

УДК: 677.074

СЛІЗКОВ А.М., ЗАЙЦ Т.В., ПИЛИПЕНКО Ю.М.,
ДЕМКІВСЬКА Т.І

Київський національний університет технологій та дизайну

**ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ТКАНИН ТЕХНІЧНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

***Мета.** Розробка системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів для прогнозування властивостей волокнистих продуктів на кожному технологічному переході з можливістю управління технологічними процесами та їх оптимізації.*

***Методика.** Розглядаються методи системного аналізу, ідентифікації та кусково-лінійної апроксимації.*

***Результати.** Створено програмний комплекс, який дозволяє здійснювати в діалоговому режимі відбір показників властивостей волокнистих продуктів на кожному технологічному переході з формуванням бази даних, проводити їх статистичну обробку, будувати на основі отриманих даних адекватні математичні моделі досліджуваних властивостей, які в подальшому формують загальну математичну модель їх виробничого перетворення.*

***Наукова новизна.** Доведена можливість застосування системного аналізу, методів ідентифікації та кусково-локальної апроксимації для прогнозування фізико-механічних властивостей текстильних матеріалів технічного призначення.*

***Практична значимість.** Проаналізована асортиментна група тканин технічного призначення. Побудована загальна математична модель виробничого перетворення фізико-механічних властивостей текстильних матеріалів технічного призначення, яка має відхилення прогнозованих значень від фактичних не більше 5 %.*

***Ключові слова:** властивості, текстильні матеріали, тканини, прогнозування, технологічні процеси.*

Вступ. Сучасний технічний прогрес текстильної промисловості пов'язаний з кількісним та якісним розвитком техніки та технології. Для успішного управління технологічними процесами та їх оптимізації з метою підвищення продуктивності обладнання та якості продукції актуальною є розробка системи прогнозування властивостей текстильних продуктів для отримання виробів різного призначення.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження є система прогнозування властивостей тканин технічного призначення, технологічні процеси отримання текстильних матеріалів, а також дослідження змін властивостей текстильних продуктів на кожному етапі виробничого процесу. В статті розглядаються методи системного аналізу та кусково-лінійної апроксимації.

Постановка завдання. Для успішного управління технологічними процесами текстильного виробництва з виготовлення тканин технічного призначення та їх оптимізації, а також з метою підвищення продуктивності обладнання та якості продукції недостатнім є знанням окремих якісних показників текстильних продуктів.

Для вирішення цього питання доцільно застосувати системний аналіз і визначити систему управління технологічним процесом виготовлення текстильних продуктів та

прогнозування їх якостю. Ці системи дають можливість оперативно визначити закономірності зв'язку між показниками властивостей різних текстильних продуктів та особливості їх динамічної зміни.

Результати дослідження. Виготовлення тканин технічного призначення пов'язано з багатофункціональним технологічним процесом, який складає певну систему. Тому застосування системного аналізу для прогнозування властивостей продукції та управління технологічним процесом є важливим етапом в забезпеченні її якості [1-3].

На властивості текстильних виробів найбільш впливають властивості вхідної сировини, стан технологічного устаткування та рівень її обслуговування. За рахунок цього, процеси, які формують властивості сировини при виготовленні кінцевого продукту утворюють певну систему.

Для створення програмного комплексу такої системи застосовують системний підхід і аналіз процесів перетворення властивостей текстильних матеріалів, визначення зв'язків між властивостями вхідної сировини проміжними та кінцевим продуктом з урахуванням факторів, які впливають на них.

Системний підхід має свою теоретичну, правову та практичну базу. Він має ефективну інструментальну різноманітну діяльність, і також є способом мислення. При вирішенні завдань, пов'язаних із прогнозуванням зміни властивостей текстильних матеріалів у процесі їх функціонування, доцільно розглядати процеси зміни їх властивостей від входу до виходу. Систему прогнозування перетворення властивостей текстильних матеріалів, позначивши сукупністю підсистем, визначають, як можна розподілити кожен виробничу систему [4].

В текстильному виробництві системи є цілеспрямованим процесом контролю за створенням виробів шляхом взаємодії різних виробничих, організаційних та експлуатаційних підсистем та дає можливість оперативно визначити закономірності зв'язку між показниками властивостей різних продуктів. [4].

