

**Bibliography (transliterated):** 1. Sanitary standards for the microclimate of industrial facilities (1999). The Ministry of Health of Ukraine, 10. 2. *Strokan, O. V.* (2010). Geometric modeling of the process of distribution of negative ions in a confined space. Melitopo, 172. 3. *Strokan, O. V.* (2011). Optimization of the placement of sources agroionic radiation. Proceedings of the Tauride state agrotechnological University, 50, 142-145. 4. *Corontini, S. C.* (1961). The effect of aerosols on the electrical conductivity in the atmosphere. Geofis. Pura e Appl, № 1, 124-128. 5. *Israel, H.* (1981). Atmospheric Electricity. Leipzig: Akad. Publishing company Deest & Porty K, 1, 175 - 379. 6. *Israel, H.* (1984). A portable gauge for heavy ions. Zs. Geophys, 5, 342-350. 7. *Krueger, A. P.* (1976). Biological impact of small air ions. Reed– Science, 16., 1209-1213. 8. *Loeb, L. B.* (1980). Basic processes of gaseous electronics. Berkeley Ser., Los Angeles: Univ. Calif. Press, 1020-1028. 9. *Misaki M.* (1991). Studies on the atmospheric ion spectrum. I: Procedures of experiments and data analysis. Pap. Meteorol. and Geophys, 3, 247-260. 10. *Chizhevsky, L. O.* Aerodynamically in the national economy (1960). Geoplanidae, 758. 11. *Churakov, A. J.* (2008) Designing the location of the sources of ions in the workspace. Applied geometry and engineering graphics, 38, 86-88.

*Надійшла (received) 10.10.2014*

### УДК 620.2:684.433.3

**С. В. СОРОКІНА**, канд. техн. наук, доц., Харківський державний університет харчування та торгівлі;

**В. О. АКМЕН**, канд. техн. наук, доц., Харківський державний університет харчування та торгівлі;

**В. А. АФАНАСЬЄВА**, канд. техн. наук, доц., Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету, Харків

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НОВОГО КОНСТРУКТИВНОГО ЕЛЕМЕНТУ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ М'ЯКОГО МЕБЛЕВИХ ТКАНИН ДО ТЕРТЯ**

У зв'язку з наявністю проблеми швидкого зношування м'якого елемента диванів протягом сну, запропоновано параметри нового конструктивного елемента з метою зменшення навантаження тертя на тканеве покриття. Шляхом математичного комп'ютерного моделювання, за допомогою методу кореляційно-регресивного аналізу проведено оптимізацію параметрів розміру та маси конструктивного елемента та обрано найбільш оптимальне значення ваги нового елемента, яка складає 4,7 кг при щільності використаного матеріалу – 252 кг/м<sup>3</sup> та розмірах 55\*241\*18 см. Іл.: 5. Бібліогр.: 3. назв.

**Ключові слова:** диван, меблева тканина, оптимізація параметрів, накидка-оболонка, стійкість до тертя.

**Вступ.** Зараз на українському ринку меблів працює 8 тис. меблевих магазинів й компаній. У багатьох компаній постійно з'являються нові серії меблів, що розширює асортимент. У свою чергу змінюються смаки споживачів і рівень їхніх знань про меблі [1, 2]. Акценти сучасного дизайну зміщаються у бік більше світлих тонів оббивки й округлих форм, статку дерева, пластику, металу; фурнітура стає богаче, популярне натуральне дерево, підвісні елементи, ролети. Все більшим попитом користуються «полегшені» моделі диванів та гарнитурів [3].

Виробники, щоб завоювати свою нішу на ринку, стали більш відповідально відноситись до процесу виробництва і контролю якості продукції. Це підтверджується статистичними даними приведеними у літературі. Проведені нами дослідження якості м'яких меблів за фізико-технічними показниками, встановили, що за показником стійкості та міцності кріплення елементів відхилень не мав жодний з дослідних зразків диванів [4, 5].

