

8. Менеджмент якості та управління продуктивністю операційної діяльності

Що таке менеджмент якості і чому він розвивався від контролю до вбудованої якості, як виміряти якість, як контрольні карти та індекси C_p і C_{pk} виявляють вихід процесу з-під контролю, з чого складається вартість якості і як управляти продуктивністю операційної системи.

🕒 60 хв читання

📅 18 термінів

ПРН

ПРНЗ

ПРН24

чернетка · оновлено 23.09.2026

Що ви зможете після теми

- ПРНЗ** Пояснювати зміст загального менеджменту якості та склад витрат на якість.
- ПРН24** Будувати контрольні карти за кількісною та альтернативною ознакою й тлумачити вихід процесу з-під контролю.
- ПРН24** Розраховувати індекси придатності процесу C_p і C_{pk} та робити висновок про здатність процесу.
- ПРНЗ** Оцінювати результативність операційної системи й обґрунтовувати заходи з підвищення продуктивності.

Наприкінці грудня 2022 року одна американська авіакомпанія скасувала 16 900 рейсів і залишила без польоту понад два мільйони пасажирів; конкуренти після того самого шторму відновилися за кілька днів, а вона — ні, і, за свідченнями профспілки пілотів, підвела не техніка, а система планування екіпажів під піковим навантаженням. Рік по тому регулятор оштрафував компанію на 140 мільйонів доларів, а сама вона вже встигла виплатити понад 600 мільйонів доларів повернень постраждалим клієнтам. Це і є вартість якості, порашована в грошах так само точно, як продуктивність у темі 1: якість — не властивість готового виробу, яку перевіряють наприкінці, а керованість процесу, і за її відсутність підприємство платить настільки ж реальну ціну, як за брак матеріалу чи простій обладнання.

Тема 8 розглядає якість не як гасло, а як керовану підсистему операційного менеджменту зі своїм понятійним апаратом, своїми показниками і своєю розрахунковою технікою: від означення якості й еволюції підходів до неї — через контроль сировини й статистичні контрольні карти — до індексів придатності процесу, вартості якості і того, як усе це разом позначається на продуктивності системи. Це завершальна тема курсу, і не випадково: вона повертається до показника, з якого курс почався, і показує, що продуктивність без якості — рахунок лише наполовину.

8.1 Загальний менеджмент якості: принципи та еволюція підходів

Якість — це рівень, до якого сукупність власних характеристик об'єкта задовольняє потреби чи очікування — сформульовані, загальнозрозумілі або обов'язкові. Означення навмисно не прив'язане до жодної конкретної властивості виробу: воно робить якість відносною — не абсолютною досконалістю, а відповідністю вимогам, — і тому та сама деталь може бути якісною для одного замовлення і непридатною для іншого, якщо вимоги розійшлися. У процесі управління якістю ці вимоги потрібно визначати для всіх «зацікавлених сторін», а не лише для кінцевого покупця.

❗ Дев'ять сторін одного рішення про якість

Управління якістю на підприємстві означає балансування інтересів усіх, хто зацікавлений у його діяльності: інвесторів, клієнтів, працівників, менеджменту компанії, суспільства, постачальників, конкурентів, держави і партнерів. Рішення, яке піднімає якість для клієнта коштом зростання браку в постачальника чи понаднормових у працівників, не є рішенням про якість — це перекладання витрат на іншу зацікавлену сторону.

Загальний менеджмент якості (Total Quality Management, TQM) — підхід до управління організацією, у якому якість — це не окрема функція поряд з іншими, а спосіб, яким приймається кожне рішення на кожному рівні: від стратегії до окремої операції. Управління якістю на підприємстві переслідує чотири цілі одразу — підвищити конкурентоспроможність і прибутковість за рахунок якості продукції та супутніх процесів, знизити всі види витрат і втримати економічну стабільність, дотримати вимог охорони довкілля і забезпечити цілеспрямований та системний вплив на параметри якості заради їхнього постійного поліпшення. Останнє слово в цьому переліку — ключове: TQM будується не на одноразовому досягненні норми, а на безперервному поліпшенні понад неї.

Сучасний менеджмент якості спирається на сім принципів, зафіксованих у міжнародному стандарті на системи управління якістю.

📄 Джерело

Сім принципів управління якістю: орієнтація на замовника, лідерство, залучення персоналу, процесний підхід, поліпшення, прийняття рішень на основі фактів, управління взаємовідносинами.

ISO 9000:2015 / ДСТУ ISO 9000:2015, розділ «Принципи управління якістю» (ISO-9000-01)

en-standard.eu  (<https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/>)

✓ перевірено 22.09.2026

Ці принципи не з'явилися одразу: менеджмент якості пройшов той самий шлях, що й уся дисципліна операційного менеджменту з теми 1, — від контролю до вбудованої властивості процесу. Найдовше домінував масовий контроль: готову продукцію перевіряли наприкінці лінії і вилучали брак постфактум, коли витрати на його виготовлення вже понесено. Едвардс Демінг сформулював зміну ставлення до контролю як окремий принцип управління: замість масового контролю необхідно «вбудовувати» якість у продукцію та процеси, щоб дотримання вимог забезпечувалося самим ходом роботи, а не перевіркою після неї. З цією ж зміною пов'язані й інші принципи Демінга — постійність мети щодо поліпшення якості, ліквідація міжфункціональних бар'єрів між підрозділами, усунення в працівників страху від повідальності за помилки і відмова від квот та норм, які оцінюють результат у відриві від якості. Послідовне застосування цих принципів формує цикл, який в операційному менеджменті називають циклом Демінга — Шухарта і який є конкретизацією процесного підходу з теми 1.



Джерело

Цикл «плануй — виконуй — перевіряй — дій» є основою процесного підходу: плануються цілі й ресурси, виконується заплановане, перевіряється результат проти цілей, за результатом перевірки вживаються дії.

ISO 9000:2015 / ДСТУ ISO 9000:2015, розділ «Основні поняття», цикл PDCA (ISO-9000-02)

[en-standard.eu](https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/)  [\(https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/\)](https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/)

✓ перевірено 22.09.2026

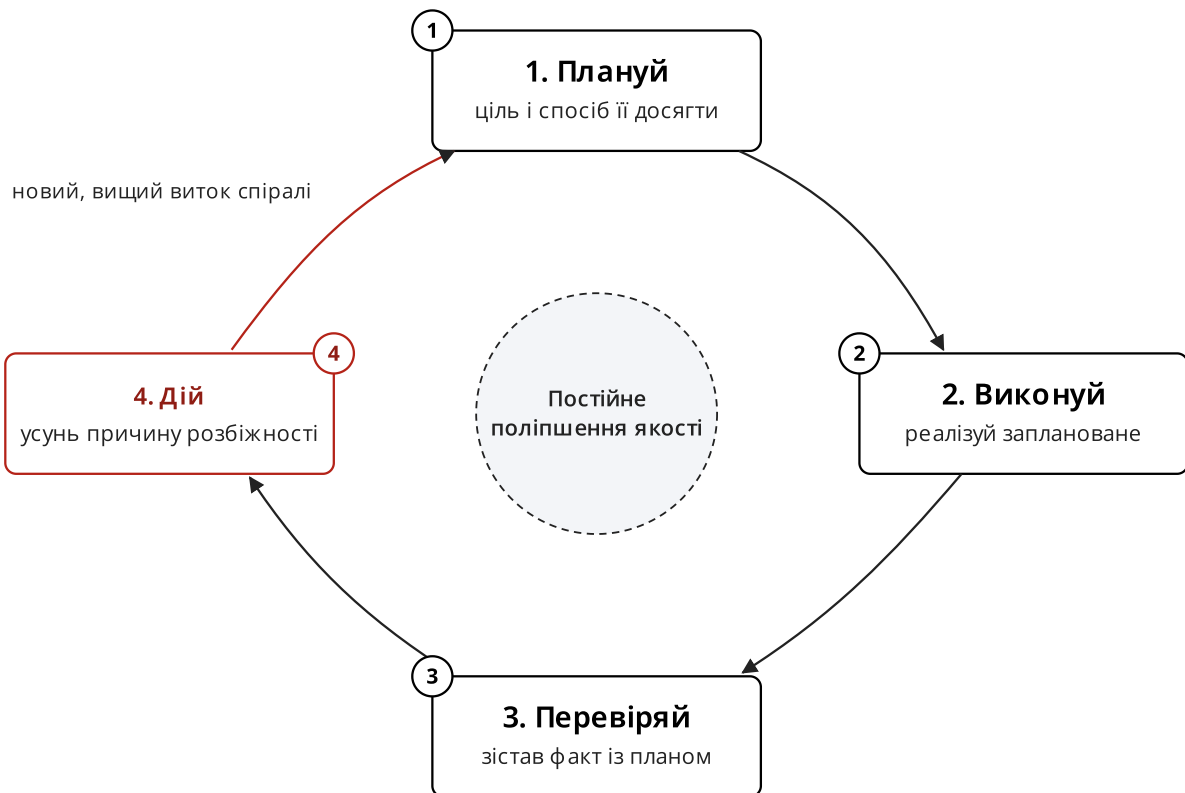


Рисунок 1. Цикл Демінга — Шухарта (PDCA): чотири кроки, які повторюються знову й знову, підіймаючи рівень якості по спіралі.

