbin lace production as well as technology of elaborating and making a costume from handmade lace. The article provides examples of lace use in the design of modern elegant and casual women's clothing in the collections of designers and industries.*

*The result of the study is detection of main trends in developing a costume from handmade lace, their roots in the craft traditions, compliance with the modern design and the possibility of Yelets lace industry further development in creating elegant and casual clothes that meet the modern fashion requirements.*

*To solve the investigation targets the main theoretical research methods such as analysis, synthesis, schematization, problematization; empirical methods of data collection and processing were used.*

**Ключевые слова:** елецкое кружево, кружевоплетение на коклюшках, машинное кружево, кружевной орнамент, дизайн, мода.

**Keywords:** yelets lace, bobbin lace, machine lace, lace pattern, design, fashion.

Народные художественные промыслы сохраняют исторические художественные традиции нашей страны. Они являются уникальной частью культуры России. Сегодня сохранению и возрождению народных художественных промыслов уделяется огромное внимание. 2022 год объявлен Годом культурного наследия народов России. Сами народные промыслы в настоящее время тоже изменяются, подстраиваются под требования общества. Спектр их применения очень широк: от сопровождения индустрии туризма до сотрудничества с дизайнерами "высокой моды".

Кружевоплетение на коклюшках – знаменитое и интересное явление народного искусства. Оно требовало определенных инструментов и приспособлений. Производство кружева на коклюшках было очень медленным, поэтому оно стало крайне дорогим и поэтому желанным предметом.

Кружево появилось на рубеже XV-XVI веков в странах Западной Европы, одни эксперты указывают на итальянское происхождение кружева, другие – на фламандское. Оно являлось продуктом эволюции вышивки и ткачества, то есть ажурный орнамент, созданный путем различного переплетения нитей, существующий самостоятельно, без какой-либо тканой основы. Орнаментальный оптический эффект в кружеве создается просвечиванием фона сквозь разреженные участки между плотными орнаментальными рисунками.

Развитие кружевоплетения всегда тесно связано с развитием моды. Кружево украшало одежду богатых и влиятельных людей. В эпоху Возрождения в моду входят большие плетеные воротники, благодаря которым кружево стало широко использоваться в костюме. Родиной этого воротника была Испания, там он назывался

горгера", во Франции – "фрез", в Англии – сначала еле заметными зубчиками, которые позже становились все шире. Техника выполнения таких зубчиков в конце XV века получила название "punto in aere" и использовались только игла и нить (рис. 1).



Рис. 1

Позже кружевницы научились выполнять более сложные растительные и изобразительные орнаменты.

Кружево на коклюшках появилось немного позже игольного в Италии, предположительно в районах Милана и Турина.

Орнаменты кружева середины XVII века представляют собой пышные растительные узоры, выполненные из крупных цветов и изогнутых лент. Это характерный орнамент для стиля барокко. Его производили в Италии и Фландрии.

В первой половине XVIII века становится популярным тюлевое кружево в виде тонкой сетки с мелкими ячейками. И сетка, и основной орнамент выполнялись вручную. Эти кружева соответствовали стилю рококо, были легкими, мягкими, пластичными. Наибольшего расцвета они достигают во Франции и Фландрии. В этот период мотивами орнамента были мелкие завитки и изящные цветочные гирлянды. Примером такого кружева является одной плотности, выполнялись одними и теми же нитями.

Еще один вид плетеного кружева на коклюшках из Франции – шантильи. Это нежное, тонкое кружево начали произ-

водить в XVII веке. Преимущественно было черного цвета, но встречалось и кремовое. В XIX веке оно получило второе рождение. При правлении Наполеона I Бонапарта был издан указ, который разрешал носить при дворе только шантильи или алансон. Это самый известный вид черного кружева. Пример можно увидеть на картине "Портрет молодой женщины в кружевной шали" (рис. 2). Его плели не только во Франции, но и в Англии, Бельгии и России. [1].



Рис. 2

Из фламандских плетеных кружев наиболее известным является кружево малин. Его отличительная особенность – это выступающие цветочные мотивы, узор которых подчеркивается с помощью скани. Традиционно такое кружево служило отделкой для женских чепцов с длинными ушками [1].

Период конца XIX - начала XX века стал временем возрождения старинных стилей практически всех видов западно-европейского кружева. В этот период украшение платья выполнялось одновременно несколькими разновидностями кружева и вышивок. Воротники платьев, отвороты рукавов, украшались кружевами "валансьен" и "roin de Paris", легким кружевом "малин", "алансон", "аржантан", а также обшивалось бисером, паетами, фарфоровыми бусами, вышивкой сутажом и прочими материалами.

После первой мировой войны в Европе изготовление плетеного кружева ручной работы фактически прекратилось. Новый

образ жизни и технический прогресс способствовали развитию машинного кружева параллельно с развитием новых видов текстиля.

В России в XVI и первую половину XVII веков кружева привозили из Западной Европы. Плести кружево в России предположительно начали во второй половине XVII в. в царичьей Мастерской палате в Москве, в домашних мастерских царевен, княжеских светлицах. Первоначально плели металлическое кружево, которое применялось в дворцовом и церковном обиходе, в быту бояр, дворян и купечества. Женская и мужская одежда отделялась металлическими галунами, кружевом, тесьмой и вышивкой в виде квадратов, крестов, кругов и корон. В него вплетали мелкий жемчуг, чего не делали в других странах. Наиболее часто встречается кружево с растительными мотивами, но были и геометрические узоры металлического кружева, по технике исполнения они делятся на решетчатые и насноровочные. В крестьянских костюмах использовалось простое численное льняное кружево.



Рис. 3

Распространение кружевоплетения в России во многом обязано преобразованиям Петра I. Царский указ от 4 января 1700 года предписывал всем дворянам, служилым и торговым людям обязательное ношение иноземного платья. С появлением костюма европейского типа возникла потребность и в кружеве "на европейский ма-

нер": прежнее металлическое уже не находило применения в костюме высших сословий. В моду вошло кружево из льняных и шелковых нитей. Нарядной отделкой украшали не только женское платье, но и мужской костюм – вошедшие в употребление галстуки и манжеты нередко были кружевными. Об этом свидетельствуют многие портреты дворян или купцов XVIII века, например, "Портрет М.Я. Строгановой", Р.Н. Никитин, начало 1720-х гг., ГРМ (рис.3). Такой костюм отражал черты национальной самобытности и являлся выражением "русского стиля" [2].

К началу XIX века кружевоплетение из домашнего женского занятия сформировалось в промысел. У представителей русского дворянства имелись собственные мастерские по производству кружев. В них в тяжелых условиях трудились крепостные женщины. Они исполняли различные виды изделий по западно-европейским образцам. Позже многие мастерские укрупнились, превратившись в настоящие кружевные мануфактуры. Самая большая из них, объединившая более тысячи мастериц, находилась в Орловской губернии, недалеко от города Мценска, и принадлежала помещице Протасовой. Изделия этой мастерской поставлялись к царскому двору и вывозились за границу.

С отменой крепостного права многочисленные помещичьи мастерские прекратили свое существование. После реформы 1861 года кружевоплетение стало профессиональным занятием бывших дворовых мастериц (при царском и помещичьих дворах), прекрасно владевших этим ремеслом. Рост кружевного промысла наблюдался в ряде крупных русских городов, где кружево было уже хорошо известно, а затем и в близлежащих селах. В конце XIX - начале XX века плетением кружев занимались уже десятки тысяч мастериц в семнадцати губерниях России, в том числе Орловской, Вологодской, Вятской, Рязанской, Нижегородской, Костромской, Казанской. В каждом центре плетения кружева сложились свои предпосылки для возникновения промысла.



Кружевной промысел возник в городе Ельце в начале XIX века. Кружево было очень сложным в плетении. Орнаменты были геометрические и растительные. Для их выполнения использовали несколько сот пар коклюшек (рис. 4).



Рис. 4

Сцепной способ плетения, скорее всего, был перенят у вологодских кружевниц в середине-конце XIX века. По сравнению с многопарным, в нем используется небольшое количество пар коклюшек. Узор сцепного кружева образуется изгибами вилюшки, которые соединяются в местах сцепления вязальным крючком.

На основе соединения многопарной и сцепной техники елецкие кружевницы разработали новый способ плетения – парносцепной.

С.А. Давыдова в книге "Русское кружево и русские кружевницы. Исследование историческое, техническое, статистическое" описывает, как домашнее ремесло жительниц Ельца превратилось в целую отрасль кустарной промышленности: "...в 1867 году кружево в Елецком уезде было важным видом отпускной торговли" [3].

В конце XIX века елецкий промысел находился на первом месте по объему производимого кружева. Кружевницы выpleтали разнообразный ассортимент, отвечающий всем требованиям моды: пальто, косынки, накидки, шали, перчатки. Расцвет промысла был в 1870-1880 годы, плетением занималось более тридцати тысяч человек.

Первая мировая война, а затем Октябрьская революция привели к резкому падению спроса на кружево. К 1919 году производство елецкого кружева было практически прекращено из-за возросшей занятости женщин в промышленности. Кружевоплетение существовало только в виде индивидуального труда отдельных кустарей. В 1919 году кустари стали объединяться в ар-

тели, товарищества и кооперативы. "Елецкое кооперативное товарищество кружевного производства" организовано в 1921 году. Во время Великой Отечественной войны многие кружевницы ушли на фронт, другие работали в тылу, шили теплые вещи для солдат. В 1943 году в соответствии с указом Правительства СССР Елецкий кружевной промысел был возрожден. К 1944 году в Ельце и Елецком районе работало двенадцать артелей. В 1960 году на базе артелей был создан Елецкий комбинат художественных промыслов.

Современными производствами кружева в городе Ельце являются: ООО "Фабрика НХП "Елецкие кружева", ООО "Кружевной край", ПК "Кружель" и др.

Для орнамента елецкого кружева характерны растительные мотивы, заключенные в геометрические формы ромба, круга, квадрата. Использование разнообразных плетешковых решеток, украшенных насновками, паучками, отвивными петельками, легкость и прозрачность вилюшек из полотнянки, сетки, различных тесемок [4].

Елецкое кружево привлекает своим качеством модных дизайнеров, которые часто используют его в своих коллекциях.

В 2000 году Вячеслав Михайлович Зайцев создал коллекцию моделей pret-a-были представлены изделия из кружева, выполненные в технике елецкого плетения.



Рис. 5

Заметки из книги "Мода. Мой Дом" Вячеслава Зайцева: "...Так, я очень много покупал у кружевниц, работа которых в советское время была не слишком вост-

ребованной. Эти приобретения позволяли и мне создавать прекрасные изделия и им выживать. Я сделал тогда несколько великолепных юбок – солнце из кружевных скатертей! Оставлял и специальные заказы; как-то для меня мастерицы сплели бордовые и коричневые кружева с золотом, безумной красоты. Сейчас одно из платьев, для которых я использовал эти работы, находятся в музее города Сан Франциско..." [5]. Так В.М. Зайцев описывает коллекцию с кружевом 2001 года (рис.5).



Рис. 6

Дизайнер Виктория Андреянова использовала отделку из ручного кружева в своей коллекции "Повести Белкина" SS2018 (рис. 6).

Еще один русский дизайнер, на которую стоит обратить внимание, Ульяна Сергеенко. Этот бренд был создан в 2011 году и постоянно сотрудничает с многими производствами народных промыслов по всей России. Изделия из коклюшечного кружева ручного плетения занимают большое место в разработанных коллекциях. Изделия выполняются до нескольких месяцев, кружево плетется на коклюшках по старинным технологиям. Создавая весенне-летнюю кутюрную коллекцию 2019 года, она вдохновлялась романом низацией. Дизайнер осталась верна женственным силуэтам. А кружевные аксессуары для коллекции были выполнены елецкими мастерами производства ООО "Кружевной край" (рис. 7).



Рис. 7

Кружевная одежда и аксессуары широко востребованы в моде. Эта тенденция связана с общим направлением моды на экологичность и этническую самобытность. В ассортимент изделий из кружева входят воротники, манжеты, манишки, жабо, пелерины, капоры, жакеты и платья. Расширяется количество дизайнеров и ателье, использующих ручное кружево на коклюшках в своих коллекциях. Рост конкуренции в этой сфере способствует повышению качества выпускаемых изделий, заставляет художников и мастеров искать новые техники, сочетания цветов, воссоздавать старинные техники плетения и т.п.

## ВЫВОДЫ

Обзор истории и современного положения кружевного производства, анализ эмпирического материала позволяют сделать следующие выводы:

- кружевоплетение на коклюшках имеет долгую богатую историю, это народное искусство, которое более двухсот лет развивается параллельно с модой, и востребовано в модном костюме;

- современное кружево играет большую роль в моде как благодаря своим эстетическим и экологическим качествам, так и как проявление этнической памяти народа;

- мода на использование кружева и кружевных аксессуаров побуждает современных художников и дизайнеров к поиску новых решений с опорой на традиционные техники плетения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шاپиро Б. История кружева как культурный текст. – М.: Новое литературное обозрение, 2018.
2. Ванькович С.М. Эволюция "русского стиля" в женской моде первой трети XX века // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №5. С.251...257.
3. Давыдова С.А. Русское кружево и русские кружевницы. Исследование историческое, техническое, статистическое. – Санкт-Петербург: Типография А.С. Суворина, 1892.
4. Соломенцева С.Б. Семантический анализ знаковых систем кружева Елецкого уезда начала XIX века // Средиземноморский журнал социальных наук. – 2015. Т. 6. №4. С. 150...154.
5. Зайцев В.М. Мода. Мой Дом. – М.: Издательство АСТ, 2017.
6. Исакова К.В. Плетение кружев. – М., 1958.
7. Кружево: От интимной моды до идеологических панно/ сост. Е.А. Рычкова. – М.: Кучково поле, 2016.

