

УДК 677.017

В.В. Лапшин¹

Н.А. Смирнова²

В.В. Замышляева³

Костромской государственный университет
Кострома. Россия

И.А. Шеромова⁴

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Владивосток. Россия

Исследование и прогнозирование устойчивости структуры льняных костюмно-платьевых тканей

В статье приводятся результаты исследований и прогнозирования устойчивости структуры костюмно-платьевых льняных тканей. Объектом исследования выступают костюмно-платьевые льняные ткани, предметом – устойчивость их структуры к сдвигу нитей, определяемая авторским методом посредством разработанной автоматизированной системы. В работе использованы элементы теории искусственных нейронных сетей (ИНС), при экспериментальном исследовании применялись стандартные методы измерения структурных параметров материалов. Основные исследования выполнены методом сдвига нитей в ткани, реализуемым автоматизированной системой. Отличительная особенность измерительной системы состоит в получении числовых характеристик и графической записи процесса сдвига нитей и восстановления после сдвига посредством специально разработанного программного обеспечения. Прогнозирование устойчивости структуры льняных тканей выполнено с использованием компьютерной программы «Neuro-Prognosis». В результате проведенных исследований

¹ Лапшин Валерий Васильевич – доцент кафедры автоматизации и микропроцессорной техники; e-mail: vlv1000@mail.ru

² Смирнова Надежда Анатольевна – профессор кафедры дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров; e-mail: nadejda.smirnova.a@yandex.ru

³ Замышляева Вероника Владимировна – канд. техн. наук, доцент кафедры химии; e-mail: vverrona@yandex.ru

⁴ Шеромова Ирина Александровна – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры дизайна и технологий Института сервиса, моды и дизайна; e-mail: Irina.Sheromova@vvsu.ru

в контексте обеспечения цифровизации конфекционирования материалов в пакет изделия доказана эффективность прогнозирования устойчивости структуры тканей при сдвиге с использованием интеллектуальной системы на базе разработанной компьютерной программы при отсутствии экспериментальной базы. Как результат исследования представлены справочные сведения по характеристикам устойчивости структуры льняных тканей при сдвиге, необходимые для проектирования одежды с требуемой формоустойчивостью и повышения качества выпускаемых швейных изделий.

Ключевые слова и словосочетания: льняные костюмные ткани, деформация сдвига, устойчивость структуры, прогнозирование.

V.V. Lapshin

N.A. Smirnova

V.V. Zamyshlyeva

Kostroma State University

Kostroma. Russia

I.A. Sheromova

Vladivostok State University of Economics and Service

Vladivostok. Russia

Research and forecasting of the stability of the structure of linen suit and dress fabrics

The article presents the results of research and forecasting the stability of the structure of suit-and-dress linen fabrics, which are the object of research. The subject of this research is the structure stability of suit-and-dress linen fabrics to the shear of threads, determined using the author's method, implemented through the developed automated system. The work uses elements of the theory of artificial neural networks (ANN). In the experimental study, standard methods for measuring the structural parameters of materials were used. The main research was carried out by the method of shifting threads in the fabric, implemented by an automated system. A distinctive feature of the measuring system is the ability to obtain numerical characteristics and a graphical record of the process of filament shear and recovery after shear by means of specially developed software. Prediction of the stability of the structure of linen fabrics was carried out using a specially developed computer program "Neuro-Prognosis". As a result of the studies carried out in the context of ensuring digitalization of the packaging of materials into a product package, the effectiveness of predicting the stability of the tissue structure during shear using an intelligent system based on a developed computer program in the absence of an experimental base has been proved. As a result of the study, reference data are presented on the characteristics of the stability of the structure of linen fabrics during shear, which are necessary for designing clothes with the required form stability and, as a consequence, for improving the quality of manufactured garments.

Keywords: linen suit fabrics, shear deformation, structure stability, forecasting.

Формоустойчивость швейных изделий является одной из важнейших характеристик их качества. Как известно, формоустойчивость готового изделия зависит, прежде всего, от свойств материалов, из которых оно изготовлено. Несмотря на значительный интерес потребителей к одежде из льняных тканей, сведения об их свойствах, влияющих на сохранение формы швейных изделий в процессе эксплуатации, довольно ограничены. Именно данный факт и обуславливает актуальность исследований устойчивости структуры льняных тканей к сдвигу нитей.

Целью настоящей работы является исследование и прогнозирование устойчивости структуры костюмно-платьевых льняных тканей методом сдвига нитей в ткани.

Объектом исследования выступают костюмно-платьевые льняные ткани, предметом – устойчивость их структуры к сдвигу нитей, определяемая авторским методом посредством разработанной автоматизированной системы.