- ① Плануй — постав ціль щодо якості й визнач, як саме її досягти
- ② Виконуй — реалізуй заплановане в реальному процесі
- ③ Перевірять — зістав факт із планом і зафіксуй розбіжність
- ④ Дій — усунь причину розбіжності й закріпи поліпшення в новому стандарті

Чотири стрілки-сектори утворюють замкнене коло за годинниковою стрілкою: плануй, виконуй, перевіряй, дій. Від сектора «дій» стрілка веде назад до сектора «плануй», підписана як новий, вищий виток спіралі, що символізує постійне поліпшення, а не просто повторення того самого циклу. Сектор «дій» виділено карміновим як крок, без якого цикл вироджується у звітність.

Кейс. Toyota Production System: вбудована якість замість контролю на виході

Кейс за офіційною сторінкою Toyota; кількісних метрик виробництва чи якості офіційне джерело не наводить

У 1896 році Сакічі Тойода створив автоматичний ткацький верстат, який сам зупинявся, щойно рвалася нитка; за офіційним описом компанії, машина не просто виконувала роботу руками, а здобула здатність сама «робити судження» — це джерело принципу *jidoka*, який компанія визначає як «автоматизацію з людським обличчям»: коли виникає відхилення — несправність, дефект, затримка в роботі, — обладнання виявляє його й зупиняється самостійно, а не пропускає деталь далі конвеєром.

Офіційна сторінка компанії прямо протиставляє цей принцип масовому контролю: замість перевірки готових виробів наприкінці лінії і вилучення браку постфактум, якість вбудовують у кожен крок процесу так, щоб дефект не міг пройти далі свого робочого місця. У поєднанні з андон-сигналом — видимим і звуковим оповіщенням про зупинку — цей принцип перетворює контроль якості з окремої операції наприкінці лінії на властивість самого процесу.

Чим зупинка процесу при відхиленні (*jidoka*) принципово відрізняється від традиційного контролю готової продукції на виході?

Для теми 8 цей кейс показує еволюцію менеджменту якості в чистому вигляді: перехід від масового контролю до вбудованої якості — це саме та зміна ставлення до контролю, яку загальний менеджмент якості формулює як принцип, а Toyota довела до інженерного рішення на рівні окремого верстата. Зупинка процесу при відхиленні дешевша, ніж виявлення того самого дефекту на контролі готової продукції, бо не дає дефекту накопичитися чи поширитися далі за операцію, де він виник.

Межі кейсу: офіційний опис TPS не містить жодної кількісної метрики — ні рівня браку, ні частоти зупинок лінії, — тому приписувати *jidoka* конкретний числовий ефект без джерела не можна. Поширені в навчальній літературі цифри про частоту смикання андон-шнура на одному й тому самому заводі розходяться в різних вторинних джерелах у кілька разів, тому в цьому курсі жодна з них не використовується як факт.

Підсумок розділу. Якість — відповідність характеристик об'єкта сформульованим вимогам зацікавлених сторін, а не абсолютна досконалість. TQM переслідує одночасно конкурентоспроможність, зниження витрат, екологічність і постійне поліпшення, спираючись на сім принципів управління якістю та цикл PDCA. Історично менеджмент якості пройшов той самий шлях, що й уся дисципліна, — від контролю після факту до вбудованої властивості процесу.

8.2 Показники якості та нормативи якості товарів і послуг

Показники якості поділяють за тим, що саме вони вимірюють.

❶ Три аспекти якості

Виробнича якість — рівень дефектності продукції на виході процесу. Якість задоволеності споживача — ступінь, до якого продукт чи послуга влаштовують того, хто ними користується, а не того, хто їх виготовив. Якість для контракту — стабільність показників у довгостроковій поставці, тобто надійність постачальника як партнера, а не якості окремої партії. Три числа можуть розходитися: партія може пройти вхідний контроль (виробнича якість у нормі) і водночас не влаштувати клієнта форматом постачання (якість задоволеності — ні).

Методи оцінки якості так само різняться за природою даних: експертні методи спираються на кваліфіковану оцінку фахівця там, де немає простого вимірювального приладу; соціологічні — на опитування споживачів; статистичні — на розрахунок за вибіркою даних, і саме до цієї групи належить увесь інструментарій, який ця тема розглядає далі — контрольні карти й індекси придатності процесу. Окрему групу утворюють методи дослідження операцій, багатофакторний аналіз і методи інтелектуального аналізу даних, які шукають у великих масивах прихованих закономірностей — асоціації між подіями, послідовності пов'язаних у часі подій, класифікацію об'єктів за наперед заданими ознаками, кластеризацію без заданих груп і прогнозування поведінки системи в майбутньому; в управлінні якістю ці методи допомагають знайти зв'язок між умовами виробництва і виникненням дефекту там, де просте спостереження його не бачить.

Норматив якості — це показник, узятий не з власного досвіду підприємства, а зафіксований ззовні: державним стандартом, договором чи регулятором. Найпростіший приклад — норматив своєчасності послуги, встановлений законодавчо;

показник відповідності йому рахують так само, як і будь-який інший показник якості, лише порівнюють не із внутрішнім цільовим значенням, а із зовнішньою межею.

Кейс. Укрпошта: законодавчий норматив проти вимірної своєчасності

Кейс за чинним нормативним актом і офіційними даними; показники потужності сортувальних ліній — позиція компанії

Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 22 грудня 2025 року № 1833 встановлює нормативні строки пересилання поштових відправлень як державні соціальні стандарти: для 85 відсотків внутрішніх відправлень норматив становить день подання плюс три дні, а для 97 відсотків — день подання плюс п'ять днів; конкретний строк додатково залежить від маршруту — від плюс двох днів у межах населеного пункту до плюс п'яти днів між різними областями.

За офіційними підсумками, які наприкінці 2025 року оприлюднило Мінрозвитку громад та територій, компанія завершила автоматизацію сортувальних потужностей і того року досягла рівня своєчасної доставки 97–98 відсотків. Сама компанія за наступний період звітувала про власний показник своєчасності в діапазоні 97,8–98,02 відсотка: спершу заявила «близько 97,8 відсотка», а згодом в іншому звіті назвала 98,02 відсотка за травень. Державний норматив і корпоративний показник стосуються того самого поняття — своєчасності доставки, — але отримані принципово по-різному: перший заданий актом як зовнішня норма, другий порахувала сама компанія без незалежного аудиту.

Чим показник, який компанія рахує сама, відрізняється від нормативу, встановленого державою як соціальний стандарт?

Для теми 8 кейс — готовий приклад того, як вимірюють якість послуги проти зовнішньої норми: закон задає межу, яку оператор зобов'язаний витримати, а власний показник компанії показує, наскільки вона цю межу перевищує. Тут запас начебто чималий — 97,8–98,02 відсотка проти нормативних 85 відсотків для строку Д+3, — але висновок про запас коректний лише за умови, що обидва числа виміряні за однією методикою, а про офіційну (державну) перевірку дотримання нормативу відкриті джерела не повідомляють.

Межі кейсу: показники потужності сортувальних ліній — «до двох мільйонів відправлень на добу», «швидкість сортування у вісім разів вища» — позиція компанії, навіть коли їх переказує міністерство; незалежного аудиту немає. Дати завершення автоматизації в джерелах розходяться: міністерство називає 2025 рік, компанія оголошує повну автоматизацію в травні 2026 року — ймовірно, йдеться про різні етапи (посилки проти листів і газет).

Підсумок розділу. Показники якості поділяють на виробничі, показники задоволеності споживача і показники для контракту; вони вимірюються експертними, соціологічними й статистичними методами, серед яких і методи дослідження великих масивів даних. Норматив якості перетворює один із цих показників на зовнішню межу, яку підприємство зобов'язане витримати, і порівняння з таким нормативом — окрема розрахункова задача, не залежна від того, наскільки добре показник виглядає сам по собі.

