

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-71>

УДК 65.018

## ВИКОРИСТАННЯ НОРМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ В УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

## USE OF NORMAL DISTRIBUTION IN QUALITY MANAGEMENT IN APPAREL AND FOOTWEAR INDUSTRY ENTERPRISES

**Бондаренко Світлана Михайлівна**

кандидат економічних наук, доцент,  
Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7183-1395>

**Bondarenko Svitlana**

Kyiv National University of Technologies and Design

У статті запропоновано підходи до використання статистичних методів в управлінні якістю на підприємстві легкої промисловості. В умовах глобалізації при масовому виробництві одягу та взуття для формування оптимального розмірно-повнотного асортименту потрібна інформація про споживачів різних ринків світу, які можуть відрізнятися антропометричними розмірами. Для вирішення цього завдання пропонується використання нормального розподілу. Нормальний розподіл – найважливіший розподіл для неперервних випадкових величин – величин, можливі значення яких безперервно заповнюють деякий інтервал на числовій осі дійсних значень. Метричні розміри фешн виробів є неперервними величинами. Внаслідок дії різноманітних чинників ознака якості може набувати різних значень. Точне значення, яке може набути ознака, є невідомим і носить випадковий характер під дією варіації. Набуття ознакою одних значень є частішим, ніж інших, тобто поява певних значень є імовірнішою, ніж поява інших. Застосування нормального розподілу для формування оптимального розмірно-повнотного асортименту продукції легкої промисловості розглянуто на прикладі визначення відсотку жінок, які мають стандартний і нестандартний зріст.

**Ключові слова:** якість, нормальний розподіл, неперервна ознака якості, крива Гаусса, стандартизація нормального розподілу.

В статье предложены подходы к использованию статистических методов в управлении качеством на предприятии легкой промышленности. В условиях глобализации при массовом производстве одежды и обуви для формирования оптимального размерно-полнотного ассортимента требуется информация о потребителях разных рынков мира, которые могут отличаться антропометрическими размерами. Для решения данной задачи предлагается внедрение нормального распределения. Нормальное распределение – важнейшее распределение непрерывных случайных величин – величин, возможные значения которых непрерывно заполняют некоторый интервал на числовой оси действительных значений. Метрические размеры фэшн изделий являются непрерывными величинами. В результате действия различных факторов признак качества может принимать различные значения. Точное значение, которое может приобрести признак, неизвестно и носит случайный характер под действием вариации. Приобретение признаком одних значений чаще, чем других, то есть появление определенных значений вероятнее, чем появление других. Применение нормального распределения при формировании оптимального размерно-полнотного ассортимента продукции легкой промышленности рассмотрено на примере определения процента женщин, имеющих стандартный и нестандартный рост.

**Ключевые слова:** качество, нормальное распределение, непрерывный признак качества, кривая Гаусса, стандартизация нормального распределения.

The article proposes approaches to the use of statistical methods in quality management in the garment and footwear industries, which ensures the correct collection, quantitative analysis of information and qualitative interpretation of the results. In the context of globalization of the world economy, the importance of developing approaches to the collection of statistical information is growing. The entry of the enterprises of the garment and footwear industry of Ukraine on the world markets under its own brand requires knowledge and information about the consumers of the global market. Consumers in different markets around the world may differ in anthropometric size. The enterprise of

garment and footwear industry in mass production requires knowledge of various human anthropometric indicators, the main of which are the linear dimensions of the body in order to develop the optimal size and complete range of clothing and footwear. It is possible to study consumers in this case on the basis of use of statistical methods. World experience shows that high quality products have been achieved by enterprises and organizations that have used statistical methods of quality management. To form the optimal size and complete range of fashion products, it is proposed to use a normal distribution. Normal distribution is the most important distribution for continuous random variables – quantities whose possible values continuously fill some interval on the numerical axis of real values. Metric sizes of fashion products are continuous values. Due to the impact of various factors, the quality mark can take on different meanings. The exact meaning that the sign can acquire is unknown and is random under the influence of variation. Acquisition of a sign of some values is more frequent than others, ie the appearance of certain values is more likely than the appearance of others. The practical value of the study lies in the possibility of using the normal distribution to form the optimal size and complete range of light industry products, as demonstrated by the example of determining the percentage of women who have standard and non-standard height.

**Keywords:** quality, normal distribution, continuous quality trait, Gaussian curve, standardization of normal distribution.