УДК 339.3

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_171

## ПРОДВИЖЕНИЕ РОССИЙСКИХ БРЕНДОВ ОДЕЖДЫ ПОСРЕДСТВОМ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### PROMOTION OF RUSSIAN CLOTHING BRANDS THROUGH INNOVATIVE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

*Э.А. МИТИНА, А.Д. ПОТАПОВА*

*E.A. MITINA, A.D. POTAPOVA*

(Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского)

(V.I. Vernadsky Crimean Federal University)

E-mail: zhilina\_ella@list.ru; anzhelikapotapova1718@gmail.com

***Успех дизайнерского бренда в современном мире моды обеспечивает не только разработанная коллекция авторских продуктов одежды, но и атмосфера вокруг него при упорной тактике продвижения брендов с применением комплекса информационно-коммуникационных технологий. Цель статьи***

8. Фалеева В.А. Русское плетеное кружево – Ленинград: Художник РСФСР, 1983.

#### REFERENCES

1. Shapiro B. Istorija kruzheva kak kul'turnyj tekst – Moskva: Novoe literaturnoe obozrenie, 2018.
2. Van'kovich S.M. Evolyuciya "russkogo stilya" v zhenskoy mode pervoj treti XX veka // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №5. P.251...257.
3. Davidova S.A. Russkoe kruzhevo i russkie kruzhevnic. Issledovanie istoricheskoe, tehniceskoe, statisticheskoe. – Sankt-Peterburg: Tipografiya A.S. Suvorina, 1892.
4. Solomentseva, S. B. Semiotic analysis of sign systems of yelets lace in the beginning of the XIX century // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. Vol. 6. No 4. P. 150...154.
5. Zajcev V.M. Moda. Moj Dom. – Moskva: Izdatel'stvo AST, 2017.
6. Isakova K.V. Pletenie kruzhev. /K.V. Isakova – Moskva, 1958.
7. Kruzhevo: Ot intimnoj mody do ideologicheskikh panno/ sost. E.A. Rychkova. – Moskva: Kuchkovo pole, 2016.
8. Faleeva V.A. Russkoe pletenoe kruzhevo – Leningrad: Hudozhnik RSFSR, 1983.

Рекомендована кафедрой дизайна, художественного образования и технологий. Поступила 01.12.22.

заключается в выявлении особенностей продвижения брендовой одежды российских производителей через интернет с применением инновационных технологий и учетом потребительских предпочтений. Исследование было проведено в пять этапов с применением традиционных и инновационных методов: 1) опрос 240 респондентов с целью выявления уровней лояльности потребителей к рекламным носителям российских брендов одежды; 2) выявление нейрокогнитивных предпочтений потребителей при выборе рекламных носителей; 3) проведение контент-анализа для выявления популярных запросов и встречаемости тематических тегов; 4) разработка эталонного рекламного носителя брендовой одежды; 5) контрольный опрос 190 респондентов с целью выявления уровней удовлетворенности потребителей рекламными носителями, включая эталон. На основе проведенного исследования определены социально-технологические аспекты построения бренда, принципы его успешности, а также этапы разработки и развития с учетом возможностей российского рынка одежды.

*The success of a designer brand in the modern world of fashion is ensured not only by the developed collection of author's clothing products, but also by the atmosphere around it with persistent brand promotion tactics using a complex of information and communication technologies. The purpose of the article is to identify the features of the Russian manufacturers branded clothing promotion via the Internet using innovative technologies and taking into account consumer preferences. The study was conducted in five stages using traditional and innovative methods: 1) a survey of 240 respondents in order to identify the levels of consumer loyalty to advertising media of Russian clothing brands; 2) revealing the neurocognitive preferences of consumers when choosing advertising media; 3) conducting content analysis to identify popular queries and the occurrence of thematic tags; 4) development of a reference advertising medium for branded clothing; 5) a control survey of 190 respondents in order to identify the levels of consumer satisfaction with advertising media, including the standard. Based on the study, the socio-technological aspects of building a brand, the principles of its success, as well as the stages of development and progress, taking into account the possibilities of the Russian clothing market, are determined.*

**Ключевые слова:** продвижение, российские бренды, одежда, инновации, информационно-коммуникационные технологии, нейрокогнитивное восприятие, потребитель, баннер.

**Keywords:** promotion, russian brands, clothing, innovations, information and communication technologies, neurocognitive perception, consumer, banner.

### *Введение*

Инновационные технологии и векторная трансформация конкурентной борьбы в направлении стратегии "голубого океана", потребительских ценностей и маркетинга 3.0 существенно изменили конфигурацию маркетинговой среды и определили ключевые тренды последнего десятилетия на рынке одежды. Все большее значение приобретает персонализация собственных

услуг и конкурентных преимуществ предприятий путем информирования клиентов о возможностях приобретения товаров. Развитие интернет-технологий с учетом огромных потоков информации приводит к тому, что сообщения и данные об организациях и реализуемые ими планы распыляются, и, как следствие, бренд теряет всеобщее признание и становится все менее узнаваемым. Покупателю необходим не только



товар, а именно бренд, имеющий неповторимое фирменное наименование, идентичность и, что самое важное, личный уникальный образ, по которому его узнают и отличают среди всех остальных. Поэтому возникает объективная необходимость налаживания эффективных информационно-коммуникационных связей с потребителями и формирование действенных механизмов продвижения брендовой одежды.

Анализ реферативной базы Scopus показал, что 2151 публикация посвящена изучению одежды в различных научных сферах. В первой статье Д. А. Лэрд исследовал зависимость ассоциаций потребителей с фактически приобретенными марками одежды в области психологии [1]. Наибольшее количество работ, посвященных изучению брендовой одежды, выявлено в области знаний: бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (1173 ед.), что составляет практически 50% всех статей, опубликованных с 1923 г. Интерес к исследованию брендовой одежды начинает проявляться с 1995 г. и в 2007 г. достигает пика своей популярности.

Среди зарубежных ученых следует выделить работы Н. Тейта [2], [3], посвященные продвижению брендовой одежды на мировом рынке, Дж. Костера [4], [5], в которых намечены перспективы развития текстильной и швейной промышленности в

различных странах. В публикациях Г. Тейлера, М.-Т. Ло, В. С. Линга [6], изучено влияние стратегий и продвижение бренда на операции розничной торговли модной одежды.

Особого внимания заслуживают труды отечественных исследователей. В публикациях М. А. Патаховой [7] изучены бренд и качество с позиции конкурентоспособности производителя на рынке одежды, М. С. Калугой [8] исследованы молодежные бренды одежды как агенты социализации, А. Гуреевым [9] выявлены основные проблемы развития швейного бизнеса в России и намечены пути их решения.

Следует отметить, что современные исследования данной тематики как зарубежных, так и отечественных ученых носят экологичную направленность. Так, А. Кхаре, А. Садачар [10] изучено поведение молодежи при покупке зеленой одежды, Э. А. Митиной [11] исследованы товарная и ценовая политика на рынке органической одежды с позиции ответственного потребления, Р. Ф. Каюмовой, А. А. Менязевой, Ю. М. Невольяни [12] рассмотрены перспективы развития модных брендов и препятствия, сдерживающие массовое внедрение экологичного производства модных изделий в России.

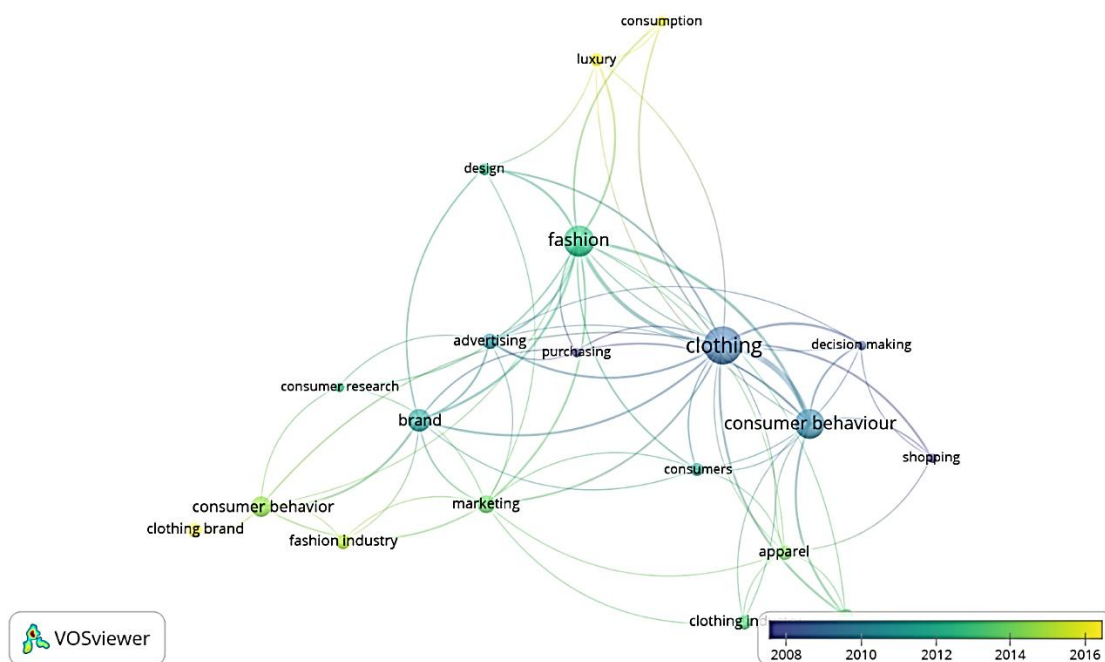


Рис. 1

Анализ генезиса научных исследований брендовой одежды позволил выявить в программе VOSviewer 5 тематических кластеров на основе 1839 слов, 57 из которых соответствуют заявленному порогу. На рис. 1 представлен график тегов, посвященных брендовой одежде, извлеченной из реферативной базы Scopus.

Из рисунка видно, что последние исследования, проведенные в 2016 г., имеют сетевую взаимосвязь в контексте модного дизайна и потребительского поведения при покупке брендовой одежды. В научной литературе существует значительный пробел в вопросах эффективности продвижения брендовой одежды. Развитие информационных и инновационных технологий в современных условиях является ключевым решением данной проблематики, что определило актуальность и направление нашего исследования.

Цель статьи – выявление особенностей продвижения брендовой одежды российских производителей через интернет с применением инновационных технологий и учетом потребительских предпочтений.

#### *Методика исследования*

Исследование было проведено в несколько этапов с применением традиционных и инновационных методов.

1. На первом этапе проведен опрос 240 респондентов на платформе Google Forms с целью выявления уровней лояльности потребителей к рекламным носителям российских брендов одежды. Полученные данные обработаны в программе SPSS 23.0.

2. На втором этапе в разрезе фокус-группы, состоящей из 20 испытуемых, с помощью сервиса онлайн трекинга Gazerecorder проведено нейрокогнитивное исследование с целью выявления бессознательной реакции потребителей к рекламным носителям.

3. На третьем этапе осуществлен контент-анализ с помощью сервиса Voyant Tools для выявления популярных запросов и встречаемости тегов, связанных с брендовой одеждой в сети Интернет.

4. На четвертом этапе разработан эталон рекламного носителя брендовой одежды с помощью графического редактора Figma.

5. На пятом этапе проведен контрольный опрос 190 респондентов на платформе stepFORM с целью выявления уровней удовлетворенности потребителей рекламным носителем российских брендов одежды, включая эталон, методом балльных оценок. Полученные данные обработаны в программе Vortex.10.

#### *Результаты и обсуждения*

В современных рыночных условиях перед отечественным фэшн-бизнесом стоит нелегкая задача создания и удержания собственных рыночных сегментов, борьба как на внутреннем, так и на международном конкурентном поле с компаниями, обладающими мощным арсеналом самых современных брендинговых технологий, что и обуславливает необходимость активизации научных и прикладных исследований в данном направлении. Сегодня российские бренды одежды нельзя рационально сравнивать с мировыми, поскольку они значительно проигрывают им по времени развития, маркетинговой деятельности, привлечению крупных материальных вложений, удачными PR-мерами и непосредственными путями популяризации бренда, позволяющими ему значительно быстрее оккупить себя. Однако нельзя сказать, что индустрия российской моды сегодня не может представить ни одного бренда после ухода большинства зарубежных компаний. Ключевую роль в развитии фэшн-индустрии играет успешное продвижение данной продукции и создание эффективных информационно-коммуникационных связей с потребителями.

В нашей работе проанализированы 10 рекламных носителей российских брендов одежды для выявления когнитивного и нейрокогнитивного отношения потребителей к ним. На рис. 2 представлен стимульный материал для исследования.

В рамках первого этапа с целью выявления уровней лояльности потребителей к рекламным носителям российских брендов одежды респондентам было предложено указать свой любимый цвет. Так, большинство опрошенных отдадут предпочтение черному (20%) и белому (18%) цветам. Фиолетовый цвет является любимым у 16%

испытываемых, зеленый – 12%, желтый – 11%, красный – 10%, синий – 9%. Значи-

тельно уступают в выборе цветовой гаммы голубой (7%) и оранжевый (3%).



Рис. 2

Далее необходимо было обозначить факторы, влияющие на степень привлекательности баннера, в результате чего было определено 7 ключевых детерминант: шрифт, цвет, изображение, слоган, информативность, узнаваемость, запоминаемость. Следующим шагом выступила оценка по 9-балльной шкале Лайкерта каждого фактора, соответствующего определенному баннеру, присвоив тем самым 1 балл – "полностью неудовлетворен", 9 баллов – "полностью удовлетворен".

В результате анализа полученных данных все респонденты были разделены на три группы: "критик", оценившие баннер в

1...3 балла, "нейтралы", оценившие баннер в 4...6 баллов, "сторонники", оценившие баннер в 7...9 баллов.

Расчет уровней лояльности осуществлен по формуле:

$$NPS = S - K, \quad (1)$$

где NPS – уровень лояльности потребителей к рекламному носителю, %; S – количество сторонников, %; K – количество критиков, %.

Результаты расчетных данных представлены в табл. 1.

Таблица 1

Факторы	Б 1	Б 2	Б 3	Б 4	Б 5	Б 6	Б 7	Б 8	Б 9	Б 10
Шрифт	-44	26	-6	18	-50	8	-6	-41	-2	-52
Цвет	-38	29	13	18	-44	3	-6	-49	14	-60
Изображение	-29	18	8	-11	-42	-2	-28	-53	4	-62
Слоган	-51	1	-1	-4	-44	-42	-29	-58	-17	-59
Информация	-31	7	7	-27	-50	-57	-15	-59	2	-44
Узнаваемость	-14	4	-14	-23	-35	-5	-20	-51	-13	-27
Запоминаемость	-40	9	-11	-29	-47	-15	-38	-59	-15	-41
NPS	-35,3	13,4	-0,6	-8,3	-44,6	-15,7	-20,3	-52,9	-3,9	-49,3

Расчетные данные свидетельствуют о положительной лояльности потребителей к рекламному носителю "LOVE REPUBLIC", особенно отмечая шрифт и цветовую гамму баннера. Крайняя неудовлетворенность вы-

явлена к "ТВОЕ", в том числе к фактору "изображение".