При проведении исследования использованы некоторые положения теории искусственных нейронных сетей (ИНС), стандартные методы измерения структурных параметров материалов, авторский метод оценки устойчивости структуры льняных тканей к сдвигу нитей. Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась с применением известных методов обработки статистических данных в автоматизированном режиме.

Исследования деформации сдвига костюмно-платьевых льняных тканей проведены разработанным методом на автоматизированной системе [1; 2; 5]. Основным элементом автоматизированной системы является устройство, которое имеет самостоятельное конструктивное оформление и функционирует совместно с ЭВМ под управлением компьютерной программы, что позволяет автоматизировать обработку результатов измерений и создавать базу данных по предмету исследований, а также выводить диаграмму сдвига и восстановления после сдвига в режиме реального времени (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма сдвига и восстановления после сдвига

Испытания осуществляются следующим образом: пробу закрепляют в нижнем и верхнем подвижных зажимах, которые могут совершать возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. В результате горизон-

тального перемещения верхнего зажима происходит сдвиг нитей в ткани и, как следствие, изменение сетевых углов. Датчик силы регистрирует величину усилия для сдвига нитей в ткани $P_{сдв}$, а датчик перемещения – величину деформации сдвига $l_{сдв}$. После сдвига проба выдерживается в деформированном состоянии и возвращается в исходное положение.

Для оценки устойчивости структуры предложена сила сопротивления сдвигу нитей ($P_{сдв}$), характеризующая жесткость ткани при сдвиге. Автоматизированная система позволяет также определить релаксацию усилия в ткани в состоянии сдвига ($\Delta P_{сдв}$); работу сдвига; работу восстановления; разность работ ($\Delta A_{сдв}$), определяемую площадью гистерезисной петли (см. рис. 1).

Объектами исследований выбраны льняные костюмно-платьевые ткани различной поверхностной плотности, простых и мелкоузорчатых переплетений с разной связностью нитей в переплетении (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики строения и устойчивости структуры (ПК)
исследуемых тканей**

ПК	Номер ткани										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Устойчивость структуры при сдвиге, $P_{сдв}$, сН	43,77	45,65	42,36	43,29	58,39	74,35	93,18	36,87	80,95	53,61	73,60
Поверхностная плотность ткани, M_s , г/м ²	204	200	210	178	207	186	163	190	214	211	199
Коэффициент связности нитей, C	4,12	4,07	5,22	7,29	5,11	3,47	5,95	2,62	4,39	2,63	2,53

Проведенные исследования позволили собрать справочные сведения по характеристикам устойчивости структуры льняных костюмно-платьевых тканей при сдвиге нитей на 8 градусов. Выбор такого угла наиболее рациональный, часто встречается в процессе производства и эксплуатации изделий.

Возможность прогнозирования устойчивости структуры льняных тканей, характеризующей способность тканей к сохранению формы в изделиях, реализована специально разработанной и зарегистрированной компьютерной программой «Neuro-Prognosis» [3]. Для обобщения характеристик используется система, использующая функции обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) с учителем по алгоритму обратного распространения ошибки. При добавлении новых результатов модель прогнозирования постоянно уточняется. Средняя относительная ошибка обучения при этом уменьшается, что характеризует приближение аппроксимирующей поверхности к экспериментальным данным.

Входными параметрами для прогнозирования устойчивости структуры выбраны поверхностная плотность тканей (M_s , г/м²) и коэффициент (C) связности нитей в переплетении (по Н. С. Ереминой) [9]. Интерфейс компьютерной программы представлен на рис. 2.

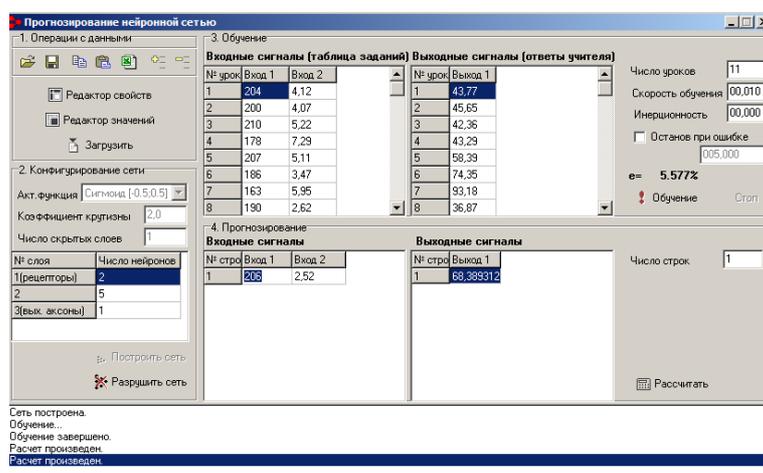


Рис. 2. Окно программы прогнозирования устойчивости структуры льняных тканей

Зависимости характеристик устойчивости структуры от входных параметров ИНС аппроксимируют непрерывную поверхность, которую можно принять за реальную в области рабочих значений. На рисунке 3 представлены экспериментальная зависимость устойчивости структуры $P_{сдв}(M_s, C)$ и генерируемая ИНС зависимость $P_{сдв}^{НС}(M_s, C)$.