Системний аналіз прогнозування зміни властивостей текстильних матеріалів у процесі їх виготовлення має такі етапи:

- визначення й чітке формулювання мети функціонування СПВТМ;
- вибір показників ефективності функціонування СПВТМ;
- складання переліку факторів, які діють на СПВТМ;
- отримання математичних моделей показників властивостей матеріалів;
- створення загальної математичної моделі СПВТМ.

Мету функціонування СПВТМ визначають, виходячи з практичної доцільності, а асортимент текстильних матеріалів, особливості розвитку сучасної техніки й технології - з огляду на економічну доцільність.

Прогнозування властивостей матеріалів у системі полягає в розробці структурно-функціональної схеми виробництва й визначенні:

- показників властивостей вхідної продукції, за якими проводиться оцінка їх якості й сортування;
- кількісних характеристик виробничого процесу в контрольованих показників якості вихідної продукції та напівфабрикатів;
- характеристик вихідної продукції, які контролюються в процесі виробництва.

В текстильних виробництвах одночасно переробляється велика кількість неоднорідних та нерівномірних за своїми властивостями текстильних матеріалів. Багато процесів, які протікають у текстильному виробництві, базуються на ймовірнісних схемах і мають закономірності, що виявляються за допомогою методів теорії ймовірності та математичної статистики.

Структура та властивості текстильних матеріалів в процесі виробництва та експлуатації змінюються динамічно. Для визначення цієї динаміки застосовують аналітичні (дослідження математичної моделі продукту) або експериментальні (активні або пасивні) методи.

При застосуванні аналітичних методів математичного опису системи можна отримати її реакцію практично на будь-яку взаємодію. При цьому отримана модель може стосуватися не тільки конкретного об'єкта дослідження, а й цілого класу об'єктів [2].

Тобто за допомогою математичної моделі визначають кількісні зв'язки між показниками якості готової продукції та властивостями похідної сировини, напівфабрикатів, технологічного устаткування та управляючими діями з боку відповідних органів. Застосування математичних моделей для прогнозування властивостей продукції та управлінню її якістю дозволяє попередньо визначити та оцінити результати тих або інших заходів і вибрати для реалізації ті з них, які є найбільш ефективні. Основою математичної моделі прогнозування властивостей та управління якістю продукції текстильного виробництва може бути прийнята модель виробничого перетворення вихідних матеріалів в готову продукцію.

Разом з тим потрібно зауважити, що така математична модель враховує тільки ті умови і фактори, які були в неї включені при формалізації фізичної моделі досліджуваного процесу, і не може враховувати умови та усі діючі фактори реально функціонуючої системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів [5].

Відсутність математичних моделей і недостатні знання динамічних властивостей об'єкту призводить до інтуїтивного управління процесом, що відповідно показується на виробництві машин і якості випуску продукції.

Для активного експерименту інформацію про параметри процесу отримують шляхом зміни вхідних параметрів відповідно до заздалегідь підготовленої програмою (матрицею планування).

При пасивному дослідженні технологічних процесів і об'єктів часто виявляється, що вихідний параметр і фактор являються випадковими величинами, а саме записи в експлуатаційних журналах устаткування або в журналах техконтролю. В якості даних пасивного експерименту також можуть використовуватися діаграми. Але така інформація потребує дискретизації. [5].

В нашому випадку для побудови математичної моделі доцільно використовувати пасивні методи визначення динамічного перетворення властивостей текстильних матеріалів із застосуванням числових методів отримання математичних моделей цих властивостей на кожному етапі виробництва матеріалів.

Методика дослідження полягала в наступному. На початку будувалася база даних на усіх переходах технологічного процесу виготовлення текстильної продукції. Це здійснювалося шляхом записування результатів вимірювань кожного параметра

технологічного процесу та показників властивостей продукції на кожному технологічному переході виготовлення матеріалів.

Такий підхід дає можливість широко застосовувати засоби ЕОМ із пакетами прикладних програм обробки даних, а також програмне забезпечення управління базами даних у системі прогнозування властивостей текстильних матеріалів. У таких системах досліджують властивості шляхом аналізу показників продуктів на кожному етапі виробничого процесу.