8.3 Планування якості та організаційне забезпечення якості

Об'єктами управління якістю є процеси, що відбуваються на всіх стадіях життєвого циклу продукту й разом утворюють «петлю якості»: від дослідження ринку й проектування — через постачання, виробництво, контроль і пакування — до розподілу, монтажу, експлуатації і, зрештою, утилізації. Ідея петлі проста, але дисциплінує: якість, яку не заклали на стадії проектування, неможливо повністю компенсувати контролем на виробництві, а якість, втрачену під час транспортування чи монтажу, неможливо приписати заводу, який виготовив бездоганну деталь.

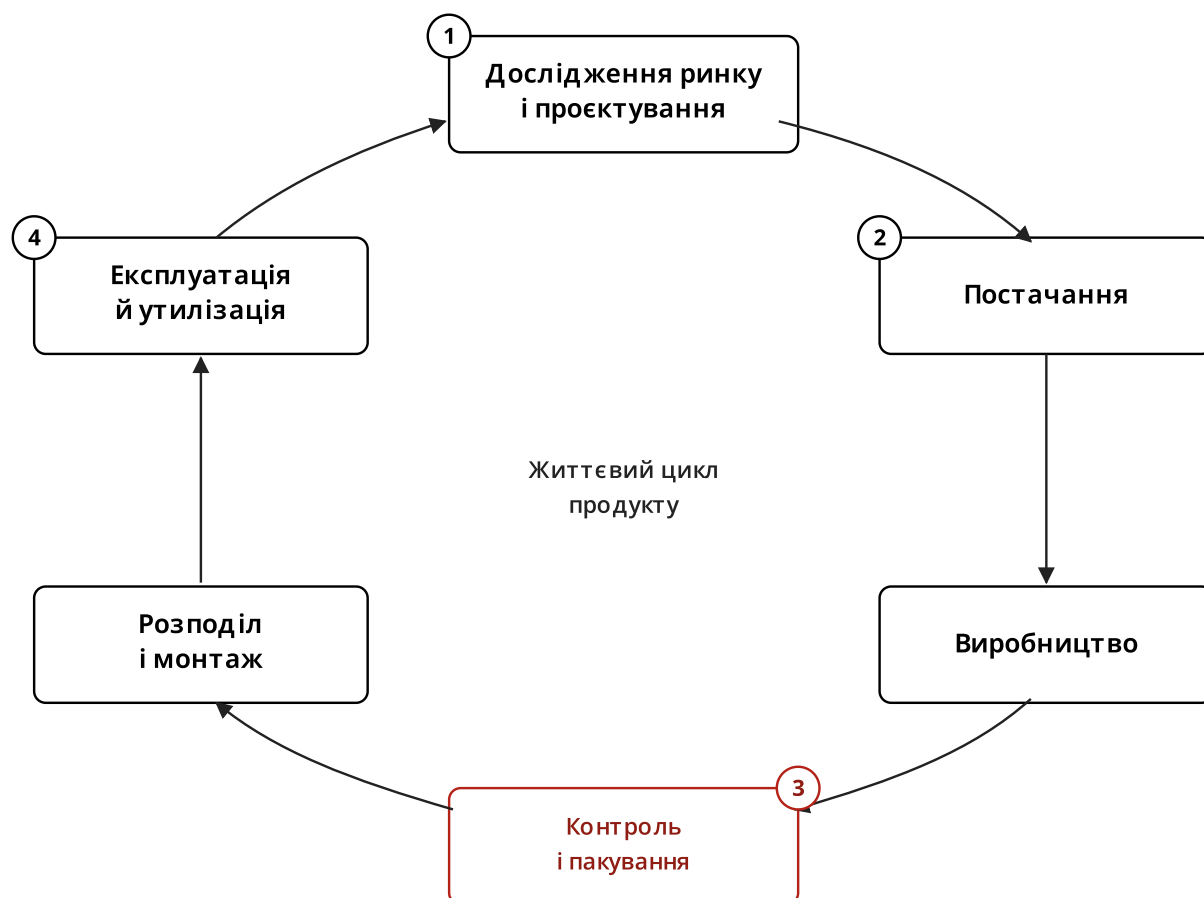


Рисунок 2. Петля якості: якість забезпечується на кожній стадії життєвого циклу продукту, а не лише на виробництві.

- ① Дослідження ринку й проєктування задають вимоги, які вже неможливо наздогнати пізніше
- ② Постачання й виробництво — стадії, де традиційно зосереджений контроль
- ③ Контроль, пакування і розподіл — де якість або підтверджують, або втрачають при передачі
- ④ Монтаж, експлуатація й утилізація — стадії, які часто випадають з поля зору виробника

Замкнене коло з шести секторів за годинниковою стрілкою: дослідження ринку і проєктування, постачання, виробництво, контроль і пакування, розподіл і монтаж, експлуатація й утилізація. Стрілки між секторами йдуть по колу, підкреслюючи, що останній сектор знову виходить на дослідження ринку наступного покоління продукту. Сектор «контроль і пакування» виділено карміновим як межа, де якість або підтверджують, або втрачають під час передачі до наступної стадії.

Організаційне забезпечення якості діє на трьох рівнях управління підприємством одночасно, і кожен рівень відповідає за своє. На рівні організації вище керівництво офіційно формулює й декларує наміри, напрями та цілі діяльності щодо якості — це та сама політика у сфері якості й ті самі цілі у сфері якості, які встановлює міжнародний стандарт.

Джерело

Найвище керівництво демонструє лідерство й відданість щодо системи управління якістю: бере відповідальність за її результативність, установлює політику і цілі у сфері якості, сумісні зі стратегічним напрямом організації.

ISO 9001:2015 / ДСТУ ISO 9001:2015, п. 5 (ISO-9001-04)

✓ перевірено 22.09.2026

На рівні підрозділів формулюють завдання, виділяють ресурси і встановлюють критерії оцінювання діяльності, пов'язані із забезпеченням якості конкретної продукції чи послуги; тут політика зверху перетворюється на план і бюджет. На рівні персоналу закріплюють відповідальність, повноваження і відносини виконавців усіх рівнів щодо питань якості — без цього на крайній ланці політика лишається декларацією, яку ніхто конкретно не виконує.

Джерело

Організація встановлює цілі у сфері якості для відповідних функцій, рівнів і процесів та планує, як їх буде досягнуто: що буде зроблено, які ресурси знадобляться, хто відповідальний, коли це буде завершено і як оцінюватимуть результати.

ISO 9001:2015 / ДСТУ ISO 9001:2015, п. 6.2 (ISO-9001-07)

✓ перевірено 22.09.2026

Систему управління якістю складають чотири елементи, узгоджені між собою: відповідальність керівництва, управління ресурсами, процеси виробництва та реалізації продукції, а також вимірювання, аналізування й поліпшення. Останній елемент замикає систему в цикл: без вимірювання неможливо перевірити план, без

аналізування — зрозуміти причину розбіжності, без поліпшення — усунути її на майбутнє. Це та сама логіка замкненого циклу управління, яку тема 1 вводить для операційного менеджменту загалом, застосована тепер саме до якості.

Підсумок розділу. Якість забезпечується на всіх стадіях життєвого циклу продукту — «петлі якості», а не лише на виробництві. Організаційне забезпечення якості діє на трьох рівнях: організація формулює політику й цілі, підрозділи перекладають їх у завдання й ресурси, персонал несе конкретну відповідальність. Система управління якістю тримається на чотирьох елементах, останній з яких — вимірювання, аналізування й поліпшення — замикає її в керований цикл.

8.4 Контроль якості сировини, матеріалів, товарів і послуг; програми забезпечення якості

Контроль якості починається не на виході готової продукції, а на вході. Вибірковий контроль перевіряє партію сировини, матеріалів чи готової продукції за вибіркою обмеженого обсягу замість суцільного контролю кожної одиниці: з партії беруть вибірку заданого розміру, перевіряють її і за результатом ухвалюють рішення прийняти чи забракувати всю партію. Це компроміс між двома крайнощами — суцільний контроль надійний, але коштує стільки ж, скільки й саме виробництво, а відсутність контролю взагалі передає ризик дефекту далі процесом без жодної перевірки; вибірковий контроль свідомо приймає малий ризик пропустити дефектну партію заради різкого зниження витрат на перевірку.

Контроль виробництва й надання послуг має відбуватися в керованих умовах — так формулює це міжнародний стандарт, і формулювання варте уваги: керовані умови означають наявність критеріїв, придатного обладнання, кваліфікованого персоналу й перевірки на визначених етапах, а не просто «пильність працівників».