Але одна проблема залишається невирішеною, а тому актуальною – швидка зношуваність поверхневого покриття, навіть при використанні сучасних тканин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Меблі –одна з головних деталей сучасного інтер'єру. Особливе значення в останній час набувають дивани, офісні крісла і м'які куточки, їх українці оновлюють частіше за шафи, прихожі та інші меблі.

Як показало опитування, українські споживачі у більшості звикли використовувати дивани за двома призначеннями – для відпочинку сидячі і для нічного відпочинку лежачі, що призводить до швидкого зношування поверхневого покриття. При цьому, як показали проведені раніш дослідження, більшість сучасних імпорتنих тканин, що використовують вітчизняні виробники при виробництві меблевої продукції, мають достатню стійкість до тертя, але не розраховані на додаткове навантаження у період сну людини [6–8].

Виходячи із цього, вирішення проблеми зменшення навантаження на поверхню меблевої тканини пов'язаного з процесом тертя у період сну людини, є актуальним завданням сьогодення.

Для вирішення поставленого завдання нами запропоновано введення нового конструктивного елемента, що входить до комплектації дивану. Для кращого поєнання з виробами та раціонального використання необхідним є удосконалення та оптимізація розмірів нового елемента, його маси та щільності матеріалу для виготовлення.

**Мета та завдання статті.** Метою даної роботи є оптимізація параметрів нового конструктивного елемента, що підвищує стійкість меблевих тканин до тертя при відпочинку людини.

Для досягнення поставленої мети у роботі буде вирішено завдання пов'язане з розробкою алгоритму і побудовою математичної моделі меблів з новими конструктивними елементами.

**Методика експериментів.** Побудову математичної моделі здійснено із застосуванням комп'ютеру і використанням програмного забезпечення - табличного процесору MS Excel 2000, який входить до складу Microsoft Office 2000. При побудові математичної моделі використовувалися такі можливості Excel: математичні і статистичні функції, які дозволили здійснити різноманітні арифметичні дії, застосовано універсальну комп'ютерну технологію для рішення задач прогнозування тенденцій розвитку на основі моделювання рядів динаміки (трендовий аналіз), деякі розрахунки супроводжувалися схемами і рисунками [9, 10]

Оптимізацію параметрів нового елемента проводили за допомогою математичного комп'ютерного моделювання. Математична модель являє собою опис змінних і розрахункової формул для вирішення поставленої задачі. Процес побудови математичної моделі задачі було розбито на три етапи: 1. Введення позначень початкових даних і результатів; 2. Побудова математичних виразів для

обчислення функції мети по значеннях незалежних змінних; 3. Побудова математичних виразів, що описують обмеження на значення незалежних змінних і інші особливості задачі.

**Обговорення результатів.** Відомо, що математична модель – це модель, яка сформульована на мові математики та логіки. Якщо модель формулюється таким чином, що її можна обробляти на комп'ютері і виконувати розрахунки по формулах, то це буде математична комп'ютерна модель [11, 12].

Комп'ютерне моделювання починали з постановки задачі. За постановкою задачі слідував етап розробки моделі, де необхідно було виконати формальну (математичну) постановку задачі, в результаті якої повинна бути отримана математична модель задачі, що вирішується.

При розробці комп'ютерної моделі дуже суттєвим був вибір програмного забезпечення, за допомогою якого виконується моделювання. Коли модель було розроблено, приступали до наступного етапу – комп'ютерного експерименту. В ході цих експериментів перевіряли роботу моделі, а також виконували необхідні розрахунки або перетворення.

Завершувальним етапом комп'ютерного моделювання було надання висновків шляхом аналізу результатів. Матеріалом для аналізу були результати комп'ютерних експериментів.

Алгоритм рішення задачі розроблений на основі теоретичних відомостей про кореляційний та регресійний аналіз наведено нижче. Побудову математичної моделі здійснено із застосуванням комп'ютеру і використанням програмного забезпечення – табличного процесору MS Excel 2000, який входить до складу Microsoft Office 2000.