Отримавши та згрупувавши математичні моделі всіх комплексів текстильного продукту, можна отримати загальну математичну модель усієї системи прогнозування властивостей продукту. Визначаються статистичні показники кожного показника текстильного матеріалу і результати заносяться в таблиці 1 (для прикладу).

Таблиця 1. Статистичні показники лінійної густини стрічки

Середнє арифм.	Середнє квадр. відхил.	Коеф. варіації	Мода	Медіана	Асиметрія	Мінімум	Максимум
12,61	0,83	6,59	12,6	12,6	6,16	11	14,4

Після отримання статистичних характеристик кожного з параметрів досліджуваного продукту результати зводяться в загальну таблицю (табл. 2) в послідовності, яка відповідає переходами виробничого перетворення властивостей текстильного продукту.

Таблиця 2. Зведена таблиця статистичних показників текстильних матеріалів

Номер переходу	Середнє арифм.	Середнє кв. відхил.	Коеф. варіації	Мода	Медіана	Асиметрія	Мін.	Макс.
1	12,61	0,83	6,5	12,6	12,6	6,16	11	14,4
2	29,94	0,87	2,9	29,6	30	-28,96	28	31,4
.....								
<i>N</i>	25,43	0,7031	2,77	25	25,4	-2,43	24	26,8

Після отримання всіх статистичних характеристик досліджуваних продуктів результати заносяться в таблицю 3 бази даних.

Таблиця 3. База даних показників властивостей досліджуваних текстильних матеріалів

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X10=1	X12
53	56	900	55	53	308	290	146	31	24	0,98	2,15
50	58	900	52	56	160	200	110	55	40	0,98	2,2
48	55	890	50	52	300	270	130	31,5	23	0,96	2,2
50	55	900	55	53	298	274	108	31,5	21,5	0,98	2,1
52	57	900	55	55	302	270	126	31	22,5	0,96	2,1
50	55	900	53	52	293	264	120	31,2	29,3	0,98	2,2
53	58	900	55	54	360	400	198	38	34	0,96	2,1
50	56	90	52	53	300	266	150	33	25	0,98	2,2

В подальшому розробляється структура математичних моделей властивостей текстильних продуктів. В якості прикладу в таблиці 4 наведений приклад структури математичних моделей прогнозування властивостей тканини.

Таблиця 4. Структура математичних моделей показників властивостей досліджуваних текстильних матеріалів

Назва продукту \ Технологічний перехід	Перемотування	Ткацтво
	1	2
Нитки (пряжа)	$X_3 (X_1, X_2)$ $X_4 (X_1, X_2)$	
Готова тканина		$X_5 (X_1, X_2, X_3, X_4)$ $X_6 (X_1, X_2, X_3)$ $X_7 (X_1, X_2, X_3)$ $X_8 (X_1, X_2, X_4)$ $X_9 (X_1, X_2, X_4)$ $X_{10} (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ $X_{11} (X_{10}, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$

Для розробки програмного комплексу потрібно отримати фактичні математичні моделі властивостей текстильних матеріалів на кожному етапі їх перетворення та побудувати загальну математичну модель системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів.

Для цього потрібно розробити:

- архітектуру програмного комплексу, оформленого у вигляді системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів;
- основні базові математичні моделі та їх складові частини;
- основні компоненти інтерфейсу користувача;
- алгоритм прийняття рішень;
- перевірку дії алгоритму на вже відомому текстильному матеріалі;
- приклад застосування системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів для розв'язання конкретних задач.

За допомогою програми STATGRAPHICS PLUS складені рівняння апроксимуючої моделі для кожного показника якості, які показують залежність одного показника від іншого. За рахунок цього склалися теоретичні параметри для кожного показника тканини різної сировини. За параметрами фактичних показників властивостей технічних тканин та знайдених нами теоретичних параметрів будувалися графіки відхилень між ними на яких також показувалися межі їх зміни (рис.1).