**Постановка проблеми.** В умовах глобалізації світової економіки зростає значення розробки підходів до збору статистичної інформації. Вихід підприємств легкої промисловості України на світові ринки під власним брендом потребує інформації про ємність ринків та знань про споживачів глобального ринку. Споживачі різних ринків світу можуть відрізнятися антропометричними розмірами. Підприємство легкої промисловості при масовому виробництві одягу та взуття потребує знання різних антропометричних показників людини, основними з яких є лінійні розміри тіла з метою розробки оптимального розмірно-повнотного асортименту одягу та взуття. Вивчати споживачів у цьому випадку можливо і доцільно на основі використання статистичних методів. Світовий досвід показує, що високої якості продукції досягли підприємства та організації, які застосовували статистичні методи управління якістю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У економічній літературі підходи до підвищення якості, розробки і впровадження систем управління якістю, досягнення ділової досконалості вже достатньо повно вивчені у працях Р. Бичківського, А. Ваймерскірх, П. Калити, В. Лапідуса, О. Момота, К. Рамперсада, С. Фомічева, М. Шаповала, О. Шубенкової та ін. Питання використання статистичних методів в процесах управління якістю на підприємствах розглянуті у працях С. Вардемана, Дж. М. Джоуба, Е. Векслера, В. Захожай, А. Чорного та ін. Питання забезпечення високої якості та конкурентоспроможності розглядалися у працях [1; 2; 8; 10]. У джерелах [3, 4; 7; 9] наведено підходи до використання статистичних методів у системах управління якістю на підприємствах. Це свідчить про стабільний інтерес до проблем якості у зарубіжній та вітчизняній науці.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є розробка методологічних та методичних підходів до використання статистичних

методів управління якістю на підприємствах легкої промисловості, зокрема нормального розподілу. Виходячи із мети було поставлено і вирішено наступні завдання:

- обґрунтувати доцільність застосування нормального розподілу в системі управління якістю на підприємствах легкої промисловості;
- висвітлити методологічні основи та розробити методичні підходи до використання нормального розподілу у практичній діяльності підприємств легкої промисловості.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У ринковій економіці підприємства та організації незалежно від форм власності функціонують в умовах конкуренції, за яких змушені боротися за виживання на ринку. Одним із вирішальних чинників їх ринкового успіху стає якість продукції, що випускається та послуг, які надаються. У відповідності до міжнародного стандарту ISO 9000:2015, якість – це ступінь, до якого сукупність власних характеристик об'єкта задовольняє вимоги [5].

Інструментом забезпечення високої якості пропозиції в системі управління якістю на підприємстві є статистичне управління якістю, яке забезпечує правильне збирання, кількісний аналіз інформації та якісне тлумачення отриманих результатів. У стандарті ISO 9001: 2015 [6] використання статистичних методів в системах управління якістю прямо не вимагається, а тільки опосередковано. У цьому стандарті є вимога використання методів, в тому числі статистичних. Статистичні методи забезпечують ефективно управління підприємством та забезпечують економію матеріальних, фінансових, людських ресурсів та робочого часу. Зокрема, перспективним є застосування нормального розподілу до неперервних ознак якості, якими є метричні розміри фешн виробів.

У результаті варіації невідомо, яке конкретне значення прийме ознака в окремому випадку/експерименті. Ознаки, значення яких

розсіюються, розглядаються як «випадкові величини» або «випадкові змінні». Випадкова величина – величина, діапазон значень якої відомий, але про яку невідомо, яке саме значення вона прийме в конкретному випадку.

Взаємозв'язок між можливими значеннями випадкової величини та ймовірностями цих значень описується за допомогою розподілу, який демонструє, яким чином можливі значення випадкової величини розсіяні у певному інтервалі. В економіці достатньо часто застосовується нормальний розподіл для неперервних ознак. За допомогою статистичних методів можна описати, передбачити та спрогнозувати очікувані у майбутньому результати.

Нормальний розподіл – найважливіший розподіл для неперервних випадкових величин – величин, можливі значення яких безперервно заповнюють деякий інтервал на числовій осі дійсних значень. Неперервними величинами є: метричні розміри фешн виробів, (довжина, ширина, висота), а також вартість основних фондів, обсяги виробництва у вартісному вираженні та ін. Диференційна функція нормального розподілу має вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Графік диференційної функції нормального розподілу називають нормальною кривою Гаусса (рис. 1).

Нормальний розподіл має два параметри:

$\mu$  – математичне очікування кількості подій на вибірку, або середня величина, центр налаштування процесу – це параметр розподілу, який характеризує положення на осі  $x$  значень процесу або значень деякої ознаки.  $\mu$  лежить в точці максимальної частоти попадання і кололоподібна крива Гаусса симетрична відносно  $\mu$ .