Експериментальні дані, як правило представляються у вигляді таблиць. Числові дані, що містяться в таблицях, звичайно мають між собою явні (відомі) чи неявні (сховані) зв'язки. Явно зв'язані показники, що отримані методами прямого рахунка, тобто обчислені по заздалегідь відомих формулах (відсотки виконання плану, питомі ваги, відхилення в сумі, відхилення у відсотках, темпи росту, темпи приросту, індекси і т.п.). Зв'язки ж другого типу заздалегідь невідомі [13].

Кореляційно-регресійний аналіз надає можливість виявити сховані залежності і виразити їх у виді формул, тобто математично змоделювати явища чи процеси.

При використанні методів кореляційно-регресійного аналізу вимірювали тісноту зв'язків показників за допомогою коефіцієнта кореляції. При цьому виявляли зв'язки, різні по силі (сильні, слабкі, помірні та ін.) і різні по напрямку (прямі, зворотні). Якщо зв'язки виявлялися істотними, тоді доцільно було знаходження їх математичного вираження у виді регресійної моделі й оцінювання статистичної значимості моделі. Електронні таблиці роблять такий аналіз легко доступним.

Для аналізу і прогнозування даних було побудовано лінії тренда, що найкраще апроксимує (наближає) дійсну тенденцію динамічного ряду значень. При цьому, шляхом використання регресійного аналізу, можна продовжити лінію тренда в діаграмі за межі реальних даних для прогнозу майбутніх значень.

Для оцінки якості отриманої моделі програма вичислила декілька коефіцієнтів, які необхідно порівняти з відомими статистичними критеріями і оцінити модель.

Коефіцієнт детерміації  $R^2$  – це квадрат множинного коефіцієнта кореляції

між спостережуваним значенням  $Y$  і його теоретичним значенням, обчисленим на основі моделі з певним набором факторів. Коефіцієнт детерміації вимірює дійсність моделі і відображає близькість значень лінії тренда до фактичних даних. Він може приймати значення від 0 до 1. Чим більше величина цього показника, тим достовірніше лінія тренда.. Найбільш надійна лінія тренда, для якої значення  $R^2$  рівне або близьке до 1. Ця величина особливо корисна для порівняння ряду різних моделей і вибору найкращої моделі.

При підборі лінії тренда до даних Excel автоматично розраховує значення  $R^2$ , це значення можна відобразити на діаграмі.

На початку роботи по оптимізації параметрів запропонованого конструктивного елементу, що зменшує зношуваність поверхневого тканевого покриття диванів, проведено дослідження параметрів щільності, ваги, товщини стінок різних видів надувних накидок-оболонок. Результати досліджень представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика показників надувних накидок-оболонок

Найменування матраців Розмір (Ш*Д*В), см 55*241*18	Характеристика показників		
	Щільність матеріалу, кг/м <sup>3</sup>	Вага матрацу, кг	Товщина стінок матрацу, см
INTEX CLASSIC	420	7,7	48
TWIN RISING COMFORT	400	7	48
QUEEN INTEX	350	6,5	48
TWIN AIRBED INTEX	300	5,25	48
TWIN DELUXE PILLOW REST	195	3,1	48
Новий	252	4,7	48

Для побудови математичної моделі були виконані такі дії:

- 1) Побудовано XY-діаграму вихідного динамічного ряду;
- 2) Щигликом лівої кнопки миші (ЛКМ) виділено лінію показника, для побудови тренду;
- 3) Далі натиснули правою кнопкою миші (ПКМ) по маркірованій лінії для відкриття контекстно-залежного меню;
- 4) Вибрали опцію «Добавить линию тренда.»;
- 5) У діалоговому вікні типів тренда, що відкрилося, вибрали один тип. Вікно «Линия тренда» дало можливість моделювати тренд, використовуючи п'ять основних типів регресії: лінійну, логарифмічну, поліноміальну, степеневу, експоненціальну. Вибрано поліноміальну форму тренду третього порядку.
- 6) У тім же вікні вибрали вкладку «Параметры»;
- 7) У діалоговому вікні параметрів тренда, що відкрилося, встановили

прапорець «Показувать уравнение на диаграмме» і прапорець «Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации  $R^2$ ».