В рамках второго исследовательского этапа была сформирована фокус-группа, состоящая из 20 испытуемых для выявле-

ния нейрокогнитивного восприятия рекламных носителей. Перед участниками стояла задача рассматривать баннеры в течение 20 с, в результате чего были построены тепловые карты с помощью сервиса

онлайн трекинга Gazerecorder (рис. 3), позволившие выявить расхождения между сознательными ответами, полученными на первом этапе исследования и бессознательными предпочтениями респондентов.

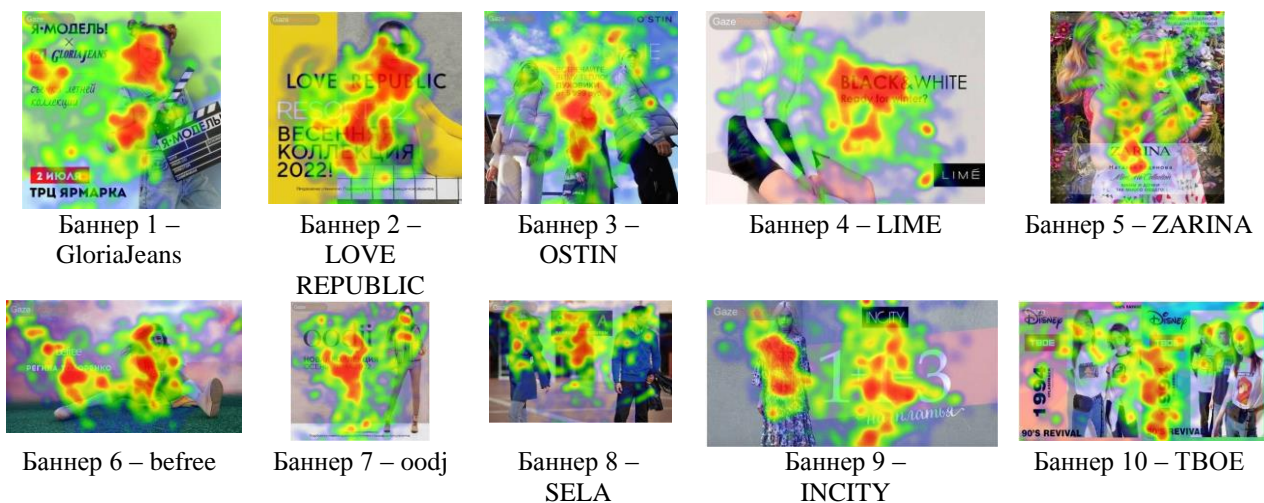


Рис. 3

Анализ тепловых карт позволил сформулировать основные тезисы, которые могут быть учтены при разработке рекламных носителей:

- текст привлекает внимание, если он выделен жирным шрифтом или заглавными буквами;
- потребители больше уделяют внимания центральной части рекламного носителя;
- основная информация должна быть расположена на одном уровне с изображением;
- изображение не должно быть перегруженным, рекомендованное количество моделей не более 2;
- потребители более лояльны к изображениям женщин, чем мужчин в рекламе одежды.

В рамках третьего этапа осуществлен контент-анализ с целью выявления популярных запросов и встречаемости тегов, связанных с брендовой одеждой в сети Интернет. В результате исследования обработан корпус, содержащий 95 слов и 81 уникальную словоформу. Плотность словарного запаса составила 0,853. Индекс удобочитаемости равен 27,712. Самыми часто

упоминаемыми словами являются: суперскидка, покупка, новинка, шопинг, цветовая (рис. 4).

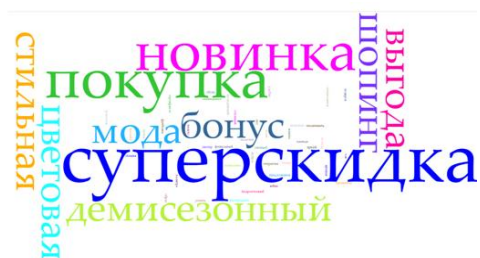


Рис. 4

В табл. 2 представлена корреляционная зависимость между тегами, т.е. самые выгодные комбинации словосочетаний.

Таблица 2

Тег 1	Тег 2	Показатель
новинка	шопинг	1,0
стильная	суперскидка	0,8
демсезонная	мода	0,6

Комбинация "новинка-шопинг" имеет наивысший показатель корреляции и составляет 1,0, "стильная-суперскидка" (0,8) и "демсезонная-мода" (0,6) – высокие значения.



Четвертый исследовательский этап нашей работы заключается в разработке эталонного рекламного носителя с учетом результатов, полученных ранее. Готовый вариант рекламного носителя представлен на рис. 5.

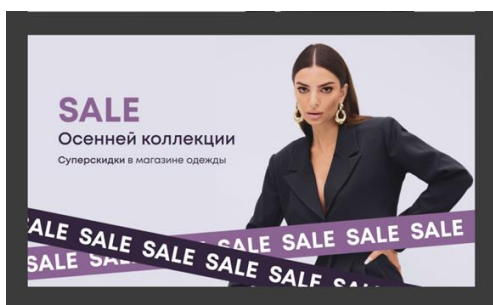


Рис. 5

При разработке баннера было учтено:

- преобладание черного, белого и фиолетового цветов, исходя из потребительских предпочтений респондентов;
- расположение информативной части в центре рекламного носителя согласно предпочтениям фокус-группы;
- яркий рекламный слоган с использованием тегов "магазин", "суперскидка" согласно результатам контент-анализа;
- слоган выделяется жирным шрифтом, изображение (модная стильная девушка) размещено на одном уровне с текстом (исходя из тепловых карт);
- шрифт из баннера, к которому выявлен наибольший уровень лояльности потребителей.

В рамках заключительного этапа с целью выявления уровня удовлетворенности потребителем рекламным носителем российских брендов одежды респондентам было предложено оценить каждый баннер по 7-балльной шкале, отметив 1 балл – "абсолютно неудовлетворен", 7 баллов – "полностью удовлетворен".

Расчет уровней удовлетворенности осуществлен по формуле:

$$CSat = \frac{S}{K} \cdot 10, \quad (2)$$

где CSat – уровень удовлетворенности потребителей рекламным носителем; S –

сумма всех баллов; K – количество респондентов; 10 – постоянное значение.

Результаты расчетных данных представлены на рис. 6.

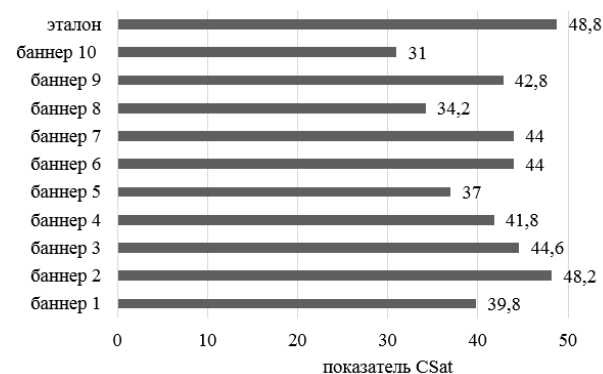


Рис. 6

Анализ результатов расчетных данных свидетельствует о том, что разработанный нами рекламный носитель с учетом выявленных потребительских предпочтений занимает лидирующие позиции по уровню удовлетворенности опрошенных и соответствует отметке 48,8, что на 0,6 ед. больше показателя по баннеру 2 (48,2), к которому на первом этапе исследования респонденты проявили наибольший уровень лояльности.

## ВЫВОДЫ

На основе проведенного исследования определены социально-технологические аспекты построения бренда, принципы его успешности, а также этапы разработки и развития с учетом возможностей российского рынка одежды. Установлено, что брендинг в сфере моды отличается особой спецификой, требующей применения имиджевых ценностей, конкуренции на уровне идей, эмоций и образов. Успех дизайнерского бренда в современном мире моды обеспечивает не только разработанная коллекция авторских продуктов одежды, но и атмосфера вокруг него при упорной тактике продвижения брендов с применением комплекса информационно-коммуникационных технологий. Удачная стратегия продвижения бренда требует проведения маркетинговых и нейромаркетинговых исследований, что позволит акцентировать

наиболее выгодные характеристики предлагаемого продукта, опередить конкурентов, положительно позиционировать бренд, обеспечить высокую активность продаж товаров бренда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Laird D.A. Critique of the Association Test as Applied to Advertising // Journal of Experimental Psychology. – 1923, № 6(5). P. 357...365.
2. Tait N. Profiles of three leading Singapore clothing companies: Ocean Sky, Sing Lun, and Unistar Goo-Way Sourcing // Textile Outlook International. – 2004, № 111. P. 136...159.
3. Tait N. Textiles and apparel in Bulgaria: Prospects for the industry following EU accession // Textile Outlook International. – 2007, № 128. P. 89...118.
4. De Coster J. Prospects for the textile and clothing industry in Egypt // Textile Outlook International. – 2004, № 113. P. 108...129.
5. De Coster J. Sourcing apparel from Kenya and Ethiopia // Textile Outlook International. – 2015, №173. P. 48...76.
6. Taylor G., Lo M.-T., Ling W.S. A study of the influence of brand strategies and promotion on Hong Kong fashion retail operations // International Journal of Clothing Science and Technology. – 1998, № 10(6). P.22...24.
7. Патахова И.А. Бренд и качество основа конкурентоспособности производителя на рынке молодежной одежды // Вопросы структуризации экономики. – 2009, №3. С.101.
8. Калуга М.С. Молодежные бренды одежды как агенты социализации // Научные труды Московского гуманитарного университета. – 2019, №5. С. 4.
9. Гуреев А. Швейный бизнес в России: основные проблемы и пути их решения // Директор по маркетинг и сбыту. – 2021, №4. С. 16...19.
10. Khare A., Sadachar A. Green apparel buying behaviour: A study on Indian youth //International Journal of Consumer Studies. – 2017, №41 (5). P. 558...569.
11. Митина Э.А. Ответственное потребление как фактор развития регионального рынка органической продукции // Изв. вузов. Технология текстильной продукции. – 2022, №5. С. 19...27.
12. Каюмова Р.Ф., Минязева А.А., Неволяни Ю.М. Настоящее и будущее экологических брендов одежды // Тенденции развития науки и образования. – 2022, №83-2.С. 14...17.

#### REFERENCES

1. Laird D.A. Critique of the Association Test as Applied to Advertising // Journal of Experimental Psychology. – 1923, No 6(5). P. 357...365.
2. Tait N. Profiles of three leading Singapore clothing companies: Ocean Sky, Sing Lun, and Unistar Goo-Way Sourcing // Textile Outlook International. – 2004, No 111. P. 136...159.
3. Tait N. Textiles and apparel in Bulgaria: Prospects for the industry following EU accession // Textile Outlook International. – 2007, No 128. P. 89...118.
4. De Coster J. Prospects for the textile and clothing industry in Egypt // Textile Outlook International. – 2004, No 113. P. 108...129.
5. De Coster J. Sourcing apparel from Kenya and Ethiopia // Textile Outlook International. – 2015, No 173. P. 48...76.
6. Taylor G., Lo M.-T., Ling W.S. A study of the influence of brand strategies and promotion on Hong Kong fashion retail operations // International Journal of Clothing Science and Technology. – 1998, No 10(6), P. 22...24.
7. Patakhova I.A. Brand and quality are the basis of the manufacturer's competitiveness in the youth clothing market. Issues of structuring the economy. – 2009, No. 3. P.101.
8. Kaluga M.S. Youth clothing brands as agents of socialization // Scientific works of the Moscow University for the Humanities. – 2019, No. 5. P. 4.
9. Gureev A. Sewing business in Russia: main problems and ways to solve them // Marketing and Sales Director. – 2021, No. 4. P. 16...19.
10. Khare A., Sadachar A. Green apparel buying behavior: A study on Indian youth // International Journal of Consumer Studies. – 2017, No. 41 (5). P. 558...569.
11. Mitina E.A. Responsible consumption as a factor in the development of the regional market for organic products // News of higher educational institutions. Technology of textile products. – 2022, No. 5 (401). P. 19...27.
12. Kayumova R.F., Minyazeva A.A., Nevoliani Yu.M. The present and future of eco-friendly clothing brands // Trends in the development of science and education. – 2022, No. 83-2. P. 14...17.

Рекомендована кафедрой маркетинга, торгового и таможенного дела. Поступила 19.12.22.