$\sigma$  – середнє квадратичне або стандартне відхилення, яке показує як широко розсіюються випадкові значення  $x_i$  навколо  $\mu$ . Геометрично стандартне відхилення характеризує відстань між точками перегину кривої Гаусса і середнім значенням  $\mu$ .

$\pm\sigma$  – точка першого перегину;

$\pm 2\sigma$  – точка другого перегину;

$\pm 3\sigma$  – точка третього перегину. Інтервал у третій точці перегину є інтервалом природного розсіювання.  $P = 99,73\%$ . Крива Гаусса дає відповідь на питання – з якою ймовірністю випадкова величина  $x$ , приймає значення в інтервалі природного розсіювання ( $\mu \pm 3\sigma$ ). За межами природного розсіювання значення з'являються дуже рідко (з ймовірністю  $P = 0,27$ ).

З практичної точки зору значимість кривої Гаусса полягає у тому, що частки площі під цією кривою всередині деякого інтервалу на осі  $x$  мають те саме значення, що й ймовірності попадання значень, що вимірюються, у відповідний інтервал.

Для вирішення практичних завдань проводиться стандартизація нормального розподілу за формулою:

$$x \rightarrow u = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

де  $x$  – індивідуальне значення ознаки у вибірці;

$u$  – стандартизоване значення ознаки у вибірці;

У результаті стандартизації отримуємо криву Гаусса – криву нормального розподілу в його стандартизованій формі. В цьому випадку визначити площу інтервалу реально, що і зроблено в стандартних таблицях нормального розподілу. Стандартизуючи нормальний розподіл маємо наступні характеристики:

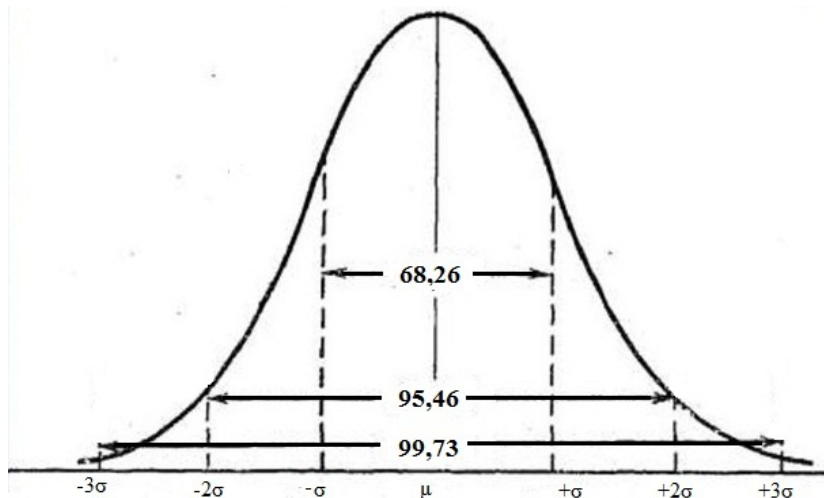


Рис. 1. Нормальний розподіл (крива Гаусса)

1. Центр налаштування процесу зміщується в точку 0;

2. Як одиниця вимірювання використовується  $\sigma$ .

У виробничих умовах межі значень деякого параметра задаються замовником або виробником. Вони називаються межами допусків або межами контрольних умов. Знаючи значення  $\mu$  та  $\sigma$  можна розраховувати частки перевищення заданих меж допусків.

Дуже часто виробникам одягу потрібно мати інформацію про зріст споживачів. Розглянемо, як з використанням нормального розподілу можна визначити кількість населення з тим чи іншим зростом. Припустимо, що виробник жіночого верхнього одягу хоче знати, яка частина дорослого жіночого населення має зріст менше 155 см, а яка – більше 185 см. Із доволі великої за обсягом послідовності вимірів були отримані середнє значення  $\mu$  і стандартне відхилення  $\delta$  росту жіночого дорослого населення:

$$\mu = 173,0 \text{ см}; \delta = 6,0;$$

$x_1$  – нижня межа = 155 см;

$x_2$  – верхня межа = 185 см.

Так як мова йде про зріст людини – ознака неперервна, тому він підпорядковується нормальному закону розподілу.