В результаті отримали рівняння регресії (математичну модель) та квадрат коефіцієнта кореляції  $R^2$  для поліноміального тренду. Згідно вищевказаному алгоритму було побудовано степеневий тренд (рис. 1, 2).

Отримані формули та коефіцієнти детермінації (квадрат коефіцієнта кореляції  $R^2$ ) наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Зведена таблиця отриманих формул трендів та коефіцієнтів детермінації

Формули трендів та коефіцієнтів детермінації	
Степеневий	$y = 0,0088x^{1,123}$ $R^2 = 0,9792$
Поліноміальний	$y = 3 \cdot 10^{-7}x^3 - 0,0003x^2 + 0,1129x - 9,853$ $R^2 = 0,9894$

Після аналізу отриманих трендів між собою і з експериментальними даними був обраний тренд, який найкращим образом описує експериментальні дані, - поліноміальний 3 степені з рівнянням  $y = 3 \cdot 10^{-7}x^3 - 0,0003x^2 + 0,1129x - 9,853$  і з коефіцієнтом детермінації  $R^2 = 0,9894$ .

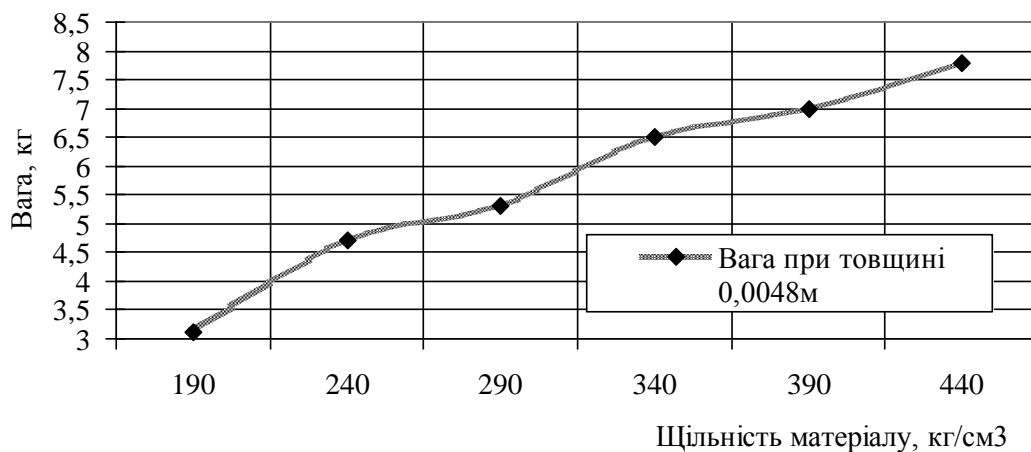


Рис. 1 – Залежність ваги нового елемента від щільності матеріалу

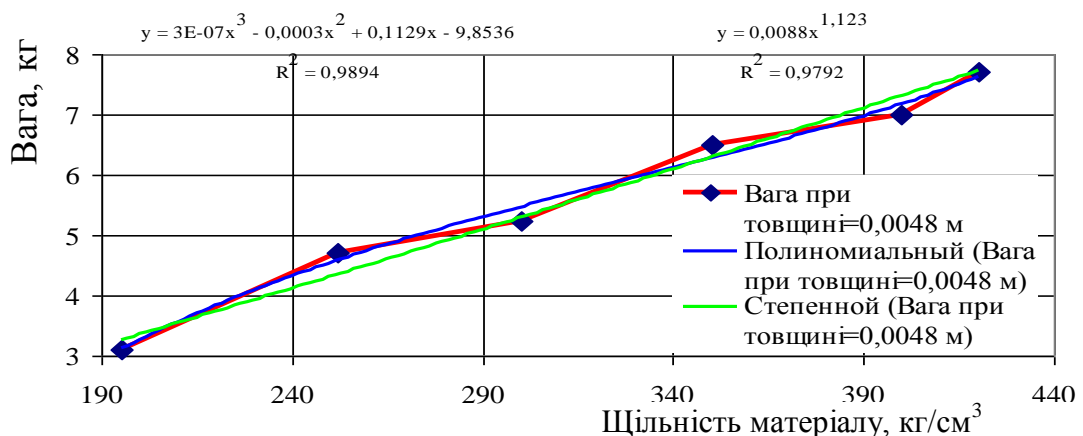


Рис. 2 – Отримані лінії трендів та рівняння регресій залежності ваги нового елемента від щільності матеріалу

В таблиці 3 наведено результати обчислень нарисних статистик для вихідної сукупності даних засобами MS Excel.

Таблиця 3 – Результати обчислень нарисних статистик для вихідної сукупності даних засобами MS Excel

Середнє	5,708333333
Стандартна помилка	0,690219369
Медіана	5,875
Мода	2
Стандартне відхилення	1,690685265
Дисперсія вибірки	2,858416667
Ексцес	-0,571937181
Асиметричність	-0,516199634
Інтервал	4,6
Мінімум	3,1
Максимум	7,7
Сума	34,25
Рахунок	6
Найбільший (1)	7,7
Найменший (1)	3,1
Рівень надійності (95,0%)	1,774265373