УДК 677:620.16

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_179

**РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
НА ОСНОВЕ "УМНЫХ" ТЕХНОЛОГИЙ**

**DEVELOPMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY  
BASED ON "SMART" TECHNOLOGIES**

*М.С. ОБОРИН, И.И. САВЕЛЬЕВ*

*M.S. OBORIN, I.I. SAVELEV*

(Пермский институт (филиал) Российского экономического университета  
имени Г.В. Плеханова,  
Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
Пермский государственный аграрно-технологический университет  
им. ак. Д.Н. Прянишникова,  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова)

(Perm Institute (branch) of the Plekhanov Russian University of Economics,  
Perm State National Research University,  
Pryanishnikov Perm State Agrarian and Technological University,  
Lomonosov Moscow State University)

E-mail: matvey\_uk@rambler.ru; sii-33@mail.ru

*Умные технологии и решения внедряются в различные виды экономической деятельности, обеспечивая резервы качества, оптимизации расходов и улучшение химико-физических свойств, ценных для потребителя. Текстильная промышленность активно внедряет инновационные методы при разработке тканей и волокон, которые обладают конкурентными преимуществами по сравнению с традиционной продукцией. За последние несколько десятков лет уровень текстильной промышленности достиг очень высокого прогресса. Это отражено в представленных разработках умных и интеллектуальных тканей, представляющих интеграцию научного и творческого опыта. Умный текстиль – это ткани, созданные с использованием новых материалов и технологий и имеющие более широкий спектр возможностей в сравнении с традиционными тканями. Основными видами умных материалов являются пассивные умные ткани; активный смарт текстиль; сверхразумный адаптивный текстиль. Методами производства интеллектуальных материй являются использование особой основы (оптоволокно, полимеры, металлы), внедрение наноструктур, датчиков, имплантов, сенсоров в ткань, комбинация нескольких элементов (вплетение проводов и т.п.). Интеллектуальные материалы способны коммуницировать, транс-*

*формироваться, проводить энергию, отталкивать грязь, взаимодействовать с внешней средой и так далее. Интеллектуальный текстиль можно использовать как в эстетических целях, так и для защиты человеческого организма и повышения его работоспособности. Умный текстиль не только собирает информацию, но и может реагировать на внешние раздражители или изменения окружающей среды.*

*Smart technologies and solutions are being implemented in various types of economic activity, providing reserves of quality, cost optimization and improvement of chemical and physical properties that are valuable to the consumer. The textile industry is actively introducing innovative methods in the development of fabrics and fibers that have competitive advantages over traditional products. Over the past few decades, the level of the textile industry has achieved very high progress. This is reflected in the presented developments of smart and intelligent fabrics representing the integration of scientific and creative experience. Smart textiles are fabrics created using new materials and technologies and have a wider range of possibilities in comparison with traditional fabrics. The main types of smart materials are passive smart fabrics; active smart textiles; superintelligent adaptive textiles. The methods of production of intelligent materials are the use of a special basis (fiber, polymers, metals), the introduction of nanostructures, sensors, implants, sensors into the fabric, a combination of several elements (interweaving wires, etc.). Intelligent materials are able to communicate, transform, conduct energy, repel dirt, interact with the external environment, and so on. Intelligent textiles can be used both for aesthetic purposes and for protection of the human body and for the improvement of its performance. Smart textiles is able not only to collect information, but can also respond to external stimuli or environmental changes.*

**Ключевые слова:** нанотехнологии, волокнистые материалы, интеллектуальные материи, смарт нити, полимеры, сенсорные волокна, текстильная промышленность.

**Keywords:** nanotechnology, fibrous materials, intelligent materials, smart threads, polymers, sensory fibers, textile industry.

### *Введение*

В настоящее время современный рынок предлагает разнообразный ассортимент инновационных тканей для пошива одежды высокого качества и удобства. Целью исследования является систематизация выделенных подходов, позволяющих получить умные материалы. Задачи исследования: 1) анализ подходов к получению умных материалов; 2) оценка опыта компаний в сфере производства умных материалов; 3) формирование классификационных критериев систематизации умных материалов на группы. Использование современных инновационных технологий в производстве материалов способствует получению тканей лучшего качества и свойств. Примером та-

кого современного производства является "Косметотекстиль", выпускающий умные ткани, обладающие коррекционным воздействием на человеческую кожу, выраженное в контроле запаха и косметическом эффекте [1].

В состав этих интеллектуальных и инновационных тканей входят капсулы, состоящие из тонкой оболочки полимера или другого материала, сферической или неправильной формы, размером 1 микрон, которые переносятся на тело, увлажняя, впитывая неприятные запахи, способствуя похудению и так далее [4]. Учитывая, что особый эффект нанокапсул достигается за счет тесного контакта с человеческим телом, можно отметить значительный потенциал



при производстве нижнего белья. Подобные технологии распространяются на производство колготок с функцией коррекции фигуры, спортивную продукцию, кожаную и джинсовую продукцию [5].

Большим спросом пользуется продукция современной инновационной промышленной компании Легион Optima 250 [8]. Продукцию этой компании отличает то, что в состав производимых тканей входят натуральные волокна, материал имеет высокий уровень воздухопроницаемости, оптимальную теплопроводность, полиэфирные волокна защищают от дождя, пыли, снега, грязи и выцветания на солнце. Одежда из тканей этой компании выдерживает многочисленные стирки и активный износ благодаря использованию особо прочной несмываемой защитной отделки [16].

Более того, современная одежда является промышленным продуктом и результатом научно-технического прогресса, что предопределяет на современном этапе развития текстильных производств усиление комплекса требований к продукции, выраженных в наличии эстетических характеристик, функциональных и производственных качеств, что, в свою очередь, повысит уровень конкурентоспособности продукции и жизненные стандарты качества [9].

В таких современных традициях развивает свое производство инновационных умных тканей американская фабрика Sensatex, разработавшая материи с встроенными электронными схемами [6]. Благодаря специальным технологиям, через особые датчики, интегрированные в тканевую структуру одежды, можно получить данные о состоянии здоровья человека, включая информацию о температуре тела человека, сердцебиении и даже настроении человека [3]. Разработки компании дошли до такого уровня, что датчики, встроенные в одежду определяют настроение носителя и при нестабильном эмоциональном состоянии, помогают ему справиться с напряжением. Подобная технология может быть использована, как на натуральных и синтетических тканях, что определяет их перспективное производство на новом рынке инновационных технологий.

Тем более, что современная умная одежда сегодня особенно интересна как часть развития разработок научных умов. Одной из таких инновационных разработок на основе инновационных умных материй является продукция текстильного производства Intelligent Textiles [11]. Компания разработала военную форму, состоящую из ткани, которая может проводить электричество, передавая как данные, так и электропитание через встроенные в ткань электропроводящие нити. Достоинством является функциональная стойкость и сохранность энергии при внешнем воздействии и трансформации [10]. Материалы компании обладают повышенной прочностью, через один небольшой аккумулятор, обеспечивается питание всех необходимых устройств военной формы [13].

В настоящее время многие отрасли текстильной промышленности объединили свои усилия в рамках развития интеллектуальных тканей с научными институтами на основе интеграции атомных и молекулярных процессов и их проецировании на материалы и волокна. Данное сотрудничество способствовало интеграции в ткани инновационных микроскопических объектов, улучшающих свойства материи по самым разным характеристикам высочайшего уровня.

#### *Результаты и обсуждения*

Материалы на основе умных инновационных технологий классифицируются на следующие типы в зависимости от их функциональных характеристик [2], [7], [15]:

- *пассивные* умные ткани подвержены только внешним влияниям, относятся к первоначальным разработкам;

- *активный* смарт текстиль способен противодействовать факторам внешнего влияния, представляют следующий уровень развития инновационного производства;

- *сверхразумный адаптивный* текстиль основан на высокотехнологичных дисциплинах, способен чувствовать внешнюю среду и соответственно реагировать на нее через саморегуляцию. На сегодняшний день данный уровень интеллектуальных тканей находится в стадии разработки.

Примером пассивных тканей являются смарт материи, способные изменять свою цветовую гамму при другом температурном режиме, работая, как датчики. Датчики пассивных материалов работают на основе элементов фотохрома, реагирующих на телодвижение, эту же роль в процессе может выполнять ультрафиолет.

Наибольшим спросом пользуются водонепроницаемые и термостойкие ткани, используемые как средство индивидуальной защиты от вредных и опасных факторов для здоровья сотрудника на рабочем месте. Примером могут служить ткани ноекс компании "Дюпон", которые отличаются характеристиками термостойкости и огнестойкости [12].

Материи производства Лорена Боукера основаны на мультисенсорных красках, свойства которых менять окраску при изменении температуры, влажности воздуха, атмосферных колебаний и световых факторов [14]. Под воздействием перечисленных факторов одежда, произведенная из такой ткани, меняет свой цвет. Дизайнером разработана коллекция, основанная на научном подходе в комплексе с творческим подходом. Автор при создании нового образа отталкивается от образа птиц, а именно структуры и окраски их оперения, перенося фактические знания на материю. Таким образом, на основе научных знаний орнитологии автор добился успехов в создании материалов, которые при изменении температурных условий меняют цвет от черного до самых разнообразных оттенков, подобно оперению птиц. Цветовая палитра тем временем напрямую зависит от времени года и воздушных колебаний. Авторская коллекция ручной работы верхней одежды скроена из кожаных листов, облегаящих фигуру, защищая ее таким образом.

Некоторые ткани могут восстанавливаться или менять свою форму. Примером может служить рубашка итальянского дизайнера Мауро Талиани, особенности которой восстанавливать свою форму менее чем за минуты, не требуя разглаживания, а также в изменении длины рукавов, при изменении температуры – при повышении

температуры воздуха рукава рубашки автоматически укорачиваются.

Чаще всего пассивные интеллектуальные материи используются в создании одежды со встроенными светодиодами. Первыми разработчиками светодиодных нитей были корейские ученые. На основе этих разработок было запущено производство современной умной одежды, представляющей, в свою очередь, компьютерное устройство в виде одежды.

Активные смарт ткани отличаются способностью как воспринимать раздражающие факторы внешней среды, так и реагировать на них. При внешних природных раздражителях мини-датчики, встроенные в ткань, выполняют определенные действия. К примеру, датчики терморегуляции при повышении оптимальной температуры воздуха способны создавать охлаждающий эффект и соответственно согревающий при низкой температуре. Одежда с такими датчиками впервые была разработана Национальным управлением по авиации и по большей части востребована космонавтами.

Так, немецкой компанией Novonic разработана технология самонагревающихся материалов, в структуру которых внесены тонкие нити, функционирующие от встроенного аккумулятора.

Компанией Outlast Technologies разработаны парафиновые капсулы с микросферами, которые можно встраивать непосредственно в нейлоновые или другие полиэфирные волокна. Такая материя отличается тем, что способна впитывать тепло при высокой температуре и генерировать его до пяти часов. Однако, данная технология нуждается в доработках, для того чтобы ее можно было непосредственно использовать в производстве согревающих материалов для создания одежды.

Отечественная компания "The Corp Jacket" разработала верхнюю одежду с многофункциональной системой, способной поддерживать заданную температуру. Зарядный аккумулятор, встроенный в специальную вешалку, заряжает одежду менее чем за минуту, сохраняя тепло в течение все-

го дня. И соответственно при высокой температуре ткань проявляет охлаждающий эффект. Отличительной характеристикой дизайнерского изделия является его тонкая структура и минимальный объем, что является фактором удобства и комфорта в эксплуатации продукции.

Текстильное предприятие "Arctic Heat" выпускает альтернативную верхнюю одежду, качественные характеристики которой направлены на эффект охлаждения. Принцип охлаждения в такой одежде действует следующим образом: верхняя одежда помещается в ледяную воду на несколько минут и далее эффект охлаждения сохраняется в течение 60 мин. В материю встроен специальный охлаждающий гель, поэтапно выделяющий холод, исходя от потребностей тела человека. Интеллектуальные нити и специальные вещества, интегрированные в ткань, способны самостоятельно самоочищаться и восстанавливаться. Одежда, обладающая такими характеристиками, пользуется сегодня большим спросом в медицинских организациях.

Сверхразумный адаптивный текстиль функционирует, сенсорно реагируя на факторы внешней среды на базе смарт технологий: сплавы с памятью формы, умные полимеры, интеллектуальные жидкости.

Британская текстильная компания "Cute Circuit" разработала сверхразумные ткани, которые способны транслировать сенсорные данные. Примером такого изобретения служит рубашка "Hug Shirt", передающая на расстоянии тепло и сердечный ритм, а также ощущение присутствия и объятий другого человека. Чтобы испытать данные ощущения, человеку нужно всего лишь прикоснуться ладонью к поверхности рубашки, представляющей сенсор, и получить их через транслятор – сенсорный телефон.

С учетом вышеизложенного предлагаем следующую классификацию смарт тканей (рис. 1), разработанную авторами.

Последний вид тканей является результатом высоких технологий и только формируется, хотя прогнозируется высокий рыночный спрос, обусловленный ожиданиями различных групп потребителей.

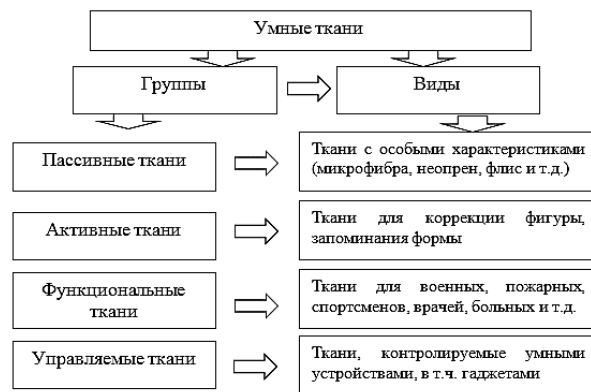


Рис. 1

## ВЫВОДЫ

Возможные направления дальнейшего распространения умных тканей – это опасные и сложные виды профессиональной деятельности, в процессе которых необходимо контролировать и сохранять физические и химические параметры человеческого тела. Инновационные текстильные технологии могут успешно использоваться в экстремальной медицине, сотрудниками чрезвычайных служб спасения, в горнодобывающих и сталелитейных производствах. Области наиболее широкого применения смарт материалов являются медицина, промышленность, военная сфера, спорт и фитнес. Результаты действия умных тканей при внешнем контроле запланированных результатов связаны не только с контролем параметров тела, например, при определенных видах заболеваний, но и осуществлении медикаментозного вмешательства (инсулиновой инъекции), что пока является разработкой. В спорте возможно накопление энергии и ее обмен с телом, мышцами, например, стопой при беге в специальных кроссовках. Рассматриваемые технологии пока не получили массового распространения, поскольку связаны с затратами и узкой областью применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкин А.В., Алексеева Н.С. Тенденции развития цифровой экономики на основе исследования наукометрических баз данных // Экономика и управление. – 2019, № 6 (164). С. 16...25.
2. Белицкая О.А., Фокина А.А., Рыкова Е.С., Максимова И.А., Конарева Ю.С. Влияние климатических параметров на трибоэлектрические свойства материа-

лов специальной обуви // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 5. С.48...53.

3. *Вертакова Ю.В.* Роль университетов в процессах цифровой трансформации экономики // Экономика и управление. – 2018, № 7 (153). С. 54...64.

4. *Гомелько Т.В., Бортник Ю.А., Овсянникова М.А.* Проблемы развития легкой промышленности в современной России // Экономика и управление. – 2020. Т.26. № 1 (171). С. 69...73.

5. *Еферин Я. Ю.* Роль стратегий в диверсификации экономики регионов: запланированное развитие против незапланированных результатов // Регионология. – 2021. Т. 29, № 2. С. 283...305.