Джерело

Організація впроваджує виробництво та надання послуг у керованих умовах: наявність документованої інформації, придатних ресурсів моніторингу й вимірювання, компетентного персоналу і виконання дій із верифікації на визначених етапах.

ISO 9001:2015 / ДСТУ ISO 9001:2015, п. 8.5.1 (ISO-9001-11)

✓ перевірено 22.09.2026

Коли невідповідність усе ж виявлено, стандарт вимагає двох різних дій одразу: не випустити невідповідну продукцію далі процесом і усунути причину, а не лише наслідок.



Джерело

Організація забезпечує, щоб виходи процесів, продукція та послуги, які не відповідають вимогам, були ідентифіковані й контрольовані для запобігання їх непередбаченому використанню чи постачанню.

ISO 9001:2015 / ДСТУ ISO 9001:2015, п. 8.7 (ISO-9001-12)

✓ перевірено 22.09.2026



Джерело

У разі невідповідності організація реагує на неї, оцінює потребу в діях щодо усунення причин, з тим щоб вона не повторилася, і аналізує результативність ужитих коригувальних дій.

ISO 9001:2015 / ДСТУ ISO 9001:2015, п. 10.2 (ISO-9001-16)

✓ перевірено 22.09.2026

Програма забезпечення якості спирається на невеликий набір інструментів, які разом закривають цикл «знайти — зрозуміти причину — усунути». Діаграма Парето упорядковує причини чи види дефектів за спаданням частоти й одразу показує, яка нечисленна група причин дає більшість втрат — саме на неї варто спрямувати ресурс поліпшення першою, а не розпорошувати його на весь перелік порівну. Діаграма Ісікави, або схема «риб'ячий кістяк», структурує можливі причини вже виявленої проблеми за категоріями — персонал, обладнання, матеріали, метод, середовище, вимірювання — і допомагає командному обговоренню дійти до кореневої причини, а не зупинитися на першому-ліпшому поясненні.

Кейс. Intel «Copy Exactly!»: статистична дисципліна без компенсаційних підлаштувань

Кейс за первинною публікацією Intel Technology Journal 1998 року; сучасних кількісних показників ефекту немає

У статті інженера компанії Intel, опублікованій в Intel Technology Journal 1998 року, метод «Copy Exactly!» описано як створений для покоління техпроцесу 0,5 мкм і побудований на одному принципі: усе, що може вплинути на процес чи на спосіб його виконання, копіюється до найдрібнішої деталі — діаметрів труб, кількості згинів, ревізій плат, — якщо тільки це фізично можливо і не дає переважної конкурентної переваги для зміни.

Зіставлення нового майданчика з еталонним відбувається на чотирьох рівнях одразу — від фізичних параметрів входу (витрати газів, температура, тиск) до характеристик готового продукту, — і на кожному рівні застосовуються формальні статистичні тести, дослівно за першоджерелом. Якщо результат розходиться, стаття прямо застерігає: у край важливо уникати спокуси зробити «компенсаційне підлаштування» — тобто підкрутити обладнання так, щоб вихід збігся, замість того щоб знайти і усунути корінну причину розходження.

Чому метод прямо забороняє інженеру «компенсаційно підлаштувати» обладнання, коли новий майданчик дає інший результат, ніж очікувалося?

Для теми 8 кейс показує статистичний контроль процесу не як карту на окремому робочому місці, а як дисципліну трансферу технології між заводами: чотирирівневе зіставлення з формальними статистичними тестами — той самий принцип, що й контрольна карта, застосований до порівняння двох виробничих систем, а заборона компенсаційних підлаштувань — пряма паралель до головного правила статистичного контролю процесу: не підкручувати процес під випадкове відхилення, а шукати корінну причину.

Межі кейсу: першоджерело не наводить жодного числового показника ефекту методу — лише якісний результат («нові заводи вийшли на той самий рівень виходу придатної продукції, що й дослідна лінія») і заяву керівника виробництва про зникнення попереднього ефекту втрати продуктивності при переносі технології. Історичні цифри затримки, наведені в статті, стосуються поколінь техпроцесу 0,8–1,0 мкм початку 1990-х років і не описують сучасні фабрики.

Підсумок розділу. Контроль якості охоплює вхід (вибірковий контроль сировини й матеріалів) так само, як і вихід процесу; стандарт вимагає керування умов виробництва, ізоляції невідповідної продукції і усунення причини, а не лише наслідку. Діаграма Парето й діаграма Ісікави — базовий інструментарій програми забезпечення якості для пошуку і пріоритизації причин дефекту.

8.5 Статистичний контроль процесу: контрольні карти за кількісною та альтернативною ознакою

Статистичний контроль процесу (Statistical Process Control, SPC) застосовує статистичні методи до вимірювання й аналізу варіації процесу з однією метою — відрізнити випадкову, природну варіацію від варіації, спричиненої особливою, усувною причиною. Природна варіація завжди присутня в будь-якому процесі — навіть найточніше обладнання не дає двох абсолютно однакових виробів — і боротьба з нею через підлаштування процесу під кожне окреме вимірювання лише

збільшує розкид. Особлива причина — це подія, якої в природній варіації процесу немає: зношений інструмент, нова партія сировини, втомлений оператор. Задача статистичного контролю — вчасно й надійно відрізнити перше від другого.

Контрольна карта — інструмент для цього розрізнення: графік послідовних значень показника процесу з центральною лінією і контрольними межами, розрахованими за самою природною варіацією процесу. Поки точки лягають випадково між межами, процес перебуває під статистичним контролем; точка за межею або невідповідна послідовність точок усередині меж — сигнал про особливу причину, яку варто знайти, перш ніж вона зіпсує більше продукції.

За кількісною ознакою — розміром, вагою, температурою — процес контролюють парою карт одночасно: картою середніх, яка відстежує середнє значення показника в кожній підгрупі вибірок, і картою розмахів, яка відстежує розмах, тобто різницю між найбільшим і найменшим значенням у тій самій підгрупі. Пара потрібна саме тому, що процес може зсунутися за середнім, лишаючись стабільним за розкидом, або навпаки — розширити розкид, тримаючи середнє на місці, і лише дві карти разом бачать обидва типи зсуву.

КОНТРОЛЬНА КАРТА $\bar{X}$ -R QC-01

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R}; LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}; UCL_R = D_4 \cdot \bar{R}; LCL_R = D_3 \cdot \bar{R}$$

$\bar{\bar{X}}$ — середнє середніх підгруп, $\bar{R}$ — середній розмах; A_2 , D_3 , D_4 — табличні константи, що залежать від розміру підгрупи n і беруться зі стандартної таблиці SPC підручника, який використовує викладач.

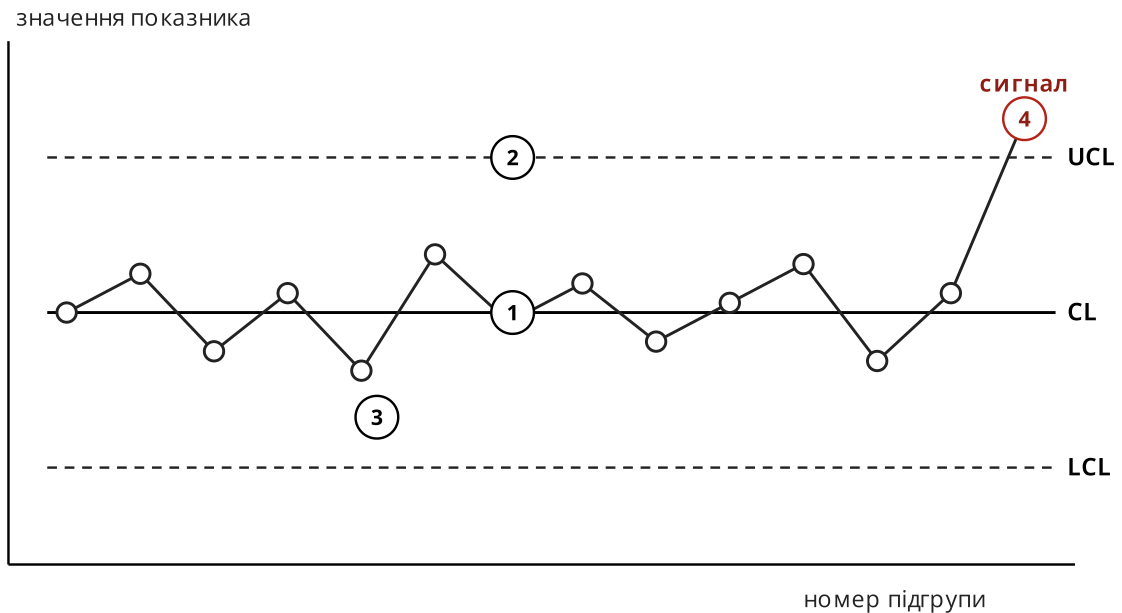


Рисунок 3. Анатомія контрольної карти: центральна лінія, контрольні межі й сигнал виходу процесу з-під контролю.