Відсоток жінок, нижчих за 155 см та вищих за 185 см знаходиться в два етапи:

1. Проводиться стандартизація нормального розподілу за формулою (2):

$$x_1 \rightarrow u_1 = \frac{155 - 173}{6} = -3$$

$$x_2 \rightarrow u_2 = \frac{185 - 173}{6} = 2$$

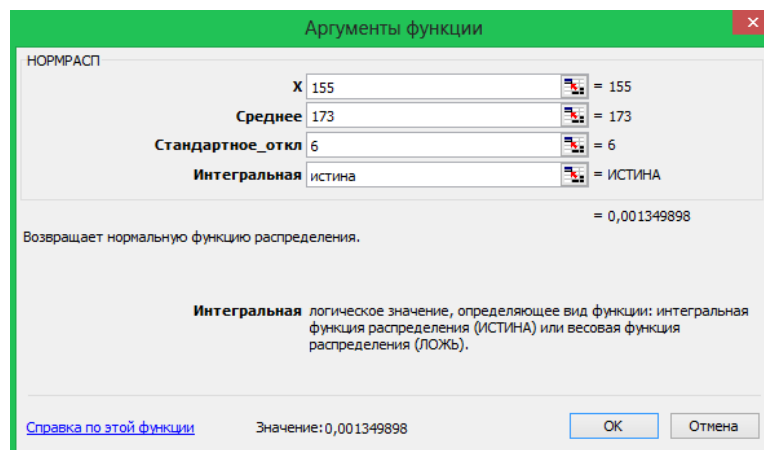
2. За таблицею нормального розподілу знаходиться відсоток жінок нижчих за 155 см та вищих за 185 см:

$$Q(3) = 0,00135 * 100 \% = 0,135 = 0,1 \%$$

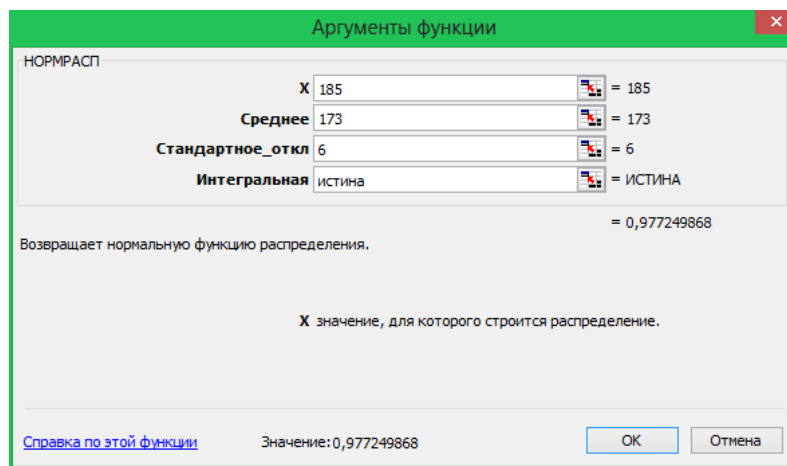
$$Q(2) = 0,02275 * 100 \% = 2,275 = 2,3 \%$$

$$0,1 + 2,3 = 2,4 \%$$

$Q(3)$  та  $Q(2)$  можна визначити в середовищі Excel:



$0,00135 * 100 = 0,1 \%$  – частина жінок, що мають зріст, нижчий за 155 см;



$(1 - 0,977) * 100 = 0,023 = 2,3 \%$  – частина дорослого жіночого населення, яка має зріст, вищий за 185 см.

Отже,  $2,3\% + 0,1\% = 2,4\%$  дорослого жіночого населення мають нестандартний зріст, з яких  $0,1\%$  нище за  $155\text{ см}$ , а  $2,3\%$  вище за  $185\text{ см}$ . Відповідно,  $97,6\%$  жінок мають стандартний зріст, на них і потрібно орієнтуватись при розробці розмірно-повнотного асортименту одягу. Ці дані можна використовувати також при розрахунках ємності ринку, на який виходить підприємство.