6. *Ибрагимова Р.С., Головкин Д.С.* Оценка экономического потенциала текстильной и швейной промышленности на основе концепции Foresight // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. – 2018, № 4 (56). С.128...140.

7. *Инюцын А.Ю.* Умные технологии становятся доступнее для городов // Практика муниципального управления. – 2017, № 2. С. 46...55.

8. *Каляев И.А., Капустян С.Г.* Метод мультиагентного управления "умным" интернет-производством // Робототехника и техническая кибернетика. – 2018, № 1 (18). С. 34...48.

9. *Климанов В.В., Будаева К.В., Чернышева Н.А.* Промежуточные итоги стратегического планирования в регионах России // Экономическая политика. – 2017. Т. 12, № 5. С. 104...127.

10. *Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Мартинова Л.И.* Интеграция данных систем логического управления в "умное" производство на основе концепции Industry 4.0 // Автоматизация в промышленности. – 2018, № 5. С. 11...15.

11. *Костин Г.А., Упорова И.В.* Трансформация предпринимательской деятельности под влиянием цифровой экономики // Экономика и управление. – 2018, № 12 (158). С. 51...60.

12. *Лунев Н.А., Мингалеев Г.Ф., Трутнев В.В.* Организация цифрового производства на базе программно-аппаратного комплекса планирования и мониторинга производственных процессов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. Т. 73, № 3. С. 76...81.

13. *Пирогов Д.А., Маслов Л.Б., Клопова К.В.* Композиционные материалы на основе трехмерных тканых многослойных армирующих структур – конструкционные материалы настоящего и будущего // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 6. С.61...71.

14. *Рахматуллина Г.Р., Панкова Е.А.* Инновационные, экологически безопасные технологии получения высококачественных кож // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, № 1. С.192...196.

15. *Сучков М.А., Галимулина Ф.Ф.* Принципы управления криптоданными в рамках инновационного развития информационной среды предприятия // Наука и бизнес: пути развития. – 2020, № 5 (107). С. 152...154.

16. *Турлакова С.С.* Информационно-коммуникационные технологии развития "умных" производств // Экономика промышленности. – 2019, №1 (85). С. 101...122.

## REFERENCES

1. *Babkin A.V., Alekseeva N.S.* Trends in the development of the digital economy based on the study of scientometric databases // Ekonomika i upravlenie. – 2019. No. 6 (164). P. 16...25.

2. *Belickaya O.A., Fokina A.A., Rykova E.S., Maksimova I.A., Konareva YU.S.* Influence of climatic para-

meters on triboelectric properties of special footwear materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, No. 5. P. 48...53.

3. *Vertakova Yu.V.* The role of universities in the processes of digital transformation of the economy // Ekonomika i upravlenie, – 2018, No. 7 (153). P. 54...64.

4. *Gomelko T.V., Bortnik Yu.A., Ovsyannikova M.A.* Problems of development of light industry in modern Russia. Ekonomika i upravlenie, – 2020. Vol.26. No. 1 (171). P. 69...73.

5. *Eferin Ya. Yu.* The role of strategies in the diversification of the economy of regions: planned development against unplanned results // Regionologiya. – 2021. Vol. 29. No. 2. P. 283...305.

6. *Ibragimova R.S., Golovkin D.S.* Assessment of the economic potential of the textile and clothing industry based on the Foresight concept // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2018. No. 4 (56). P.128...140.

7. *Inyutsyn A.Yu.* Smart technologies are becoming more accessible for cities // Praktika municipal'nogo upravleniya. – 2017. No. 2. P. 46...55.

8. *Kalyaev I.A., Kapustyan S.G.* Method of multi-agent management of "smart" Internet production // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – 2018. No. 1 (18). P. 34...48.

9. *Klimanov V.V., Budaeva K.V., Chernysheva N.A.* Interim results of strategic planning in the regions of Russia Ekonomicheskaya politika. – 2017. Vol. 12. No. 5. P. 104...127.

10. *Kozak N.V., Nezhmetdinov R.A., Martinova L.I.* Integration of these logical control systems into "smart" production based on the concept of Industry 4.0 // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. – 2018. No. 5. P.11...15.

11. *Kostin G.A., Uporova I.V.* Transformation of entrepreneurial activity under the influence of the digital economy // Ekonomika i upravlenie. – 2018. No. 12 (158). P. 51...60.

12. *Lunev N.A., Mingaleev G.F., Trutnev V.V.* Organization of digital production on the basis of a hardware and software complex for planning and monitoring production processes // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva. – 2017. Vol. 73. No. 3. P. 76...81.

13. *Pirogov D.A., Maslov L.B., Klopova K.V.* Composite materials based on three-dimensional woven multilayer reinforcing structures - structural materials of the present and future // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021. No. 6. P. 61...71.

14. *Rahmatullina G.R., Pankova E.A.* Innovative, environmentally friendly technologies for obtaining high-quality leathers // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2022. No. 1. P. 192...196.

15. *Suchkov M.A., Galimulina F.F.* Principles of cryptographic data management in the framework of innovative development of the enterprise information environment // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. No.5 (107). P. 152...154.

16. *Turlakova S.S.* Information and communication technologies for the development of "smart" industries // Ekonomika promyshlennosti. – 2019. No. 1 (85). P.101...122.

Рекомендована кафедрой экономического анализа и статистики Пермского института (филиала) РЭУ имени Г.В. Плеханова. Поступила 19.01.23.

УДК 677; 93; 338.4

DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_1\_185

**ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕТРОСПЕКТИВА  
ФОРМИРОВАНИЯ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ  
В ХРОНОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСКУРСЕ XVIII – XIX ВВ.**

**HISTORICAL RETROSPECTIVE  
OF THE TEXTILE INDUSTRY MANUFACTORY PRODUCTION FORMATION  
IN THE CHRONOLOGICAL EXCURSION  
OF THE XVIII – XIX CENTURIES IN RUSSIA.**

*А.М. ГУБЕРНАТОРОВ<sup>1</sup>, С.В. КАШИРИН<sup>2</sup>, Л.А. ШМЕЛЕВА<sup>2</sup>, М.С. ЧИСТЯКОВ<sup>3</sup>*

*A.M. GUBERNATOROV, S.V. KASHIRIN, L.A. SHMELEVA, M.S. CHISTYAKOV*

*(<sup>1</sup>Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,  
<sup>2</sup> Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
<sup>3</sup>Российский университет кооперации (Владимирский филиал))*

*(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
Russian University of Cooperation (Vladimir branch))*

E-mail: gubernatorov.alexey@yandex.ru; SVKashirin@fa.ru; Lyashmeleva@fa.ru; m.s.chistyakov@ruc.su

*В хронологической ретроспективе исторической эпохи Петра I рассматривается развитие текстильной отрасли, родоначальницы капиталистических отношений в России, в формате мануфактурного производства. Авторы приводят феодальное и крепостное устройство Российской империи в качестве факторов ингибирования развития промышленного потенциала. Вместе с тем рассматриваются позитивные направления общероссийских тенденций, способствующие переходу от мелкотоварного формата домашнего производства к промышленным масштабам эволюционных преобразований в текстильной отрасли, вытеснением ручного крепостного труда механическим.*

*The chronological retrospective of the historical era of Peter the Great examines the development of the textile industry, the ancestor of capitalist relations in Russia, in the format of manufacturing. The authors cite the feudal and serf structure of the Russian Empire as factors inhibiting the development of industrial potential. At the same time, the positive trends of all-Russian trends are considered, contributing to the transition from the small-scale format of home production to the industrial scale of evolutionary transformations in the textile industry, the displacement of manual serf labor by the mechanical one.*

**Ключевые слова:** текстильная отрасль, мануфактуры, крепостничество, феодализм, механизация труда, условия труда.

**Keywords:** textile industry, manufactories, serfdom, feudalism, labor mechanization, working conditions.

Реформы Петра Великого (первая четверть XVIII века) характеризуются становлением мануфактурного текстильного производства, являющегося прототипом будущих капиталистических отношений в России. До этого продолжительный период текстильный производственный потенциал в России эволюционировал в условиях замкнутого натурального хозяйствования и преобладания домашних ремесел. Политические и экономические преобразования российского государства нивелировали феодальную раздробленность русских земель и сформировали централизованную государственность. Рост городского населения, расширение товарно-денежных отношений, развитие производства создали предпосылки трансформации натурального хозяйства в иную плоскость экономических отношений, основанную на денежно-кредитной политике. На данном экономическом и политическом фоне к середине XVI века начинает развиваться текстильное мануфактурное производство, пока имеющее формы мелкотоварного потенциала единичных заказов, постепенно переходящего на широкий рынок. Так, уже к XVII веку ремесленное производство удовлетворяло спрос на промышленную продукцию [15], что являлось предпосылкой для разделения труда в отрасли в формате мануфактурного производства, характеризующееся применением ручного труда.

XVIII век контрастирует становлением мануфактур в качестве крупного индустриального производства в контексте генерального направления промышленного развития Российской империи, в котором можно выделить три хронологически не разделенных этапа [9]. Становление казенных мануфактур знаменует начало первого этапа, отличительной особенностью которого являлось отсутствие свободного капитала. Убыточность производства и низкое качество продукции, предназначенной, в

основном для армии, свидетельствует о значительных трудностях производства данного периода. Форсирование создания казенных мануфактур в отсутствие рынка рабочей силы привело к острому ее дефициту. Обыденным стало прикрепление (приписка) к предприятиям казенного (государственного) крестьянства. Данная тенденция стала привычной для петровских времен в виде мобилизационного порядка привлечения широких масс зависимого населения – т.е. основанного на подневольном труде "приписных" крестьян. Мануфактуры, по сути, являлись крепостными, в которых труд равнялся с барщиной, обязательной повинностью того времени. Данную форму крепостной зависимости (посессионного крепостничества) ввел в оборот Петр I в 1721 году в целях развития промышленности в России. Царским указом предприятия наделялись правом выкупать крепостных с последующим прикреплением к мануфактуре. В случае продажи мануфактуры крепостные передавались новому владельцу вместе с производством. Вместе с тем, крепостная повинность тормозит развитие машинного производства в текстильной отрасли. Переводя производство на механический труд в посессионных мануфактурах, собственник не мог уволить крепостных работников, которые являлись его собственностью.

До перехода на механический ручной труд претерпевает операционное разделение производства [16].

Принудительная передача мануфактур с казенной юрисдикции в частные руки при вовлечении купеческого капитала представляет собой второй этап. Купечество в промышленное производство подчас вовлекается насильственно, часто под солдатским конвоем. Петр I капитал, не участвующий в экономическом развитии государства, объявляет тунеядным, подлежащим конфискации.

Третий этап – собственно купеческая инициатива. Мануфактуры характеризуются стабильным прибыльным производством востребованной продукции, в том числе за границей. В данном хронометраже все еще присутствует передача казенных предприятий частным лицам, но уже без "караульного надзора", а предпринимателям, наиболее успешным в своем деле. Государство задействует меры по привлечению частного капитала в отрасль, в том числе купечества, посредством предоставления различного рода преференций, земли, рабочей силы, ссуд и субсидий.

Таможенным уставом 1724 года государство предпринимает меры протекционизма – защита отечественного производства, в том числе текстильного, от чрезмерного конкурентного давления зарубежных производителей, что является инструментом поощрения развития промышленного потенциала. Вместе с тем правительство активно вмешивалось в производственный процесс.

Государственная значимость поддержки суконной промышленности для армейских нужд оказала значительную роль в становлении мануфактур. С 1712 года в поставках сукна для армии предпочтения отдавались отечественному производителю. Необходимость обеспечения военным обмундированием отечественного производства соответствует мерам государственной поддержки фабрик шерстяных тканей [5, с.30], с учетом возрастающего числа военных компаний в XVIII-XIX веках.

На первых мануфактурах петровской эпохи формируются первые признаки наемного труда, отличающегося определенной спецификой. Так, на срок найма наемный работник, по сути, терял свободу. Бегство с предприятия приравнивалось к бегству крепостного, каравшееся телесными наказаниями, иногда со смертельным исходом.

Часто за провинности солдатам и военнопленным в качестве наказания назначалась работа на текстильных мануфактурах. Действительно, труд на текстильном производстве той эпохи пагубно отражался на здоровье. К тяжелым условиям необходимо отнести продолжительность рабочего дня,

высокую влажность при повышенной температуре, шум работающих станков и вредные химические соединения.

Вольнонаемный труд катализирует промышленный переворот – быстрее всего в хлопчатобумажной отрасли. Все чаще используются паровые двигатели [10].

Кроме модернизации промышленного потенциала Петр I уделял внимание вопросам использования земель. Формирующемуся новому облику русского флота была необходима льняная и пеньковая ткань. 13 декабря 1715 года Указом Петра I расширяются посевы льна и конопли. Документ повелевал "размножить во всех губерниях льняные и пеньковые промыслы" [12].

Продолжением в начинании фундаментального развития текстильного производства в России явились указы дочери Петра I Елизаветы Петровны и Екатерины II, поощрявшие ремесла в крестьянской среде, в первую очередь – ткачество.

Период после Отечественной войны 1812 года ознаменовался бурным развитием текстильной промышленности в России. Главными центрами хлопчатобумажной промышленности после разграбления французскими войсками Москвы становятся Владимирская и Костромская губернии. Вторая четверть XIX века является хронологическим рубежом становления кластера московского текстиля [7]. Ткацкие предприятия используют новое сырье – хлопок, а также переходят на производство машинного формата – механические станки, в последующем на паровые двигатели. Входит в технологический процесс обработка химическими красителями.

С 1842 года разрешается экспорт из Англии прядильных машин, что стало активатором формирования крупных бумагопрядилен [7, с.49]. XIX век – период окончательного формирования российского капитализма и индустриализации, характерен неуклонной тенденцией роста текстильных мануфактур, наемный труд в которых являлся составной частью развития капиталистического производства [16]. Развиваются различные отрасли текстильной промышленности. Внутри мануфактур зарождается фабричная промышленность [15, с.282].

Развитию хлопчатобумажного производства способствовала сырьевая база, появившаяся после вхождения в 60-е годы XIX века в состав Российской империи Туркестанского края. Катализатором развития отечественного производства стало введение пошлин на привозной хлопок.