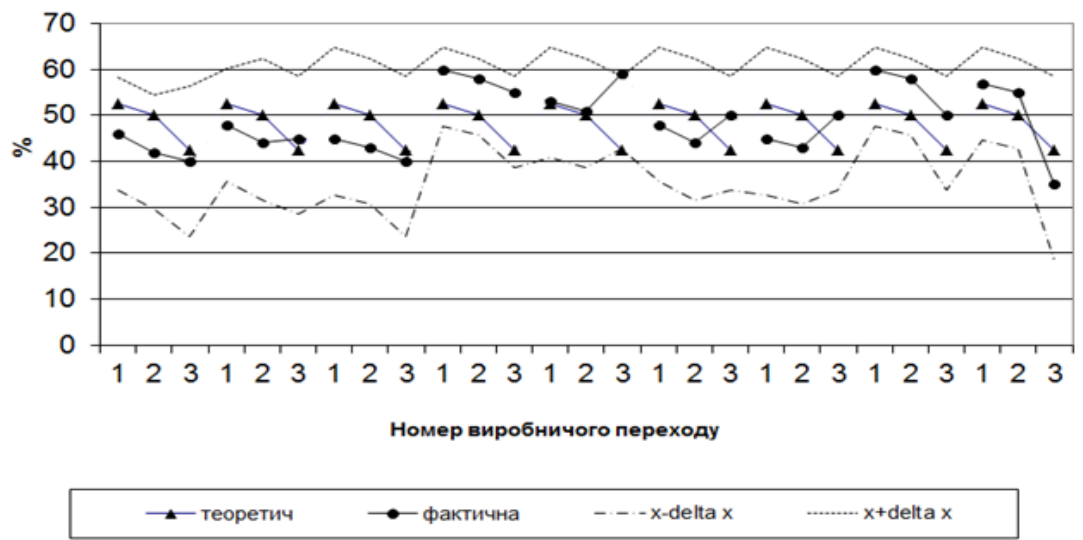


Рис.1 Відхилення подовження при розриві тканини

Програмний комплекс системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів розроблено таким чином, що він забезпечує можливість використання шести основних функцій для підтримки прийняття рішень з боку особи, що приймає рішення (ОПР):

1. *Моделювання процесу.* Використовуючи існуючі моделі реальних процесів (або створюючи нові), можна створювати підсистеми їх прогнозування і підсистеми синтезу оптимальних рішень на основі поточних даних (спостережень).

2. *Моделювання критеріїв.* За допомогою математичних методів знаходять математичний опис, або правила для автоматичного об'єднання атрибутів, що характеризують різні варіанти рішень.

3. *Інформаційний менеджмент.* Для збереження, читання й обробки інформації, даних, знань використано сучасні комп'ютерні технології та гнучкий інтерфейс.

4. *Автоматизований і напівавтоматизований аналіз і логічний висновок.* Для часткової або повної автоматизації процесу логічного висновку використовуються методи штучного інтелекту і чисельні методи.

5. *Способи підтримки представлення результатів.* Для того щоб реалізувати функції доступу до інших СПВТМ, баз даних і знань, застосовуються засоби комп'ютерної графіки й інструментарій для обробки мов.

6. *Підвищення якості висновків.* З метою усунення систематичних помилок, що впливають з деяких кількісних евристичних роздумів людини, впроваджено статистичні й інші методи корекції результатів.

Створений програмний комплекс дозволяє здійснювати в діалоговому режимі відбір показників властивостей волокнистих продуктів з формуванням бази даних, проводити їх статистичну обробку на кожному етапі виробничого процесу, отримувати на основі отриманих даних адекватні кусково-лінійні математичні моделі досліджуваних властивостей, які формують загальну математичну модель їх виробничого перетворення.

Проблемами, які виникають при математичному моделюванні властивостей продуктів текстильного виробництва, і які враховані у розробленому програмному комплексі, є:

„зашумленість” та обмежений об’єм результатів спостережень; можлива нелінійність зв’язків між показниками зміни властивостей матеріалів на різних етапах виробничого процесу; відсутність апріорної інформації про структуру математичної моделі; використання даних пасивного експерименту, тощо.

Отже, система прогнозування для виготовлення тканин розкриває сутність та закономірності технологічних процесів; визначає оптимальні режими роботи об’єкта для забезпечення заданої якості продукції, що випускається і високої продуктивності; визначає статистичні та динамічні характеристики об’єкта.

Висновки.

1. В розробці системі прогнозування важливим є наявність точних та оперативних методів та засобів визначення показників якості продуктів. Для визначення цього проаналізовані методи оцінки структурних показників та властивостей текстильних матеріалів.

2. Проаналізована асортиментна група тканин технічного призначення, яка досліджувалася для системи прогнозування у виробничих умовах.