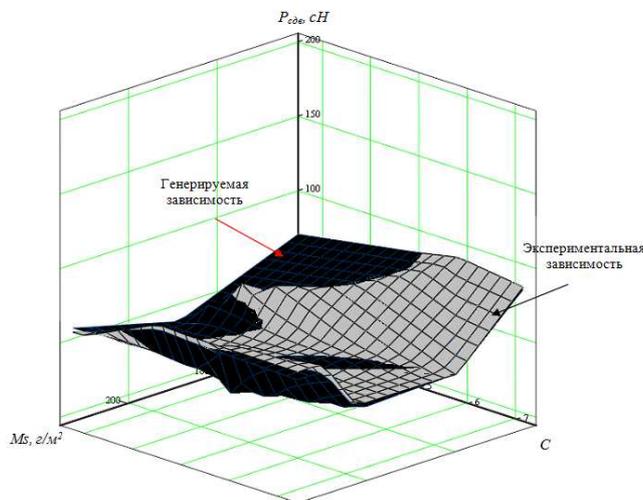


Рис. 3. Экспериментальная и генерируемая зависимости устойчивости структуры от поверхностной плотности и связности нитей в переплетении

Проверка качества прогнозирования устойчивости структуры к сдвигу с использованием ИНС проводилась на льняной ткани мелкозорчатого переплетения, не вошедшей в обучающую выборку. Проверка контрольной ткани поверхностной плотности 206 г/м² и коэффициентом связности нитей в переплетении 2,52 показала, что ошибка прогнозирования находится в допустимых пределах (табл. 2).

Таблица 2

Характеристики устойчивости структуры

Ткань	Экспериментальное значение $P_{сдв}$, сН	Прогнозируемое значение $P_{сдв}$, сН	Ошибка прогнозирования, %
Мелкозорчатое (саржа ромбовидная)	64,24	68,38	6,05

Прогнозирование характеристик устойчивости структуры льняных тканей позволяет реализовать цифровизацию конфекционирования при отсутствии экспериментальной базы [6–8]. Исследования устойчивости стабильности структуры современных льняных тканей дали возможность сформировать базу данных, необходимых для проектирования одежды и повышения качества выпускаемых швейных изделий [4].

Таким образом, на основе результатов проведенного исследования авторы пришли к следующим выводам:

Прогнозирование устойчивости структуры тканей при сдвиге с использованием интеллектуальной системы на базе разработанной компьютерной программы обеспечивает возможность цифровизации конфекционирования материалов в пакет изделия при отсутствии экспериментальной базы.

Представленные в работе справочные сведения по характеристикам устойчивости структуры льняных тканей при сдвиге могут быть использованы для проектирования одежды с требуемой формоустойчивостью и повышения качества выпускаемых швейных изделий.

1. Лапшин В. В., Смирнова Н. А. Автоматизированный измерительный комплекс как реализация концепции цифровизации в легкой промышленности: монография. – Кострома: Изд-во КГУ, 2019. – 107 с.
2. Патент на изобретение № 2549497 Российская Федерация, МПК G01N 33/36. Способ определения релаксационных свойств материалов при сдвиге / В. В. Лапшин, М. В. Томилова, Н. А. Смирнова, В. В. Замышляева, Н. Н. Добрынина; заявитель и патентообладатель Костромской государственный технологический университет. – №2013134117; заявл. 19.07.2013; опубл. 27.04.2015.; бюл. №12. – 6 с.: ил. 1.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619528 «Neuro-Prognosis» / В. В. Лапшин, Д. А. Козловский, В. Н. Ершов, Н. А. Смирнова, В. В. Замышляева; правообладатель ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет». № 2018616521; заявл. 25.06.2018; дата регистрации 07.08.2018.

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019620688. Базовые цифровые шкалы деформационных свойств льносодержащих тканей / В.С. Белгородский, Н. А. Смирнова, М. А. Гусева, Е. Г. Андреева, А. В. Разбродин, К. Э. Разумеев, В. В. Гетманцева, И. А. Петросова; зарег. в реестре баз данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФСИС) 26.04.2019.
5. Исследование отечественного прибора для определения свойств текстильных полотен при деформации сдвига / Н. А. Смирнова, В. Е. Кузьмичев, В. В. Замышляева, В. В. Лапшин // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 3(369). – С. 93–97.
6. Смирнова Н. А., Лапшин В. В., Замышляева В. В. Цифровизация конфекционирования на базе создания интеллектуальных систем // Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции / Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2019 – С. 270–276.
7. Компьютерные технологии в конфекционировании материалов / Н. А. Смирнова, В.С. Белгородский, Е.Г. Андреева, В.В. Замышляева, Н.А. Балакирев, М. А. Гусева, А.В. Разбродин // Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума. – Москва: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. Т. 2. – С. 180–186.
8. Смирнова Н. А., Лапшин В. В., Замышляева В. В. Материаловедение в решении задач цифровизации и импортозамещения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX), 2020. – С. 94–99.
9. Справочник по хлопчаткачеству / Э. А. Оников [и др.]. – Москва: Легкая индустрия, 1968.