Промышленная революция 1830-1850 гг. отличается машинным производством, вытеснением ручного труда и переходом от мануфактур к фабричному производству, что способствовало формированию государственной позиции о невыгодности "приписного" труда, приведшая к мерам ограничительного характера, к принудительному труду на казенных мануфактурах. Все чаще привлекается наемный труд с производительностью гораздо выше, чем у крепостных работников [8, с.65]. К 1860 году в текстильной отрасли численность вольнонаемных составляет  $\frac{4}{5}$  от общего числа рабочих [10...12]. Несмотря на то, что рабочие стали вольнонаемными, отмена крепостного права значительно не повлияла на условия труда эксплуатируемых работников на текстильных предприятиях вопреки вмешательству государства. Появление крупных производств поспособствовало притоку в города из сельской местности рабочей силы и изменило социальный статус коренного населения. Однако уровень жизни рабочих остается низким. На период конца XIX века средняя продолжительность рабочего дня на предприятиях в России составлял 10...11,5 часов [2], в европейских государствах 8...10 часов [16].

В 1946 году Н.Л. Рубинштейн дает характеристику природе русской мануфактуре XVIII века [13], основанную на переломном моменте становления капиталистического уклада в России. Е.И. Заозерская выдвинула гипотезу о параллельном существовании как крепостных, так и капиталистических текстильных производств в первой половине XVIII века и позднее [6, с.12].

В 1807 году был установлен первый механический ткацкий станок на казенной Александровской хлопкопрядильной мануфактуре в Петербурге. Из столицы данная тенденция распространяется в Московскую губернию, далее в село Иваново [10, с.10].

Фабриканты Урусов в Москве и Посылин в Шуе Владимирской губернии одни из первых перешли на механизированное промышленное производство. В Шуе была организована первая механическая фабрика Попова. [15, с.282]. Механизация увеличила объем выпускаемых товаров в разы при снижении цены на продукцию. Бурное развитие химической науки привело к появлению новых нитей и тканей, что сказалось на качестве выпускаемых товаров. В данный период возрастает необходимость развития отсталого машиностроения, слабостью сырьевой базы (преобладает экспорт сырья), закрепления статуса работников в нормативно правовых актах, а также законодательное регулирование трудовых отношений.

В 30-50-е годы XIX века появляются первые отечественные текстильные машины. Изобретатель Р. Глинков создал прядильную механическую машину, работающую на водяном приводе. М. Иванов изобрел прядильно-чесальную машину с кольцевыми двигателями. Однако отметим, что российские изобретения крайне трудно проходили процедуру патентования. В то же время английские машины не облагались пошлиной, что создавало предпосылки для неравной конкуренции и вытеснения отечественных механизмов [9].

Машинное производство в текстильной отрасли расширило привлечение детского и женского труда. Так, к 1840 году на бумаго- и шерстопрядильных фабриках Москвы работали 3 тысячи детей. На Гусевской бумагопрядильной фабрике к середине 50-х годов XIX века из 893 рабочих большинство составляли женщины [10], [12]. С середины 1880-х годов привлечение женского труда стало возрастать. Женщины на текстильных мануфактурах трудились наравне с мужчинами по 15...17 часов в сутки. Были распространены ночные смены, запрещенные в Швейцарии и Англии [4]. Тяжелые условия труда стали одним из факторов формирования протестных движений и благоприятной средой прироста сторонников идей пролетариата и революционного духа смены самодержавия. Советская литература, посвященная трудовым конфлик-



там дореволюционной эпохи, часто оперирует обоснованностью требований трудящихся на несправедливость хозяев предприятий и жестокие меры наказаний, на тяжелые условия труда.

Уже к концу XIX века практически все текстильные производства Москвы были механизированы, что требовало высокого уровня профессиональной подготовки рабочих. При предприятиях организуются учебные заведения, в которых обучаются дети служащих, перенимающие опыт предыдущих поколений. К началу XX века, благодаря вечерним курсам рабочих, воскресным и фабричным школам, более половины (56 %) служащих Московской губернии были грамотными [2].

Определенную специфику в развитие отрасли внесла географическая локализация мануфактур. Предприятия отрасли размещались на территории Российской империи неравномерно – по большей части в европейской части страны, в бывших центрах кустарных промыслов во Владимирской [1], Московской, Петербургской, Тверской, губерниях [3, с.40]. Как и для XVIII века, для дореформенного промышленного потенциала первой половины XIX века характерно мелкое, в основном крестьянское, производство. Так, в 50-е годы XIX века обрабатывающая промышленность Российской империи производила продукцию на 550 млн руб., из них  $\frac{2}{3}$  (400 млн руб.) приходилось на крестьянские кустарные промыслы [10, с.8].

XIX век характеризуется бурным развитием ситцепечатного производства – как следствие борьбы русских промышленников за рынки Средней Азии, Китая, Персии, Турции. Производство данной продукции достигло высокого уровня благодаря успехам химии и крашения. Так, в 1842 году русский химик Н.И. Зинин получил анилин из каменного угля, что придало новые возможности в создании сопутствующих материалов – красок и протрав. К 1870 году в отрасли стали применять искусственный ализарин, анилиновые красители, позволившие качественно изменить цветовую палитру и расширить диапазон оттенков и сочетание колоритов [15, с.283].

К факторам, ингибирующим развитие текстильной отрасли, относились бюрократические проволочки. Предприниматель, имеющий иностранное подданство, проходил через последовательность длительных бюрократических процедур, дающих возможность регистрации в купеческой палате и получения статуса купца второй гильдии. Далее будущий фабрикант подавал прошение генерал-губернатору о рассмотрении проекта фабрики или завода, инициировавшее процедуру проверки благонадежности иностранного гражданина и степень готовности предприятия к производственному процессу. Положительное или отрицательное заключение выносилось на основании всех полученных разрешений (Министерства финансов, санитарного врача, архитектора и т.д.). После уплаты просителем государственной пошлины (в первом случае) выдавалось разрешение на производственную деятельность [11].

## ВЫВОДЫ

Текстильная отрасль Российской империи, ставшая родоначальником капиталистических отношений, прошла через несколько эволюционных стадий развития. Наряду с позитивными экономическими и технологическими эффектами существовали ингибирующие развитие пережитки феодального устройства. К таковым необходимо отнести крепостничество, надолго затормозившее процесс формирования промышленного потенциала и прогрессивного класса буржуазии, потенциально способного вывести промышленное производство Российской империи в ряд высокотехнологичных государств Европы данной исторической эпохи.

Мануфактуры периода XVIII-XIX вв. представляли собой квинтэссенцию зачатков механического труда и низкой индустриализации, крепостных мануфактур и капиталистических отношений. Крепостничество тормозило развитие промышленного потенциала, а также свободное обращение рабочей силы в России. Рабочими в данный период, как правило, были государственные и помещичьи крестьяне, направ-

ленные на оброк, находившиеся в феодальной зависимости и оторванные от земледелия. С учетом сезонного прикрепления данной категории работников их квалификация уступала профессиональным рабочим, трудившимся постоянно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская Слобода. Историко-литературное художественное издание. – 2005.

2. Баранова Л.А. Положение фабрично-заводских рабочих Москвы в конце XIX - начале XX вв.: дис. 07.00.02. / Мос.гор.пед.ун-т. – М., 2011.

3. Бурденко Е.В. Влияние промышленной политики и районирования на развитие легкой промышленности в России. – М.: Издательство "Перо", 2015. ISBN 978-5-00086-914-7.

4. Быков А.Н. Фабричное законодательство и его развитие в России. – СПб., 1909.

5. Демкин А.В. Обрабатывающая промышленность в России в конце XVIII-начале XIX в. – М.: ИРИ РАН, 2008.

6. Заозерская Е.Н. К вопросу о развитии крупной промышленности России в XVIII в. // Вопросы истории. – 1947, № 12.

7. Золкин А.Л., Чистяков М.С. Об особенностях становления кластерной структуры в обзоре ретроспективного экскурса // Управленческий учет. – 2020, № 3. С. 46...50.

8. Кураев А.Н. Текстильная и легкая промышленность России от зарождения до наших дней. – М., 2003.

9. Кураев А.Н. Текстильные мануфактуры в России в эпоху Петра I // Сб. научн. тр. XIV Междунар. конф. и XII Междунар. конкурса научн. и научн.-метод. Работ: "Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности". – М.: ООО "Издательство "Экон-Информ", 2019. С.63...68.

10. Кураев А.Н. Текстильная промышленность в России в первой половине XIX века // Сб. научн. тр. XVI Междунар. конф., XIV Международного конкурса научных и научно-методических работ и VI конкурса Научного школьного сообщества "Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности". – М.: ООО "Издательство "Экон-Информ", 2020. С. 8...12.

11. Мельниченко О.Б. Французские текстильные предприниматели: становление и развитие производства в России и причины отъезда из Франции (вторая половина XIX-начало XX вв.) // Экономическая история: ежегодник. – 2017. Том 2016-17. С.124...139.

12. Полное собрание законов Российской империи. Собрание Первое. Том V. 1713-1719. – СПб., 1830.

13. Рубинштейн Н.Л. Крепостное хозяйство и зарождение капиталистических отношений в XVIII в. // Ученые записки Московского университета. – М., 1946. Вып. 87.

14. Смоленская О.А. Труд женщин и несовершеннолетних в промышленности во второй половине XIX века в России // Сб. мат. VI заочной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова: Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 221...233.

15. Танышина З.А. История возникновения текстильной мануфактуры в России // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. – 2008, № 5. С. 281...283.

16. Титова Л.О. Текстильные мануфактуры как элемент культурного ландшафта города // Тр. МАРХИ: мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Наука, образование и экспериментальное проектирование. – М.: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2015. С. 310...313.

17. Феоктистова Е.В. Роль фабричного законодательства России второй половины XIX - начала XX вв. в регулировании труда рабочих текстильных предприятий // Вестник БИСТ. – 2009, № 3(3). С.101...111.

18. Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Задорнов К.С., Золкин А.Л., Исааков Г.С., Коршик Т.С., Капырин П.А., Крыгина И.Е., Курунов А.В., Нечаев Б.П., Оленева О.С., Першукова С.А., Политова Р.В., Шишкин П.А. Автоматизация систем управления предприятий легкой промышленности: отраслевой и региональный аспект. – Том 3. – М.: Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2021.

19. Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Кирсанова Е.А., Рамазанов И.А., Артемьев Н.В., Бузулуцкая М.В., Гарбузова Т.Г., Жагина И.Н., Золкин А.Л., Литвин Е.В., Нечаев Б.П., Сартаков М.В., Толкачева С.В., Шишкин П.А. Автоматизация систем управления предприятий кожевенно-обувной промышленности: товароведный, отраслевой и региональный аспект. – М.: Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2022.

#### REFERENCES

1. Alexandrovskaya Sloboda. Historical and literary art edition. – 2005.

2. Baranova L.A. The situation of factory workers in Moscow in the late XIX - early XX centuries: dis. 07.00.02. / Moscow City Pedagogical University - M., 2011.

3. Burdenko E.V. Influence of industrial policy and zoning on the development of light industry in Russia. – M.: Pero Publishing House, 2015. ISBN 978-5-00086-914-7.

4. Bykov A.N. Factory legislation and its development in Russia. - St. Petersburg, 1909.

5. Demkin A.V. Manufacturing industry in Russia in the late 18th - early 19th centuries. – M.: IRI RAN, 2008.

6. Zaozerskaya E.N. On the question of the development of large-scale industry in Russia in the 18th century. // Questions of history. – 1947, No. 12.
7. Zolkin A.L., Chistyakov M.S. On the features of the formation of a cluster structure in the review of a retrospective digression // Management Accounting. – 2020, No. 3. P. 46...50.
8. Kuraev A.N. Textile and light industry of Russia from its inception to the present day. Tutorial. – M., 2003.
9. Kuraev A.N. Textile manufactories in Russia in the era of Peter I // collection of scientific papers of the XIV International Conference and XII International Competition of scientific and scientific-methodical works "Modern information technologies in education, science and industry". - M.: LLC "Publishing house " Ekon-Inform ", 2019. C. 63...68.
10. Kuraev A.N. Textile industry in Russia in the first half of the 19th century // collection of scientific papers of the XVI International Conference, XIV International Competition of Scientific and Scientific-Methodological Works and VI Competition of the Scientific School Community "Modern Information Technologies in Education, Science and Industry". – M.: Ekon-Inform Publishing House LLC, 2020. P. 8...12.
11. Melnichenko O.B. French textile entrepreneurs: the formation and development of production in Russia and the reasons for leaving France (second half of the 19th – early 20th centuries) // Economic History: Yearbook. – 2017. Volume 2016-17. P. 124...139.
12. Complete collection of laws of the Russian Empire. Assembly First. Volume V. 1713-1719. – St. Petersburg, 1830.
13. Rubinstein N.L. Serfdom and the emergence of capitalist relations in the 18th century. // Scientific notes of Moscow University. – M., 1946. Issue 87.
14. Smolenskaya O.A. Labor of women and minors in industry in the second half of the 19th century in Russia // collection of materials of the VI correspondence scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of BSTU. V.G. Shukhov "Promoting the professional development of the personality and the employment of young professionals in modern conditions. " - Belgorod: BSTU im. V.G. Shukhova, 2014. P. 221...233.
15. Tanshina Z.A. The history of the emergence of textile manufactory in Russia // Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts. – 2008, No. 5. P. 281...283.
16. Titova L.O. Textile manufactories as an element of the cultural landscape of the city // Proceedings of the Moscow Architectural Institute: Materials of the International Scientific and Practical Conference "Science, Education and Experimental Design". - Moscow.: Moscow Institute of Architecture (State Academy), 2015. P. 310...313.
17. Feoktistova E.V. The role of factory legislation in Russia in the second half of the 19th - early 20th centuries. in the regulation of labor of workers of textile enterprises // Bulletin of BIST. – 2009, No. 3(3). P. 101...111.
18. V. V. Filatov, V. Yu. Mishakov, K. S. Zadornov, A. L. Zolkin, G. S. Isaakov, T. S. Korshik, P. A. Kapyrin, and I. E. Krygina, Kurunov A.V., Nechaev B.P., Oleneva O.S., Pershukova S.A., Politova R.V., Shishkin P.A. Automation of control systems of light industry enterprises: branch and regional aspect: monograph. - Volume 3. - M.: Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art), 2021.
19. V. V. Filatov, V. Yu. Mishakov, E. A. Kirsanova, I. A. Ramazanov, N. V. Artem'ev, M. V. Buzulutskaya, T. G. Garbuzova, and I. N. Zolkin A.L., Litvin E.V., Nechaev B.P., Sartakov M.V., Tolkacheva S.V., Shishkin P.A. Automation of control systems of enterprises of the leather and footwear industry: commodity research, branch and regional aspect: monograph. – M.: Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art), 2022.