3. Данні, що досліджувались, вказують на те, що для побудови математичної моделі прогнозування доцільно використовувати пасивні методи визначення динамічного перетворення властивостей текстильних матеріалів. При цьому є сенс застосувати числові методи отримання математичних моделей відповідних властивостей на кожному етапі виробництва матеріалів.

4. Будувалася база даних на усіх переходах технологічного процесу виготовлення текстильної продукції. Це здійснювалося шляхом записування результатів вимірювань кожного параметра технологічного процесу та показників властивостей продукції на кожному технологічному переході виготовлення матеріалів.

5. Отримавши та згрупувавши математичні моделі всіх комплексів текстильного продукту, отримано загальну математичну модель усієї системи прогнозування властивостей продукту.

6. За допомогою програми STATGRAPHICS PLUS був проведений регресійний аналіз статистичних показників технічних тканин різного сировинного складу, а також були отримані рівняння апроксимуючої моделі для кожного показника якості.

Список використаних джерел

1. Слізков А. М. Застосування системного підходу до прогнозування властивостей текстильних ниток та виробів. Повідомлення 1 / А. М. Слізков, Р. В. Луцик // Вісник КНУТД. - 2006. – № 3. - С. 42-48.
2. Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учеб. для вузов текстил. пром-ти / А. Г. Севостьянов. – М. : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
3. Статистична обробка результатів вимірювань та експериментальних даних в текстильній промисловості / О. Б. Демківський, С. М. Краснитський, Ю. М. Пилипенко, А. М. Слізков. – К. : КНУТД, 2012. – 106 с. - Укр.мовою.
4. Попов В. П. Стан, проблеми та тенденції розвитку вовняної промисловості : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Попов, А. М. Слізков. – К. : КНУТД, 2012. – 352 с. - Укр.мовою.

5. Кукин Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) : учеб. для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СЛИЗКОВ А.М., ЗАЯЦ Т.В., ПИЛИПЕНКО Ю.Н., ДЕМКОВСКАЯ Т.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка системы прогнозирования свойств текстильных материалов для прогнозирования свойств волокнистых продуктов на каждом технологическом переходе с возможностью управления технологическими процессами и их оптимизации.

Методика. Рассматриваются методы системного анализа, идентификации и кусочно-линейной аппроксимации.

Результаты. Создан программный комплекс, который позволяет осуществлять в диалоговом режиме отбор показателей свойств волокнистых продуктов на каждом технологическом переходе с формированием базы данных, проводить их статистическую обработку, строить на основе полученных данных адекватные математические модели изучаемых свойств, которые в дальнейшем формируют общую математическую модель их производственного преобразования.

Научная новизна. Доказана возможность применения системного анализа, методов идентификации и кусочно-локальной аппроксимации для прогнозирования физико-механических свойств текстильных материалов технического назначения.

Практическая значимость. Проанализирована ассортиментная группа тканей технического назначения. Построена общая математическая модель производственного преобразования физико-механических свойств текстильных материалов технического назначения, имеет отклонения прогнозируемых значений от фактических не более 5%.

Ключевые слова: свойства, текстильные материалы, ткани, прогнозирования, технологические процессы.

SINGULARITY OF TECHNICAL TEXTILES PROPERTIES FORECASTING SYSTEM

SLIZKOV A.M., ZAYTS T.V., PYLYPENKO Y.M., DEMKIVSKA T.I.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Development of textile materials properties forecasting system for predicting properties of fibrous products at each technological stage with the ability to control and optimize workflows.

Methodology. Methods of system analysis, identification and piecewise linear approximation are described.

Findings. A software package was developed, which allows to implement on-line selection of performance properties of fibrous products at each technological transition with the formation of a database, to provide its statistical analysis, to build adequate mathematical models of the properties based on obtained data, which further form a general mathematical model of its industrial transformation.

Originality. Here asserted the possibility of a systematic analysis implementation, methods of identification and piecewise local approximation for prediction of physical and mechanical properties of technical textile materials.

Practical value. Here examined an assortment of technical fabrics. General mathematical model of industrial transformation of physical and mechanical properties of technical textile materials is constructed, which has deviation from the actual expectations of not more than 5%.

Keyword: properties, textile materials, fabrics, forecasting, workflows.