- ① Центральна лінія — середнє значення показника за період, коли процес перебував під контролем
- ② Верхня й нижня контрольні межі, розраховані за природною варіацією процесу
- ③ Точки в межах у випадковому порядку — процес під статистичним контролем
- ④ Точка за межею — сигнал особливої причини, яку варто знайти до наступної підгрупи

Графік з горизонтальною віссю номерів підгруп і вертикальною віссю значення показника. Посередині суцільна центральна лінія, вище й нижче — пунктирні верхня і нижня контрольні межі на однаковій відстані від центральної лінії. Більшість точок лягають випадково між межами без видимої закономірності. Одна точка ближче до правого краю графіка виходить за верхню межу і позначена карміновим кольором як сигнал особливої причини.

За альтернативною ознакою — придатна деталь чи ні, відповідає партія вимозі чи ні — карта середніх не застосовна: немає числового вимірювання, є лише «так» або «ні». Тут використовують карту частки невідповідних одиниць, яка відстежує частку дефектних одиниць у послідовних підгрупах вибірок фіксованого обсягу.

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{(\bar{p}(1 - \bar{p})/n)}; LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{(\bar{p}(1 - \bar{p})/n)}$$

$\bar{p}$ — середня частка дефектних одиниць за всіма підгрупами; n — обсяг підгрупи; нижня межа не може бути від'ємною.

Приклад. Карта частки дефектних одиниць (р-карта)

QC-02

Heizer J., Render B., Munson C. Operations Management, 2016, Supplement 6 «Statistical Process Control», підрозділ «Control Charts for Attributes»

ДАНО

Дільниця контролю щодня бере вибірку зі 100 одиниць продукції. За 20 останніх підгруп разом перевірено 2 000 одиниць, з яких дефектними виявилися 150. У наступній, 21-й підгрупі зі 100 одиниць дефектними виявилися 18.

ФОРМУЛА

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{(\bar{p}(1 - \bar{p})/n)}; LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{(\bar{p}(1 - \bar{p})/n)} \text{ (QC-02)}$$

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Середня частка дефектних за 20 підгрупами: $\bar{p} = 150 / 2\,000 = 0,075$.
2. Стандартне відхилення частки: $\sqrt{(0,075 \cdot 0,925 / 100)} = \sqrt{0,00069} \approx 0,0263$.
3. Верхня контрольна межа: $UCL_p = 0,075 + 3 \cdot 0,0263 = 0,075 + 0,079 = 0,154$, тобто 15,4 %.
4. Нижня контрольна межа: $LCL_p = 0,075 - 0,079 = -0,004$; оскільки частка не може бути від'ємною, $LCL_p = 0$.
5. Частка дефектних у 21-й підгрупі: $18 / 100 = 0,18$, тобто 18,0 %.

ВІДПОВІДЬ

UCL_p = 15,4 %, LCL_p = 0 %; частка дефектних у 21-й підгрупі — 18,0 % — вище верхньої межі.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Точка 21-ї підгрупи лежить вище UCL_p, тобто процес вийшов з-під статистичного контролю: варіація спричинена не випадковими, а особливою причиною. Сигнал вимагає зупинитися і з'ясувати причину — нову партію сировини, розладнане налаштування обладнання чи зміну оператора, — а не просто зафіксувати відхилення й продовжити роботу.

Найчастіша помилка після сигналу карти

Сигнал контрольної карти — привід шукати корінну причину, а не привід підлаштувати межі карти чи саме обладнання під нове значення. Компенсаційне підлаштування — коли процес підкручують так, щоб наступне вимірювання знову влізло в норму, — приховує особливу причину замість того, щоб її усунути, і саме цю пастку прямо забороняє дисципліна статистичного контролю процесу.

Підсумок розділу. Статистичний контроль процесу відрізняє природну варіацію від варіації, спричиненої особливою причиною, за допомогою контрольних карт. За кількісною ознакою процес контролюють парою карт середніх і розмахів (QC-01), за альтернативною — картою частки невідповідних одиниць (QC-02); точка за контрольною межею — сигнал, який вимагає пошуку кореневої причини, а не підлаштування карти під неї.

8.6 Придатність процесу: індекси C_p і C_{pk} ; вартість якості

Контрольна карта відповідає на питання, чи стабільний процес; придатність процесу відповідає на інше питання — чи достатньо вузька природна варіація стабільного процесу, щоб вкластися в поле допуску, яке задає конструктор чи замовник. Стабільний процес усе одно може бути непридатним, якщо розкид, з яким він стабільно працює, просто ширший за допустиме поле.

Індекс C_p зіставляє ширину поля допуску з розмахом природної варіації процесу.

ІНДЕКС ВІДТВОРЮВАНOSTІ ПРОЦЕСУ C_p QC-04

$$C_p = (USL - LSL) / (6\sigma)$$

USL і LSL — верхня й нижня межі допуску; σ — стандартне відхилення процесу.

Індекс не враховує, де саме всередині поля допуску стоїть середнє процесу — лише те, наскільки поле допуску ширше за шестикратне стандартне відхилення. Тому високий C_p можна отримати навіть у процесу, середнє якого зсунуте до самої межі допуску, і саме тому C_p сам по собі недостатній: його завжди доповнює індекс C_{pk} , який враховує ще й це зміщення.

ІНДЕКС ПРИДАТНОСТІ ПРОЦЕСУ C_{pk} QC-05

$$C_{pk} = \min[(USL - \mu)/(3\sigma); (\mu - LSL)/(3\sigma)]$$

μ — середнє процесу; C_{pk} завжди не більший за C_p і дорівнює йому лише тоді, коли процес точно центрований.

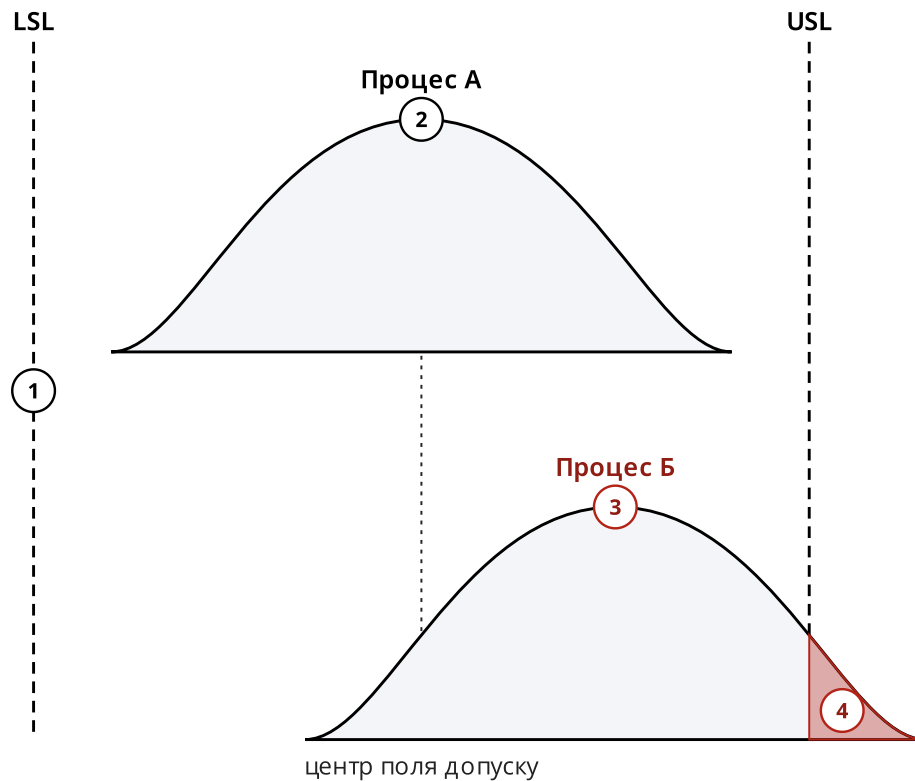


Рисунок 4. Однаковий розкид, різне центрування: C_p у процесів однаковий, C_{pk} — ні.