Рекомендована кафедрой бизнес-информатики и экономики ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.  
Поступила 13.01.22.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ "УМНОЙ ОДЕЖДЫ "

### MODERN TRENDS AND PROSPECTS FOR THE USE OF "SMART CLOTHING "

*A.V. КРУГЛОВ, E.C. ТЕЛЕГИН, А.Ю. МАТРОХИН, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА*

*A.V. KRUGLOV, E.S. TELEGIN, A.YU. MATROKHIN, N.A. GRUZINTSEVA*

**(Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: mtsm@ivgpu.com

*В работе проведен анализ некоторых современных тенденций использования "умной одежды " в различных сферах жизнедеятельности человека. Стремительное развитие IT-технологий и элементной базы микроэлектроники позволяет трансформировать инновационные разработки в повседневную одежду, которая сможет выполнять функции кондиционирования, функции носимых медицинских приборов и функции иных электронных устройств ("гаджетов"). В статье рассмотрены и проанализированы основные направления развития "умной одежды ". В результате сделан вывод о необходимости развития российских научных исследований в инновационной области "умная одежда ".*

*The article analyzes some current trends in the use of "smart clothes " in various spheres of human activity. The rapid development of IT technologies and the element base of microelectronics makes it possible to transform innovative developments into everyday clothing capable of performing the functions of air conditioning, the functions of wearable medical devices and the functions of other electronic devices ("gadgets"). The article both deals with and analyzes the main directions of "smart clothes" development. As a result, the authors conclude that it is necessary to develop Russian scientific research in the innovative field of "smart clothing".*

**Ключевые слова:** IT-технологии, инновации, умная одежда, одежда-кондиционер, одежда-гаджет, одежда-медицинский прибор, производитель.

**Keywords:** IT technology, innovation, smart clothes, air conditioner clothes, gadget clothes, medical device clothes, manufacturer.

#### *Введение*

В настоящее время при разработке "умной одежды " особую актуальность приобретает использование высокотехнологичных решений, относящихся к сфере микроэлектроники и IT-технологий. Если традиционная одежда, создаваемая из соответствующих материалов, обеспечивает пользователю базовые характеристики комфорта (защита, самоидентификация), то

сейчас спектр комфортных условий расширяется с учетом потребностей технических систем типа "человек – информация – машина " [1]. Таким образом, функциональность "умной одежды" должна быть сопоставимой с электронными устройствами ("гаджетами"), которые человек использует в повседневной жизни, в том числе работающими в современной информационной среде. Устойчивые позиции в современном

ассортименте "умной одежды" начинают занимать изделия, изготавливаемые с применением электронной ткани (e-textile) и мягкой электроники (soft-electronics) [2...4].

#### Методы (направления) исследования

С точки зрения развития сегментов e-textile и soft-electronics у "умной одежды" очень широкие перспективы, так как одежда, как носитель устройств, имеет ряд преимуществ: во-первых, у нее большая площадь поверхности, на которой можно распределить множество генерирующих/потребляющих элементов, имеющих значительную мощность; во-вторых, она может плотно прилегать к телу (отдельным участкам тела) человека, что позволит отслеживать доступные медицинские параметры человеческого тела или оказывать на него заданное воздействие [5], [6].

В настоящее время, разработкой "умной одежды" занимаются ведущие мировые университеты (Eland Stanford Junior University, Massachusetts Institute of Technology и др.) и крупнейшие IT-компании (Apple, Google, Lenovo, Samsung и др.). Динамика развития применения инновационных технологий в разработке умной одежды с конца XX века представлена на рис 1.

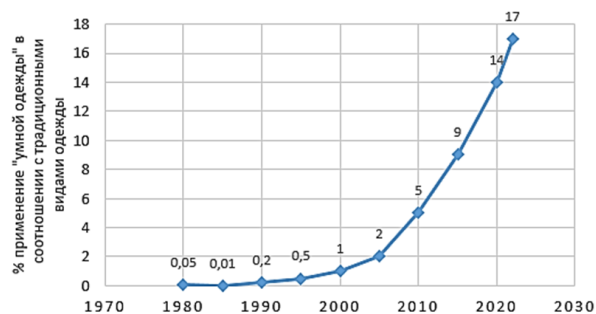


Рис. 1

Отдельные направления развития инновационной одежды, востребованные в различных видах жизнедеятельности человека, представлены на рис. 2.



Рис. 2

#### Результаты и их обсуждение

На данном этапе исследования проведен анализ трех направлений развития "умной одежды". В табл. 1 представлен анализ направления "одежда-кондиционер" [7], [8].

Т а б л и ц а 1

Наименование "одежда-кондиционер"	Основные параметры	Характеристика параметра	Производитель
"HOT" - одежда, сохраняющая тепло и нагревающая поверхность тела человека	Использование специальных материалов с разным коэффициентом теплопроводности	- обогрев тела человека собственным теплом; - чем меньше коэффициент теплопроводности утеплителя, тем теплее одежда при разных температурных режимах	Широкое использование в странах с разными климатическими зонами
	Применение углеродных волокон	- вшитое в одежду углеродное волокно или пластина с карбоновым напылением, которое при подаче тока испускает слабое инфракрасное излучение	Kickstarter (USA)
"COOL" - одежда, охлаждающая поверхность тела человека	Использование системы пор на основе пористого полиэтилена	- полусинтетическая ткань (нанопористый полиэтилен), пронизанная порами диаметром от 50 до 1000 нанометров, которая позволяет лучше рассеивает тепло человеческого тела, задерживает солнечное излучение и способна оказывать охлаждающий эффект	Eland Stanford Junior University (USA)

	Применение технологий, основанных на использовании полых, гибких фреоно-проводящих волокон и холодильной схемы в одежде	- полые гибкие износостойкие синтетические волокна, которые применяются в качестве фреоно-проводов, для восстановления системы охлаждения в одежде	Southeast University (China) (в стадии разработки)
"FAN " – одежда, оснащенная системой вентиляции	Внедрение технологий с использованием системы вентиляции в одежде	- обеспечение вентиляции тела за счет использования мини-вентиляторов	Kuchofuku (Japan)
"DRY " – одежда, имеющая режим высушивания	Применение технологий с использованием инновационного способа высушивания одежды	- поглощение пота человека и выведение его наружу с помощью гидрофильных и гидрофобных волокон	Polartec® Delta™ (USA)

При стремительном развитии IT-технологий все большую популярность в современном мире набирает одежда со

встроенными мобильными устройствами типа "одежда-гаджет " [9], [10].

Т а б л и ц а 2

Наименование "одежда-гаджет "	Основные параметры	Характеристика параметра	Производитель
"Гаджет " - одежда, имеющая функции смартфона, с возможностью связи, осуществляя возможность умного устройства	Применение технологий смартфона в одежде с возможностью всех видов телекоммуникаций	- поддержка сенсорного ввода, встроенного в одежду, через который можно управлять различными приложениями электронных устройств	Google и Levi's (USA)
	Одежда - самостоятельное цифровое устройство с возможностью визуализации	-материал, содержащий "проводящие " и "изоляционные " волокна	Apple (USA) (в стадии разработки)

В свете развития персонализированной медицины востребованной является одежда, которая позволяет контролировать, фиксировать и передавать в информационную среду основные параметры и показатели здоровья человеческого тела за счет

встроенных в нее датчиков и контрольных приборов [11]. Основные характеристики параметров направления "одежда-медицинский прибор " представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование "одежда-медицинский прибор "	Основные параметры	Характеристика параметра	Производитель
"Медицинский прибор " - одежда, имеющая функции медицинского прибора, с возможностью контроля параметров человеческого тела	Применение функций различных медицинских приборов в одежде	- контроль частоты сокращения сердечной мышцы; - длительная регистрация ЭКГ; - контроль артериального давления	Jiangsu University совместно с Lenovo (China)

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что "умная одежда " обладает функциональными возможностями, которые позво-

лят человеку более рационально и содержательно осуществлять свою деятельность в различных условиях. Также следует отметить, что анализ научных исследований в области "умной одежды " показал недоста-

точность проработки данного направления в российском научном секторе и актуальность его активизации на основе передового мирового уровня.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 43.0.2-2006. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Термины и определения.

2. Aage T., Belussi F. From Fashion to Design: Creative Networks in Industrial Districts // *Industry & Innovation*. – 2008. Vol. 15 (5). P. 475...491.

3. Макаров Б.П., Шаблыгин М.В., Михайлова М.П., Матрохин А.Ю. A Method for Producing Nonwoven Fabric Based on Arselon Fiber for Filtration of Air Mixtures // *Fibre Chemistry*. – 2020. V. 51. № 6. P. 437...439

4. Pantzar M., Shove E. Understanding innovation in practice: a discussion of the production and re-production of Nordic Walking // *Technology Analysis & Strategic Management*. – 2010. Vol. 22 (4). P.447...461.

5. Черунова И.В., Лесникова Т.Ю. Физико-биологические условия для проектирования защитной одежды от охлаждения человека на воздухе и в воде // *Инженерный вестник Дона*. – 2017, №3 (46). С. 78.

6. Seymour S. Fashionable technology: The intersection of design, fashion, science, and technology. N.Y.: SpringerViennaArchitecture, – 2008.

7. Махоткина Л.Ю., Голованева А.В., Голованева О.И. Проектирование одежды из современных полимерных материалов на основе анализа физиологических особенностей человека // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2014. Т.17, № 6. С. 98...100.

8. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Меркулова А.В. Развитие технологических решений для теплозащитной одежды // *Современные наукоемкие технологии*. – 2013. № 8-1. С. 34...36.

9. Коробов Н.А., Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н. Построение методики цифрового исследования неравномерности по поверхностной плотности нетканых материалов // *Технологии и качество*. – 2021, №2(52). С. 5...10.

10. Киселёв Н.В., Киселев М.В., Балашов А.Б., Голубев С.Е. Теоретический расчет объемного заполнения 3D-тканей углеродными нитями с использованием воксельного подхода к их проектированию / *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2021, №6. С. 237...241

11. Гусева М.А., Костылева В.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Литвин Е.В., Гусев И.Д. Цифровизация в инклюзивной антропометрии // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2023, №6. С. 154...161.

#### REFERENCES

1. GOST R 43.0.2-2006. Informational ensuring of equipment and operational activity. Terms and definitions.

2. Aage T., Belussi F. From Fashion to Design: Creative Networks in Industrial Districts // *Industry & Innovation*. 2008. Vol. 15 (5). Pp. 475–491.

3. Макаров Б.П., Шаблыгин М.В., Михайлова М.П., Матрохин А.Ю. A Method for Producing Nonwoven Fabric Based on Arselon Fiber for Filtration of Air Mixtures // *Fibre Chemistry*. 2020. T. 51. № 6. P.437...439

4. Pantzar M., Shove E. Understanding innovation in practice: a discussion of the production and re-production of Nordic Walking // *Technology Analysis & Strategic Management*. – 2010. Vol. 22 (4). P.447...461.

5. Cherunova I.V., Lesnikova T.Yu. Physico-biological conditions for the design of protective clothing against human cooling in air and water // *Engineering Bulletin of the Don*. – 2017. No. 3 (46). P. 78.

6. Seymour S. Fashionable technology: The intersection of design, fashion, science, and technology. N.Y.: SpringerViennaArchitecture, 2008.

7. Makhotkina L.Yu., Golovaneva A.V., Golovaneva O.I. Designing clothes from modern polymeric materials based on the analysis of human physiological characteristics // *Bulletin of the Kazan Technological University*. – 2014. V. 17. No. 6. P. 98...100.

8. Cherunova I.V., Stefanova E.B., Merkulova A.V. Development of technological solutions for heat-protective clothing // *Modern science-intensive technologies*. – 2013, No. 8-1. P. 34...36.

9. Korobov N.A., Lysova M.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Construction of a digital study technique for the non-uniformity of the surface density of nonwoven materials // *Technologies and Quality*. – 2021, No.2(52). P. 5....10.

10. Kiselev N.V., Kiselev M.V., Balashov A.B., Golubev S.E. Theoretical calculation of volumetric filling of 3D fabrics with carbon threads using a voxel approach to their design // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2021, № 6. P. 237...241.

11. Guseva M.A., Kostyleva V.V., Petrosova I.A., Andreeva E.G., Litvin E.V., Gusev I.D. Digitalization in inclusive anthropometry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2023, №6. P. 154...161.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, метрологии и стандартизации. Поступила 13.01.23.

**К ЮБИЛЕЮ ПРОФЕССОРА  
АЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВИЧА КИСЕЛЕВА****ON THE ANNIVERSARY  
OF PROFESSOR ALEXANDER MIKHAILOVICH KISELEV**

15 февраля 2023 года исполнилось 75 лет со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, Заслуженного профессора Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна Александра Михайловича Киселева.

А.М. Киселев получил высшее образование в ЛИТЛП им. С. М. Кирова по специальности "Химическая технология и оборудование отделочного производства" с присвоением квалификации инженера химика-технолога в 1971 году и по настоящее время работает в СПбГУПТД, пройдя путь от младшего научного сотрудника до профессора, заведующего кафедрой химической технологии и дизайна текстиля, которую он возглавлял с 1999 по 2017 гг. Более 50 лет напряженной, добросовестной работы обеспечили Александру Михайловичу уважение и признание коллег в нашей стране и за ее пределами.

Высокий научный потенциал профессора А. М. Киселева позволил ему подготовить 5 докторов и более 20 кандидатов технических наук, сотни инженеров, бакалавров и магистров по перспективным направлениям обучения в системе высшего образования.