**Висновки.** Внаслідок дії різноманітних чинників ознака якості може набувати різних значень. Точне значення, яке може набути ознака

є невідомим і носить випадковий характер під дією варіації. Набуття ознакою одних значень є частішим, ніж інших, тобто поява певних значень є імовірнішою, ніж поява інших. Так, якщо мова йде про неперервні ознаки якості, то використовується нормальний закон розподілу. Запропоновано використання нормального розподілу на підприємствах легкої промисловості при масовому виробництві одягу та взуття при вивченні антропометричних особливостей споживачів різних ринків світу та формуванні оптимального розмірно-повнотного асортименту продукції.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бондаренко С.М., Касич А.О. Використання концепції загального управління якістю (TQM) в органах місцевого самоврядування. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2017. № 2. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1029>
2. Бондаренко С.М. Ділова досконалість підприємств як фактор конкурентоспроможності національної економіки України. *Економічний простір*. 2016. № 116. С. 200–208.
3. Бондаренко С.М. Використання біноміального розподілу в управлінні якістю на підприємстві. *Ефективна економіка*. 2019. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7272>
4. Бондаренко С.М. Використання розподілу Пуассона в системі управління якістю на підприємстві. *Причорноморські економічні студії*. 2020. Випуск 58–1. С. 108–112.
5. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. (ISO 9000:2015 IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 45 с.
6. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2015 IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 21 с.
7. Захожай В.Б., Чорний А.Ю. Статистика якості. Київ : МАУП, 2005. 576 с.
8. Касич А.О., Харькова Ж.В. Управління конкурентними перевагами підприємства. *Економічний аналіз*. 2016. № 2. С. 79–85.
9. Статистические методы управления качеством. Київ : Украинская ассоциация качества. Прирост-Академия, 2007. 129 с.
10. Цалко Т.Р., Невмержицька С.М. Система ключових показників ефективності як запорука ефективного управління бізнес-процесами в компанії. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. Випуск 6(74). С. 160–167.

#### REFERENCES:

1. Bondarenko S.M., Kasych A.O. (2017) Vykorystannia kontseptsii zahalnoho upravlinnia yakistiu (TQM) v orhanakh mistsevoho samovriadvannia [Use of the concept of total quality management (TQM) in local governments]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, no. 2. Retrieved from: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1029> (in Ukrainian)
2. Bondarenko S.M. (2016) Dilova doskonalistij pidpryjemstv jak faktor konkurentospromozhnosti nacionaljnoji ekonomiky Ukrainy [Business excellence of enterprises as a factor of competitiveness of the national economy of Ukraine]. *Ekonomichnyj prostir*, no. 116, pp. 200–208. (in Ukrainian)
3. Bondarenko S.M. (2019) Vykorystannia binomialnogo rozpodilu v upravlinni yakisty na pidpryemstvi [Use of Binomial distribution in quality management at the enterprise]. *Efektivna ekonomika*, no. 9. Retrieved from: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7272> (in Ukrainian)
4. Bondarenko S.M. (2020) Vykorystannia rozpodilu Puassona v systemi upravlinnia yakistiu na pidpryemstvi [The use of the Poisson distribution in the quality management system in the enterprise]. *Prychornomorski ekonomichni studii*, vol. 58–1, pp. 108–112. Retrieved from: [http://bses.in.ua/journals/2020/58\\_1\\_2020/20.pdf](http://bses.in.ua/journals/2020/58_1_2020/20.pdf) (in Ukrainian)
5. UkrNDNTs (2016) DSTU ISO 9000:2015 *Systemy upravlinnia yakistiu. Osnovni polozhennia ta slovnyk terminiv* [Quality management systems. Basic provisions and glossary of terms]. Kyiv: UkrNDNTs. (in Ukrainian)
6. UkrNDNTs (2016) DSTU ISO 9001:2015 *Systemy upravlinnia yakistiu. Vymohy* [Quality management systems. Requirements]. Kyiv: UkrNDNTs. (in Ukrainian)

7. Zaxozhaj V.B., Chornyj A.Yu. (2005) *Statystyka yakosti* [Quality statistics]. Kyiv: MAUP. (in Ukrainian)
8. Kasych A.O., Kharkova Zh.V. (2016) Upravlinnya konkurentnymy perevagamy pidpryyemstva [Management of competitive advantages of the enterprise]. *Ekonomichnyj analiz*, no. 2, pp. 79–85. Retrieved from: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1212/970> (in Ukrainian)
9. Ukrainskaja asociacija kachestva (2007) *Statisticheskie metody upravlenija kachestvom* [Statistical methods of quality management]. Kyiv: Ukrainskaja asociacija kachestva. Prirost-Akademija. (in Ukrainian)
10. Tsalko T.R., Nevmerzhytska S.M. (2019) Systema kliuchovykh pokaznykiv efektyvnosti yak zaporuka efektyvnoho upravlinnia biznes-protsesamy v kompanii. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomits*, vol. 6(74), pp. 160–167. Retrieved from: [http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/6\\_74\\_2\\_2019\\_ukr/21.pdf](http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/6_74_2_2019_ukr/21.pdf) (in Ukrainian)