- ① Поле допуску однакове для обох процесів — від нижньої до верхньої межі
- ② Процес А центрований: розподіл симетричний відносно середини поля допуску
- ③ Процес Б має той самий розкид, але зсунутий до верхньої межі допуску
- ④ Правий «хвіст» розподілу процесу Б виходить за верхню межу допуску — це і показує C_{pk} , менший за 1

Дві дзвоноподібні криві розподілу однакової ширини намальовані між тими самими вертикальними лініями нижньої й верхньої меж допуску. Верхня крива симетрична й центрована рівно посередині поля допуску — це процес А. Нижня крива має ту саму ширину, але її вершина зсунута праворуч, ближче до верхньої межі допуску, і права частина кривої виходить за цю межу — це процес Б, позначений карміновим як приклад під розглядом.

Приклад. Індекси C_p і C_{pk} : чому високий C_p не гарантує високий C_{pk}

QC-04

Heizer J., Render B., Munson C. Operations Management, 2016, Supplement 6
«Statistical Process Control», підрозділ «Process Capability»

ДАНО

Два процеси фасування того самого продукту працюють у полі допуску 495–505 грамів (ширина поля — 10 грамів) з однаковим стандартним відхиленням $\sigma = 1,2$ грама. Процес А центрований на середині поля допуску ($\mu = 500$ грамів). Процес Б має той самий розкид, але зсунутий до верхньої межі ($\mu = 502,5$ грама).

ФОРМУЛА

$C_p = (USL - LSL) / (6\sigma)$ (QC-04); $C_{pk} = \min[(USL - \mu)/(3\sigma); (\mu - LSL)/(3\sigma)]$ (QC-05)

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Ширина поля допуску: $USL - LSL = 505 - 495 = 10$ грамів.
2. C_p для обох процесів однаковий, бо залежить лише від поля допуску й розкиду: $C_p = 10 / (6 \cdot 1,2) = 10 / 7,2 \approx 1,39$.
3. C_{pk} процесу А: $\min[(505 - 500)/(3 \cdot 1,2); (500 - 495)/(3 \cdot 1,2)] = \min[1,39; 1,39] = 1,39$.
4. C_{pk} процесу Б: $\min[(505 - 502,5)/3,6; (502,5 - 495)/3,6] = \min[0,69; 2,08] = 0,69$.

ВІДПОВІДЬ

$C_p = 1,39$ для обох процесів; $C_{pk} = 1,39$ для процесу А і $0,69$ для процесу Б.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

C_p залежить лише від ширини поля допуску і розкиду процесу, тому однаковий розкид дає однаковий C_p незалежно від того, де саме стоїть середнє. C_{pk} додатково враховує зміщення середнього відносно центру поля допуску і завжди не більший за C_p : у процесі Б середнє зсунуте до верхньої межі, і саме нижче значення з двох часток формули — $0,69$ замість $1,39$ — показує, що частина розподілу вже виходить за USL: C_{pk} менший за 1 означає, що

відстань від середнього до ближчої межі менша за 3σ . Високий C_p без перевірки C_{pk} маскує ризик браку, який виникає не через надмірний розкид, а через неналагоджений центр процесу.

⚠ **C_p і C_{pk} — не взаємозамінні**

C_p показує, чи достатньо вузький розкид процесу для поля допуску в принципі. C_{pk} показує, чи справді процес зараз вкладається в допуск із урахуванням того, де стоїть його середнє. Рівність $C_p = C_{pk}$ означає точне центрування; будь-яка різниця між ними — вже сигнал зсуву, навіть якщо жодна точка контрольної карти ще не вийшла за межі.

Сучасна практика розширює цю логіку до концепції «Шість сигм»: замість того, щоб задовольнятися певним фіксованим рівнем придатності процесу, вона ставить за мету систематично звужувати природну варіацію процесу відносно поля допуску, наближаючи частку невідповідної продукції до практично нульового рівня. Проекти поліпшення в цьому підході організовують за чіткими ролями — від «чемпіонів», які просувають ідею на рівні вищого керівництва, до навчених «чорних» і «зелених поясів», які ведуть окремі проекти, — і завжди прив'язують кожен проект до конкретного фінансового результату; точні кількісні орієнтири підходу різняться між джерелами, тому цей курс не подає їх як єдине перевірене число.

Індекси придатності процесу відповідають на питання «чи вкладається розкид у допуск», але не на питання «у що обходиться підприємству недостатня якість». На це відповідає вартість якості — сукупні витрати на досягнення й підтримання заданого рівня якості, розкладені на чотири категорії класифікації PAF (prevention-appraisal-failure).

Витрати на попередження — це витрати на заходи, які не дають дефекту виникнути: навчання персоналу, планування якості, профілактичне обслуговування обладнання. Витрати на оцінювання — витрати на виявлення дефекту, який уже потенційно існує, через вимірювання, випробування й контроль до того, як продукція дійде до споживача. Витрати на невідповідність виникають, коли дефект уже стався: внутрішні втрати — це брак і переробка, виявлені до відвантаження, зовнішні — рекламації, повернення й гарантійний ремонт, виявлені вже споживачем.

ВИТРАТИ НА ЯКІСТЬ QC-06

Витрати на якість = Витрати на попередження + Витрати на оцінювання + Внутрішні втрати + Зовнішні втрати

Класифікація PAF (prevention-appraisal-failure): попередження, оцінювання, внутрішні й зовнішні втрати.

Приклад. Структура витрат на якість і перерозподіл між попередженням і браком

QC-06

Heizer J., Render B., Munson C. Operations Management, 2016, розділ 6 «Managing Quality», підрозділ «Cost of Quality (COQ)»

ДАНО

Умовне підприємство за рік мало виручку 40 000 000 гривень.
Витрати на якість за категоріями: попередження — 600 000 гривень, оцінювання — 900 000 гривень, внутрішні втрати (брак і переробка до відвантаження) — 1 800 000 гривень, зовнішні втрати (рекламації, повернення, гарантійний ремонт) — 2 700 000 гривень.

ФОРМУЛА

Витрати на якість = Попередження + Оцінювання + Внутрішні втрати + Зовнішні втрати (QC-06); Частка у виручці = Витрати на якість / Виручка · 100% (COQ-01); Частка категорії = Витрати категорії / Витрати на якість · 100% (COQ-02)

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Загальні витрати на якість: $600\,000 + 900\,000 + 1\,800\,000 + 2\,700\,000 = 6\,000\,000$ гривень (QC-06).
2. Частка витрат на якість у виручці: $6\,000\,000 / 40\,000\,000 \cdot 100\% = 15,0\%$ (COQ-01).
3. Частка попередження: $600\,000 / 6\,000\,000 \cdot 100\% = 10,0\%$; частка оцінювання: $900\,000 / 6\,000\,000 \cdot 100\% = 15,0\%$ (COQ-02).

4. Частка внутрішніх втрат: $1\,800\,000 / 6\,000\,000 \cdot 100\% = 30,0\%$;
 частка зовнішніх втрат: $2\,700\,000 / 6\,000\,000 \cdot 100\% = 45,0\%$
 (COQ-02).

ВІДПОВІДЬ

Витрати на якість становлять 15,0% виручки; на попередження й оцінювання разом припадає 25,0%, а на внутрішні й зовнішні втрати — 75,0%.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Три чверті витрат на якість цього підприємства йдуть на плату за вже допущені дефекти, а не на їх недопущення. Класична логіка вартості якості стверджує зворотнє: гривня, вкладена в попередження, зазвичай заощаджує в рази більше на втратах, тому раціональний перерозподіл — нарощувати частку попередження й оцінювання, скорочуючи цим самим і внутрішні, і зовнішні втрати, а не економити на контролі, який ці втрати й виявляє.

Кейс. Southwest Airlines: вартість неякості сервісу взимку 2022 року

Кейс за пресрелізом Міністерства транспорту США і формою 10-K; первинний текст наказу не відкрито

Під час зимового шторму Elliott наприкінці грудня 2022 року авіакомпанія, на відміну від конкурентів, не відновила рейси протягом кількох днів після шторму: за пресрелізом Міністерства транспорту США, вона скасувала 16 900 рейсів і залишила без польоту понад два мільйони пасажирів. У грудні 2023 року міністерство оголосило врегулювання: цивільний штраф 140 мільйонів доларів, з яких більшість — 90 мільйонів доларів — спрямовано в систему компенсацій майбутнім пасажирам за суттєві затримки й скасування; окремо компанія вже виплатила понад 600 мільйонів доларів повернень і відшкодувань постраждалим клієнтам.