Основные научные идеи и технологические разработки, выполненные под руководством проф. А.М. Киселева, изложены в 25 монографиях и учебных пособиях (в том числе, "Основы пенной технологии отделки текстильных материалов", "Методы исследования обработки экспериментальных результатов", "Применение наноразмерных систем для модификации и улучшения качества текстильных материалов"), в совместных изданиях с ведущими вузами России и зарубежья ("Теоретические основы отделки волокнистых материалов" с коллегами Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, "Специальный текстиль" с коллегами Ивановского государственного политехнического университета), в более 400 научных трудах, 27 авторских свидетельствах СССР и патентах РФ.

Профессором А.М. Киселевым на базе созданного им в 2003 году учебно-научно-инновационного комплекса "Текстиль: цвет и дизайн" сформировалась Санкт-Петербургская научная школа химиков-текстильщиков и колористов в области теоретических и прикладных знаний, применяемых для разработки ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий, в том числе, хемо-, био- и нанотехнологических процессов для создания "ум-



ного" текстиля, что нашло отражение в формировании стратегического проекта в рамках программы "Приоритет 2030".

В настоящее время большое внимание проф. А.М. Киселев отдает подготовке кадров высшей квалификации, являясь членом двух специализированных советов по защита диссертаций, редколлегии журналов "Технология текстильной промышленности" и "Технология легкой промышленности". Он является членом нанотехнологической секции Союза научных и инженерных обществ России. Поддерживая многолетние профессиональные и дружеские связи с научными школами родственных вузов и кафедр, проф. А.М. Киселев принимает активное участие в организации и проведении конференций, симпозиумов и семинаров, оппонировании диссертаций, подготовке рецензий и отзывов на статьи и научно-методические издания.

Многогранная научно-педагогическая деятельность проф. А.М. Киселева отмечена почетными званиями и наградами, среди которых знак "Изобретатель СССР", медаль "За заслуги перед институтом". В 2008 году А. М. Киселеву присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки РФ", а в 2019 году – "Заслуженный профессор СПбГУПТД".

Высокий уровень профессионализма, широкая эрудиция и всесторонняя одаренность в сочетании с личной скромностью и порядочностью, желанием помочь коллегам и начинающим ученым снискали проф. А.М. Киселеву уважение со стороны научно-педагогической общественности и товарищей по работе.

Сердечно поздравляем Александра Михайловича с Юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов и благополучия!

**Кафедра химических технологий  
им. Проф. А.А. Хархарова  
СПбГУПТД**

**Редколлегия и редакция журнала «Известия вузов. Технология текстильной промышленности»**

СОДЕРЖАНИЕ

Обзорные статьи

<i>Маммадова Н.О., Мусаева В.Г., Нейматова Ю.В., Джафарова А.М.</i> Улучшение эффективности текстильных материалов в верхней одежде с использованием наукоемких технологий .....	5
--	---

**Экономика, управление и организация производства**

<i>Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Коршик Т.С., Ксенофонтова Х.З., Гордеева Т.А., Дубоносова Е.А.</i> Современные проблемы управления изменениями в проекте стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года .....	12
<i>Воронова Е.Ю., Векшина А.А.</i> Синергетический подход применения методологии бережливого производства в минимизации непроизводственных затрат .....	22
<i>Лысова М.А., Олимпченко Н.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.</i> Построение методики оценки результативности системы менеджмента качества предприятия по производству геотекстильных полотен ....	32
<i>Ползунова Н.Н.</i> Цифровые технологии в деятельности предприятий текстильной промышленности и эффективность их применения .....	40
<i>Оборин М.С.</i> Влияние государственной поддержки на устойчивость текстильной промышленности регионов в текущих макроэкономических условиях .....	44
<i>Лаврова Г.Н., Привезенцев Р.Н.</i> Продвижение туристского продукта, созданного на базе текстильных предприятий, путем применения интернет-технологий .....	50
<i>Ловкова Е.С., Каищына Т.Н., Гончаров А.В., Соколов И.В.</i> Применение гибких подходов в управлении проектами текстильной промышленности .....	54
<i>Ларионов В.Г., Шереметьева Е.Н., Балановская А.В.</i> Технологические инновации и формат стартапов в текстильной промышленности .....	60

**Материаловедение**

<i>Скобова Н.В., Ясинская Н.Н.</i> Оценка функциональных свойств модифицированных полиэфирных нитей и текстильных материалов из них .....	69
<i>Кащеев О.В., Шустов Ю.С.</i> Влияние величины относительной нагрузки и влажности на одноцикловые характеристики хлопчатобумажной пряжи .....	76
<i>Сташева М.А., Гусев Б.Н.</i> Установление несоответствия маркировки швейных ниток при реализации их потребителям .....	79
<i>Леденева И.Н., Кирсанова Е.А., Севостьянов П.А., Белгородский В.С.</i> Особенности диссипации энергии деформации в валяльно-войлочном материале .....	84

**Первичная обработка. Прядение**

<i>Рудовский П.Н., Белова И.С., Сахарова Н.С.</i> Исследование поперечного сечения продукта прядения .....	91
<i>Матисмаилов С.Л., Таишулатов С.Ш., Норбоева Р.Х., Плеханов А.Ф., Перишуква С.А., Кузякова С.В.</i> Исследование показателей качества пряжи двойного кручения из стренг различных линейных плотностей и способов прядения .....	97

**Технология текстильных изделий**

<i>Юсупова Н.Б., Хамраева С.А., Емжанов А.А., Езиева М.М., Доскараева Ж.Е., Мухамедин В.М.</i> Создание двухслойной ткани костюма с определенной поверхностной плотностью .....	104
---	-----

**Швейное производство**

<i>Каюмова Р.Ф., Невояли Ю.М.</i> Пути использования текстильных отходов на примере межлекальных выпадов .....	108
--	-----

**Текстильные машины и агрегаты**

<i>Абдугаффаров Х.Ж., Муродов О.Ж.</i> О подшипниках скольжения на древесной основе для хлопкоочистительных машин .....	114
<i>Ахмедов М.Х., Туйчиев Т.О., Плеханов А.Ф.</i> Анализ движения летучки в зоне между сырцовым валком и гарнитурой пильного цилиндра при действии переменной контактной силы .....	120

**Автоматизация и информационные технологии**

<i>Хосровян И.Г., Родионов С.А., Жукова А.А., Хосровян Г.А.</i> Математическое моделирование процесса разрыхления волокнистой массы в зоне колосниковой решетки на разработанном оборудовании .....	127
---	-----

<i>Гречухин А.П., Хабибуллоев А., Рудовский П.Н., Старинец И.В., Куликов А.В.</i> Методика 3D-моделирования трехмерных ортогональных тканей .....	133
---	-----

### **Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика**

<i>Кондратенко Л.А., Миронова Л.И., Дмитриев В.Г., Хейло С.В.</i> Повышение долговечности коллекторов подогревателей воздуха для заводов по термической переработке отходов нового поколения .....	139
<i>Федосов С.В., Гринченко Б.Б., Баканов М.О., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С.</i> Прогнозирование оперативно-тактических мероприятий при тушении пожаров текстильных предприятий на основе линейно-корреляционной модели .....	145
<i>Римшин В.И., Трунтов П.С.</i> Этапы технического обследования здания текстильной промышленности .....	153

### **Техническая эстетика и дизайн**

<i>Сахарова Н.А., Кузьмичев В.Е.</i> Историко-цифровая символика в одежде для популяризации нематериального наследия Ивановской области .....	159
<i>Борисова Е.А.</i> Использование традиций елецкого кружевоплетения при разработке современной женской одежды .....	165
<i>Митина Э.А., Потапова А.Д.</i> Продвижение российских брендов одежды посредством инновационных информационно-коммуникационных технологий .....	171

### **Передовые производственные технологии**

<i>Оборин М.С., Савельев И.И.</i> Развитие текстильной промышленности на основе "умных" технологий .....	179
--	-----

### **Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения**

<i>Губернаторов А.М., Каширин С.В., Шмелева Л.А., Чистяков М.С.</i> Историческая ретроспектива формирования мануфактурного производства текстильной промышленности России в хронологическом экскурсе XVIII – XIX вв. ....	185
<i>Круглов А.В., Телегин Е.С., Матрохин А.Ю., Грузинцева Н.А.</i> Современные тенденции и перспективы использования "умной одежды" .....	192
К Юбилею профессора Александра Михайловича Киселева .....	196

## **CONTENTS**

### **Review articles**

<i>Mammadova N.O., Musaeva V.G., Neimatova U.V., Jafarova A.M.</i> Knowledge-Intensive Technologies to Improve the Performance of Textile Materials in Outerwear .....	5
--	---

### **Economics and Production Planning**

<i>Filatov V.V., Mishakov V.Yu., Korshik T.S., Ksenofontova Kh.Z., Gordeeva T.A., Dubonosova E.A.</i> Modern Problems of Change Management in the Draft Strategy for the Development of Light Industry in the Russian Federation for the Period up to 2025 .....	12
<i>Voronova E.Yu., Vekshina A.A.</i> A Synergistic Approach to the Use of Lean Manufacturing Technologies in Minimizing Non-Production Costs .....	22
<i>Lysova M.A., Onipchenko N.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N.</i> Creating a Methodology for Assessing the Performance of the Quality Management System of an Enterprise for the Production of Geotextile Fabrics .....	32
<i>Polzunova N.N.</i> Digital Technologies in the Activities of the Textile Enterprises and the Efficiency of their Application .....	40
<i>Oborin M.S.</i> The Impact of State Support on the Sustainability of the Textile Industry of the Regions in the Current Macroeconomic Conditions .....	44
<i>Lavrova G.N., Prevesenzev R.N.</i> Promotion of a Tourist Product Created on the Basis of Textile Enterprises by Using Internet Technologies .....	50
<i>Lovkova E.S., Kashitsina T.N., Goncharov A.V., Sokolov I.V.</i> Applying of Flexible Approaches to Project Management in the Textile Industry .....	54
<i>Larionov V.G., Sheremetyeva E.N., Balanovskaya A.V.</i> Technological Innovations and Format of Startups in the Textile Industry .....	60

### **Materials**

<i>Skobova N.V., Yasinskaya N.N.</i> Evaluation of the Modified Polyester Yarns' Functional Properties and Textile Materials Made from Them .....	69
<i>Kashcheev O.V., Shustov Yu.S.</i> Effect of Relative Load and Humidity on Single Cycle Characteristics of Cotton Yarn .....	76
<i>Stasheva M.A., Gusev B.N.</i> Establishment of Non-Conformity of Sewing Threads Marking when Selling them to Consumers .....	79

<i>Ledeneva I.N., Kirsanova E.A., Sevostyanov P.A., Belgorodsky V.S.</i> Features of Deformation Energydissipation in Felting-Felt Material .....	84
<b>Preliminary Treatment. Spinning</b>	
<i>Rudovsky P.N., Belova I.S., Sakharova N.S.</i> Investigation of the Spinning Product Cross-Section .....	91
<i>Matismailov S.L., Tashpulatov S.Sh., Norboeva R.KH., Plekhanov A.F., Pershukova S.A., Kuzyakova S.V.</i> Quality Indicators Study of Double Twist Yarn from Strands of Different Linear Densities and Spining Methods .....	97
<b>Technology of Textile Products</b>	
<i>Yusupova N.B., Xamraeva S.A., Yeshzhanov A.A., Yeziyeva M.M., Doskaraeva J.E., Muxamedin V.M.</i> Creating of a Double-Layer Fabric Suit with a Certain Surface Density .....	104
<b>Sewing</b>	
<i>Kayumova R.F., Nevolani Yu.M.</i> Ways of Using Textile Waste on the Example of the Remnants of the Fabric between Patterns .....	108
<b>Textile Machines and Aggregates</b>	
<i>Abdugaffarov X.J., Murodov O.J.</i> About Wood Based Plain Bearings for Cotton Gins .....	114
<i>Akhmedov M.Kh., Tuychiev T.O., Plekhanov A.F.</i> Analysis of the Fly Movement in the Area Between the Raw Roller and the Saw Cylinder under the Action of a Variable Contact Force .....	120
<b>Automation and Information Technologies</b>	
<i>Khosrovyan I.G., Rodionov S.A., Zhukova A.A., Khosrovyan G.A.</i> Mathematical Modeling of Loosening Process of Fibrous Mass in Grate Area on the Developed Equipment .....	127
<i>Grechukhin A.P., Habibullov A., Rudovsky P.N., Starinets I.V., Kulikov A.V.</i> Method for 3D Modeling of Three-Dimensional Orthogonal Fabrics .....	133
<b>Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering</b>	
<i>Kondratenko L.A., Mironova L.I., Dmitriev V.G., Kheilo S.V.</i> Increasing the Durability of Air Heater Manifolds for New Generation Thermal Waste Processing Plants .....	139
<i>Fedosov S.V., Grinchenko B.B., Bakanov M.O., Rumyantseva V.E., Kasyanenko N.S.</i> Prediction of Operational and Tactical Measures when Extinguishing Fires of Textile Enterprises on the Basis of a Linear-Correlation Model .....	145
<i>Rimshin V.I., Truntov P.S.</i> Technical Inspection Stages of Textile Industry Building .....	153
<b>Technical Aesthetics and Design</b>	
<i>Sakharova N.A., Kuzmichev V.E.</i> Historical and Digital Symbols in Clothing or Popularization of the Ivanovo Region Non-Material Heritage .....	159
<i>Borisova E.A.</i> The Use Yelets Lace-Making Traditions in Modern Womens' Clothing Design .....	165
<i>Mitina E.A., Potapova A.D.</i> Promotion of Russian Clothing Brands through Innovative Information and Communication Technologies .....	171
<b>Advanced Manufacturing Technologies</b>	
<i>Oborin M.S., Savelev I.I.</i> Development of the Textile Industry Based on "Smart" Technologies .....	179
<b>Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items</b>	
<i>Gubernatorov A.M., Kashirin S.V., Shmeleva L.A., Chistyakov M.S.</i> Historical Retrospective of the Textile Industry Manufactory Production Formation in the Chronological Excursion of the XVIII – XIX Centuries in Russia .....	185
<i>Kruglov A.V., Telegin E.S., Matrokhin A.Yu., Gruzintseva N.A.</i> Modern Trends and Prospects for the Use of "Smart Clothing" .....	192
<i>On the Anniversary of Professor Alexander Mikhailovich Kiselev .....</i>	196