Транслитерация

1. Lapshin V. V., Smirnova N. A. Avtomatizirovannyj izmeritel'nyj kompleks kak realizaciya koncepcii cifrovizacii v legkoj promyshlennosti: monografiya. – Kostroma: Izd-vo KGU, 2019. – 107 s.
2. Patent na izobretenie № 2549497 Rossijskaya Federaciya, MPK G01N 33/36. Sposob opredeleniya relaksacionnyh svojstv materialov pri sdvige / V. V. Lapshin, M. V. Tomilova, N. A. Smirnova, V. V. Zamyshlyayeva, N. N. Dobrynina; zayavitel' i patentoobladatel' Kostromskoj gosudarstvennoj tekhnologicheskij universitet. №2013134117; zayavl. 19.07.2013; opubl. 27.04.2015. Byul. №12. 6 s.: il. 1.
3. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2018619528 «Neuro-Prognosis» / V. V. Lapshin, D. A. Kozlovskij, V. N. Ershov, N. A. Smirnova, V. V. Zamyshlyayeva; pravoobladatel' FGBOU VO «Kostromskoj gosudarstvennoj universitet». № 2018616521; zayavl. 25.06.2018; data registracii 07.08.2018.
4. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh №2019620688. Bazovye cifrovye shkaly deformacionnyh svojstv l'nosoderzhashchih tkanej / V. S. Belgorodskij, N. A. Smirnova, M. A. Guseva, E. G. Andreeva, A. V. Razbrodin, K. E. Razumeev, V. V. Getmanceva, I. A. Petrosova; zareg. v reestre baz dannyh Federal'noj sluzhby po intellektual'noj sobstvennosti (FSIS) 26.04.2019.
5. Issledovanie otechestvennogo pribora dlya opredeleniya svojstv tekstil'nyh poloten pri deformacii sdviga / N. A. Smirnova, V. E. Kuz'michev, V. V. Zamyshlyayeva, V. V. Lap-

- shin // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti.* – 2017. – № 3(369). – S. 93–97.
6. Smirnova N. A., Lapshin V. V., Zamyshlyeva V. V. Cifrovizaciya konfekcionirovaniya na baze sozdaniya intellektual'nyh sistem // *Fundamental'nye i prikladnye problemy sozdaniya materialov i aspekty tekhnologij tekstil'noj i legkoj promyshlennosti: sbornik statej Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii / Minobrnauki Rossii, Kazan. nac. issled. tekhnol. un-t.* – Kazan': Izd-vo KNITU, 2019 – S. 270–276.
 7. Komp'yuternye tekhnologii v konfekcionirovanii materialov / N. A. Smirnova, V. S. Belgorodskij, E. G. Andreeva, V. V. Zamyshlyeva, N. A. Balakirev, M. A. Guseva, A. V. Razbrodin // *Vtorye mezhdunarodnye Kosygin'skie chteniya, priurochennye k 100-letiyu RGU imeni A. N. Kosygina: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma.* – Moskva: FGBOU VO «RGU im. A. N. Kosygina», 2019. T. 2. – S. 180–186.
 8. Smirnova N. A., Lapshin V. V., Zamyshlyeva V. V. Materialovedenie v reshenii zadach cifrovizacii i importozameshcheniya // *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX),* 2020. – S. 94–99.
 9. *Spravochnik po hlopkotkachestvu / E. A. Onikov [i dr.].* – Moskva: Legkaya industriya, 1968.

© В. В. Лапшин, 2021

© Н. А. Смирнова, 2021

© В. В. Замышляева, 2021

© И. А. Шеромова, 2021

Для цитирования: Исследование и прогнозирование устойчивости структуры льняных костюмно-платьевых тканей / В. В. Лапшин, Н. А. Смирнова, В. В. Замышляева, И. А. Шеромова // *Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.* – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 163–170.

For citation: Research and forecasting of the stability of the structure of linen suit and dress fabrics / V. V. Lapshin, N. A. Smirnova, V. V. Zamyshlyeva, I. A. Sheromova, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service,* 2021, Vol. 13, № 1, pp. 163–170.

DOI <https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2021-1/163-170>

Дата поступления: 02.03.2021.