За письмовими свідченнями президента профспілки пілотів на слуханні Комітету Сенату США з торгівлі, причиною стало не лише саме несприятливе явище, а й те, що дві непов'язані інформаційні системи компанії — одна для оптимізації рейсів, інша для планування екіпажів — під час кризи давали суперечливі рекомендації, і аж до 27 грудня екіпажі розподіляли вручну.

Штраф і повернення коштів після колапсу 2022 року — це витрати на попередження, оцінювання чи невідповідність, і чому саме туди вони потрапляють?

Для теми 8 це приклад зовнішніх втрат якості за класифікацією RAF: штраф і повернення коштів — це фактично сплачена ціна відмови сервісної системи, і сплачена вона вже після того, як збій дістався споживача, — рівно та категорія витрат, яку розділ про вартість якості цієї теми ставить навпроти попередження й оцінювання. Уніфікований парк літаків заради високої утилізації — структурне рішення на економію — не вберіг від збою, який стався в іншій підсистемі: у плануванні екіпажів під піковим навантаженням.

Межі кейсу: 140 мільйонів доларів — це лише регуляторний штраф, а не повна вартість збою; технічну причину (суперечність двох систем) наводить свідчення профспілки, а не незалежний технічний висновок регулятора, і поширена в медіа історія про «10-хвилинний розворот» компанії 1970-х років не має першоджерела.

Підсумок розділу. Придатність процесу оцінюють парою індексів: Ср показує, чи достатньо вузький розкид процесу для поля допуску, Срк додає до цього перевірку центрування і завжди не більший за Ср. Вартість якості складається з витрат на попередження, оцінювання, внутрішніх і зовнішніх втрат (QC-06); переважання витрат на невідповідність над витратами на попередження й оцінювання — сигнал, що інвестиція в запобігання дефекту виправдана.

8.7 Реалізація функції якості як спосіб залучення споживача до операційного процесу

Усі попередні розділи теми контролюють якість або відразу після того, як вона виникла (контроль, статистичний контроль процесу), або вимірюють наслідки її відсутності (вартість якості). Розгортання функції якості (Quality Function Deployment, QFD) працює на іншому кінці процесу — ще до першого креслення чи першого регламенту обслуговування. Метод систематично переносить голос споживача в технічні характеристики продукту й процесу: вимоги споживача фіксують, ранжують за важливістю для нього і зіставляють у матриці — так званому «будинку якості» — з технічними характеристиками, які ці вимоги забезпечують.

Там, де зв'язок між вимогою споживача і технічною характеристикою сильний, зусилля конструювання й контролю концентрують; там, де зв'язку немає, ресурс на цю характеристику не витрачають, навіть якщо вона традиційно вважалася «стандартом якості» в галузі. Матриця також дозволяє порівняти власний продукт із продуктом конкурента за тими самими вимогами споживача — і побачити, де саме перевага чи відставання оцінюється не інженером, а тим, хто зрештою платить.



Джерело

Організація здійснює моніторинг сприйняття замовниками ступеня задоволення їхніх потреб та очікувань — це і є та інформація, яку метод розгортання функції якості перетворює на технічні характеристики ще до початку проєктування.

ISO 9001:2015 / ДСТУ ISO 9001:2015, п. 9.1.2 (ISO-9001-13)

✓ перевірено 22.09.2026

Тому QFD варто читати не як окремий інструмент поряд з контрольними картами чи вартістю якості, а як спосіб залучити споживача до операційного процесу настільки рано, наскільки це взагалі можливо: усі наступні розділи теми — контроль, статистичний контроль процесу, вартість якості — мають справу з тим, що вже спроектовано; QFD впливає на саме проєктування.

Підсумок розділу. Розгортання функції якості переносить вимоги споживача в технічні характеристики продукту й процесу через матрицю «будинок якості» ще на стадії проєктування, концентруючи зусилля саме там, де зв'язок із вимогою споживача

сильний, і залучаючи споживача до операційного процесу раніше, ніж це робить будь-який наступний контроль.

8.8 Показники результативності операційних систем і управління продуктивністю

Тема 1 розвела два поняття, які тема 8 повертає з новим змістом: ефективність — наскільки ощадно система витрачає ресурси, і результативність — чи справді система дає той результат, заради якого її створено, потрібного обсягу, потрібної якості й у потрібний строк. Якість — це якраз та частина результативності, яку легко пропустити, дивлячись лише на обсяг випуску: система, що випускає багато, але з високим рівнем невідповідності, результативна лише частково.

Управління продуктивністю в контексті якості означає конкретну річ: поліпшення якості звільняє ресурси, які раніше йшли на переробку браку й на компенсацію відмов, і цей ефект можна виміряти тим самим індексом зміни продуктивності, який тема 1 вводить для операційної системи загалом.

ІНДЕКС ЗМІНИ ПРОДУКТИВНОСТІ PROD-03

$I = \frac{\text{Продуктивність поточного періоду}}{\text{Продуктивність базового періоду}} \cdot 100\%$

Обидві продуктивності мають бути одного виду й порахованими за однією методикою.

Розгляньмо той самий цех, що щойно перерозподілив витрати на якість. До зростання частки попередження продуктивність праці становила 3,2 виробу на людино-годину; рік по тому, коли частка браку й переробки впала, той самий персонал за такий самий робочий час випускав 3,68 виробу на людино-годину. Індекс зміни продуктивності (PROD-03): $3,68 / 3,2 \cdot 100\% = 115,0\%$, тобто продуктивність зросла на 15 % порівняно з базовим рівнем — і зросла вона не тому, що персонал почав працювати швидше, а тому, що менше часу пішло на переробку того, що спершу зробили неправильно.

Кейс. Ferrexpo: собівартість і травматизм як показники процесу під зовнішнім шоком

Кейс за аудованими регуляторними звітами компанії; опис технологічного процесу — дані сайту 2021 року

За аудованим річним звітом гірничорудної компанії за 2025 рік, собівартість С1 виробництва окатишів становила 76,3 долара за тонну проти 77,5 долара роком раніше, а собівартість С4 концентрату — 50,3 долара за тонну проти 55,3; частота травм з утратою робочого часу (LTIFR) знизилася до 0,38 у 2025 році з 0,54 у 2024-му, а за перший квартал 2026 року — до 0,17 проти п'ятирічного середнього 0,44.

Той самий звіт прямо називає причину, і вона не технологічна: нижчу собівартість С1 компанія пояснює меншими витратами на паливо через згортання гірничих робіт і скороченням програм ремонту, а зростання частки концентрату в товарному виробництві — призупиненням відшкодування ПДВ в Україні, оскільки нижча собівартість концентрату дає менший залишок невідшкодованого податку. Одночасно близько 36 відсотків працівників в Україні перевели на простій або скорочений робочий час, а з чотирьох ліній окомкування працювала лише одна.

Чому зниження собівартості одиниці продукції тут не можна тлумачити як зростання ефективності виробництва?

Для теми 8 кейс — точний приклад того, що показники результативності процесу (собівартість одиниці, частота травм) можуть змінюватися під впливом зовнішніх факторів, а не технологічних поліпшень: звіт сам документує причини — блокаду логістики, удари по енергетиці, зупинку відшкодування ПДВ, — і жодна з них не є вдосконаленням самого процесу збагачення й окомкування.

Межі кейсу: поліпшення LTIFR з 0,54 до 0,17 не можна трактувати як самостійне зростання культури безпеки, бо воно збіглося зі скороченням обсягу робіт і переведенням третини персоналу на простій — знаменник показника, відпрацьовані години, сам змінився; номінальна потужність збагачувального заводу за даними 2021 року застаріла для оцінки поточного завантаження.

Кейс. Інтерпайп Сталь: продуктивність праці й екологічні показники як заявлені результати проєктних рішень

Кейс за матеріалами сайту заводу й галузевого аналітичного центру; незалежного технічного підтвердження немає

За профілем галузевого аналітичного центру GMK Center, електросталеплавильний завод у Дніпрі — перший металургійний завод, збудований в Україні з нуля майже за півстоліття, — на момент даних профілю мав 555 працівників і продуктивність праці 1 367 тонн сталі на одного працівника за рік; 99 відсотків збуту 2020 року припадало на Україну, здебільшого всередині власної групи компаній. За ювілейним релізом компанії, викиди CO₂ на новому виробництві не перевищують 250 кілограмів на тонну сталі, а споживання природного газу в області скорочено на 60 мільйонів кубометрів на рік порівняно з попереднім мартенівським виробництвом.