Обране значення середнього рівня показника перераховується з урахуванням довірчого інтервалу. Так, згідно графіку поліноміального тренду найкраще значення ваги нового елемента становить 4,7 кг при щільності матеріалу 252 кг/м<sup>3</sup>. Його нижня та верхня границі будуть становити:

$$\text{від } (4,7-2,93) = 1,77 \text{ кг до } (4,7+1,77) = 6,47 \text{ кг,}$$

де 1,77 – це довірчий інтервал при рівні надійності 95% (табл. 3).

**Висновки.** Проаналізувавши побудовану математичну модель і результати досліджень відносно параметрів конструктивного елемента можна зробити такі висновки: для збільшення стійкості меблевих тканин м'яких меблів до тертя, при відпочику у ночі, за оптимальний варіант було обрано новий конструктивний елемент з розмірами 55\*241\*18 см, з товщиною стінок 48 мм та вагою без насосу 4,7 кг. При використанні більш щільного матеріалу для вироблення нового конструктивного елемента значно збільшується вага.

**Список літератури:** 1. *Логінова Г.* Мягкая мебель: классика и новаторство [Текст] / *Г. Логінова* // Секретарь-референт. – январь. – 2007. – 47с. 2. *Анурьев С.* Анализ основных тенденций на мировом и российских мебельных рынках [Текст] / *С. Анурьев, О. Сутырин* // Управление компанией. – 2005. – №4. – С. 45-52. 3. *Lyons. R. (n.d).* Restlife. Net. Retrieved from Underdstanding the basics of wood. Furniture specification and construction techniques: [http://reslife.net/html/facilities\\_0400a.html](http://reslife.net/html/facilities_0400a.html). 4. *Дюкарева Г.* Експертна оцінка споживчих властивостей зразків м'яких меблів [Текст] / *Г. І. Дюкарева, В. О. Акмен, К. І. Панченко* // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових

виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнародна науково-практична конференція присвячена 40-річчю ХДУХТ, 17 жовтня 2007 р. – Харків, 2007. – С. 181-182. **5.** Fauzi. A. (2014). Quality of furniture. Jengka. Pahang. **6.** Дюкарева Г. І. Порівняння споживчих якостей тканин, що використовуються для оздоблювання м'яких меблів [Текст] / Г. І. Дюкарева, В. О. Акмен, Н. О. Стрікова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. Наук. праць / ХДУХТ. – X, 2007. – № 1. – С.340-345. **7.** Sudin. D. R. (1998). Testing Services Provided by FRIM Which Are Accredited By ISO 17025. Runiture Testing Laboratory. 1-37. **8.** Izzah Azimah Binti. (2014). Furniture technology Universiti teknologi mara (UiTM) Jengka Pahang: <http://www.slideshare.net/izzahnoah/furniture-quality>. **9.** Толбатов Ю. А. Загальна теорія статистики засобами EXCEL [Текст] : навчальний посібник / Ю. А. Толбатов // Четверта хвиля. – К, 1999. – 224 с. **10.** Guerriero, F., De Rango, F., Marano, S. & Bruno, E. (2009). A biobjective optimization model for routing in mobile ad hoc networks, Applied Mathematical Modelling 33(3): 1493–1512. **11.** Парнаев А. Ю. Использование MS EXCEL и VBA в экономике и финансах [Текст] / А. Ю. Парнаев. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 1999. – 336 с. **12.** Mieke Boon (2008). Diagrammatic Models in the Engineering Sciences. Foundations of Science 13 (2):127-142. **13.** Colleen Murphy, Paolo Gardoni & Charles Harris (2011). Classification and Moral Evaluation of Uncertainties in Engineering Modeling. Science and Engineering Ethics 17 (3):553-570.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Logynova G. (2007). Soft furniture: the classics and innovation. Secretary-reviewer, January, 47. **2.** Anur'ev S., Sutyryn O. (2005). Analysis of basic tendencies on world and rosyyskykh furnitures markets. Management by a company, № 4, 45-52. **3.** Lyons. R. (n.d.). Restlife. Net. Retrieved from Underdntanding the basics of wood. Furniture specification and construction techniques: [http://reslife.net/html/facilities\\_0400a.html](http://reslife.net/html/facilities_0400a.html). **4.** Dyukareva G. I., Akmen V. A., Panchenko K. I. (2007). Expert estimation of consumers properties of standards of soft furnitures. Strategic directions of development of ente. rprises of food productions restaurant economy and trade. Kharkov: An international naukovvo-prraktichna conference is devoted to 40-to the years KHDUKHT, 181-182. **5.** Fauzi. A. (2014). Quality of furniture. Jengka. Pahang. **6.** Dyukareva G. I., Akmen V. A., Strykova N. O. (2007). Comparison of consumers internalss of fabrics which are used for finishing of soft furnitures. Progressive technician and technology of food productions of restaurant economy and trade. Kharkov : Collection of scientific labours KHDUKHT, № 1, 340-345. **7.** Sudin. D. R. (1998). Testing Services Provided by FRIM Which Are Accredited By ISO 17025. Runiture Testing Laboratory. 1-37. **8.** Izzah Azimah Binti. (2014). Furniture technology Universiti teknologi mara (UiTM) Jengka Pahang: <http://www.slideshare.net/izzahnoah/furniture-quality>. **9.** Tolbatov YU. A. (1999). General theory of statistics by facilities of EXCEL. Fourth wave, 224. **10.** Guerriero, F., De Rango, F., Marano, S. & Bruno, E. (2009). A biobjective optimization model for routing in mobile ad hoc networks, Applied Mathematical Modelling 33(3): 1493–1512. **11.** Parnaev A. YU. (1999). Use of MS EXCEL and VBA in an economy and finances. Saint Petersburg: BKHV, 336. **12.** Mieke Boon (2008). Diagrammatic Models in the Engineering Sciences. Foundations of Science 13 (2):127-142. **13.** Colleen Murphy, Paolo Gardoni & Charles Harris (2011). Classification and Moral Evaluation of Uncertainties in Engineering Modeling. Science and Engineering Ethics 17 (3):553-570.

Надійшла (received) 10.10.2014

## УДК 519.872

**С. В. ПУСТОВА**, канд. техн. наук, докторант, Національний авіаційний університет, Київ

### МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ $G / G / c / 0 / L // G$ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Використовуючи метод Монте-Карло, було розроблено алгоритм моделювання СМО типу  $G / G / c / 0 / L // G$ , тобто багатоканальної системи обслуговування із загальним вхідним

© С. В. ПУСТОВА, 2014