У ніч на 22 вересня 2026 року, за переказом того самого галузевого видання, підприємство зазнало балістичного удару: четверо загиблих, семеро поранених, пошкоджено основне обладнання,

виробництво зупинено, а термінів відновлення компанія на дату перевірки не називала.

Чому продуктивність праці 1 367 тонн сталі на працівника за рік не можна приписувати самому лише новому обладнанню?

Для теми 8 кейс попереджає проти найпростішої помилки в тлумаченні показника результативності: продуктивність праці й екологічні показники тут — заявлені результати цілого комплексу проєктних рішень (нова електродугова піч, власна лінія електропостачання, закрита система водопостачання), а не ефект якоїсь однієї зміни, і порівнювати завод за цими числами з підприємствами іншого технологічного укладу без застереження про межі порівняння не можна.

Межі кейсу: «250 кілограмів CO₂ на тонну сталі» — це викиди на майданчику, які спираються на закуплену мережеву електроенергію, чий вуглецевий слід у цю цифру не входить; обсяг інвестицій компанія називає двояко — 700 мільйонів доларів за сам комплекс і 1 мільярд доларів разом із суміжними виробництвами, — і обидві цифри слід наводити з поясненням меж проєкту.

Кейс. Amazon fulfillment: заявлена продуктивність робототехніки проти незалежно порахованого травматизму

Кейс за матеріалами компанії, формою 10-K і звітом профспілкової коаліції за даними самої компанії

У червні 2025 року компанія повідомила про мільйонного робота, доставленого до центру виконання замовлень у Японії: мережа охоплює понад 300 об'єктів у світі, а 75 відсотків усіх замовлень у світі обробляються за участю роботів; система DeepFleet, за заявою компанії, покращує час переміщення роботів на 10 відсотків.

За звітом коаліції профспілок Strategic Organizing Center, побудованим на даних, які сама компанія подає регулятору OSHA, у 2022 році на складах компанії фіксувалося 6,6 серйозної травми на 100 працівників проти 3,2 на 100 на інших складах — більш ніж удвічі вище. У відповіді, наведеній в тому самому матеріалі, компанія назвала методику розрахунку некоректною і наголосила, що безпека персоналу лишається пріоритетом.

Чому мільйон робіт і 75 відсотків замовлень за участю робіт не є доказом того, що робота на складі стала продуктивнішою чи безпечнішою?

Для теми 8 кейс — пряме зіставлення того, що показники продуктивності вимірюють і чого не вимірюють: кількість робіт і частка автоматизованих замовлень — показники капітальних інвестицій і масштабу впровадження, а не продуктивності праці на людино-годину, якої компанія не розкриває. Заяви про безпеку співіснують із незалежно порохованим — за тими самими даними компанії до регулятора — удвічі вищим рівнем серйозних травм, і це варто подавати як відкрите питання, а не як факт в один чи інший бік.

Межі кейсу: рядок форми 10-K «Fulfillment, data centers, and other» об'єднує центри виконання замовлень із дата-центрами, тому використовувати його як площу складів окремо не можна; широко цитовані цифри про окремий об'єкт у Массачусетсі в перевірених офіційних джерелах не знайдено і в цьому курсі не використовуються.

Підсумок розділу. Результативність операційної системи охоплює якість так само, як обсяг, строк і витрати; поліпшення якості звільняє ресурси й піднімає продуктивність — ефект, вимірний тим самим індексом зміни продуктивності, що й у темі 1. Показники результативності можуть змінюватися під впливом зовнішніх факторів, які не мають стосунку до самого процесу, і заявлена продуктивність не доводить сама по собі ні економічної ефективності, ні безпечності системи — це завжди потребує окремого, незалежно порохованого показника.

8.9 Підсумок теми

Менеджмент якості пройшов той самий шлях, що й уся дисципліна операційного менеджменту, — від контролю після факту до вбудованої властивості процесу, і сім принципів ISO 9000 разом із циклом PDCA формалізують цей підхід. Показники якості поділяються на виробничі, показники задоволеності споживача і показники для контракту, а норматив перетворює один із них на зовнішню межу. Якість забезпечується на всіх стадіях «петлі якості», а система управління нею тримається на чотирьох елементах з вимірюванням, аналізуванням і поліпшенням на чолі. Контроль охоплює вхід і вихід процесу, спираючись на вибірковий контроль, діаграму Парето й діаграму Ісікави.

Статистичний контроль процесу відрізняє природну варіацію від варіації, спричиненої особливою причиною, контрольними картами за кількісною ($\bar{X}$ -R) і альтернативною (p) ознаками. Придатність процесу оцінюють парою індексів C_p і C_{pk} , які разом показують і ширину розкиду, і центрування процесу відносно поля допуску. Вартість якості складається з витрат на попередження, оцінювання, внутрішніх і зовнішніх втрат, і переважання останніх над першими — сигнал недоінвестування в запобігання дефекту. Розгортання функції якості залучає споживача до операційного процесу ще на стадії проектування, а результативність операційної системи й управління продуктивністю замикають тему на показник, з якого курс почався.

Самоперевірка

Питання без балів — лише щоб переконатися, що прочитане склалося в картину. Повний тренувальний тест — після теми.

Якою є ключова відмінність між масовим контролем і вбудованою якістю як принципом TQM?

- А** Вбудована якість зупиняє процес одразу при відхиленні, а не лише перевіряє готовий виріб

Так. Це і є зміна ставлення до контролю за Демінгом: замість масового контролю якість вбудовують у процес, щоб дефект не проходив далі операції, де він виник.

- Б** Масовий контроль дешевший, бо перевіряє лише готові вироби, а не кожен крок процесу

Масовий контроль дешевший лише на перший погляд: дефект, знайдений наприкінці лінії, уже вбрав у себе всі витрати попередніх операцій, тоді як вбудована якість зупиняє процес одразу після відхилення.

- В** Масовий контроль і вбудована якість різняться означенням продукту, а не способом контролю

Обидва поняття стосуються способу контролю, а не означення продукту; означення якості — рівень відповідності характеристик вимогам — в обох підходах те саме.

Компанія-оператор доставки звітує про власну своєчасність 98 %, тоді як закон вимагає лише 85 % відправлень у визначений строк. Чи означає це, що норматив для менеджера втратив сенс?

- А** Так, великий запас над нормативом означає, що норматив для менеджера більше не має значення

Норматив лишається зовнішньою межею незалежно від запасу над нею; крім того, висновок про запас коректний лише тоді, коли обидва числа виміряні за однією методикою, а це не завжди підтверджено.

- Б** Ні, це різні виміри одного поняття, і великий запас не доводить, що методики зіставні

Так. Норматив заданий актом як зовнішня межа, а власний показник рахує сама компанія; великий запас над нормативом не скасовує потреби перевірити, чи виміряні обидва числа однаково.

- В** Ні, норматив і показник виміряні в різних одиницях, тому їх узагалі не можна зіставляти

Обидва показники вимірюють своєчасність доставки в одних і тих самих одиницях — частці відправлень, доставлених у строк; порівнювати їх можна, лише обережно, з огляду на методику виміру.

Чому вибірковий контроль сировини — це свідомий компроміс, а не спрощена версія суцільного контролю?

- А** Бо вибірковий контроль завжди дешевший за суцільний і не має жодних недоліків порівняно з ним

Вибірковий контроль справді дешевший, але має реальний недолік — ризик пропустити дефектну партію, який суцільний контроль виключає; це і робить його компромісом, а не безумовно кращим варіантом.

- Б** Бо його застосовують лише до готової продукції, а сировину завжди перевіряють суцільно

Навпаки: вибірковий контроль якраз і застосовують передусім до вхідної сировини та матеріалів, де суцільна перевірка кожної одиниці економічно невиправдана.

- В** Бо він свідомо обмінює частину надійності суцільного контролю на економію перевірки

Так. Суцільний контроль надійний, але коштує стільки ж, скільки й саме виробництво; вибірковий контроль свідомо міняє частину надійності на економію.

Карта частки дефектних одиниць показала точку вище верхньої контрольної межі. Що варто зробити далі?

А Зупинитися і з'ясувати особливу причину відхилення

Так. Точка за межею — сигнал особливої причини (нову партію сировини, розладнане обладнання, зміну оператора), яку варто знайти й усунути, перш ніж продовжувати роботу.

Б Перерахувати контрольні межі так, щоб нова точка теж укладалася в норму

Це і є заборонене компенсаційне підлаштування: воно приховує особливу причину, замість того щоб її усунути, і суперечить самій дисципліні статистичного контролю процесу.

В Нічого не робити: одна точка за межею — звичайна природна варіація процесу

Контрольні межі якраз і розраховані так, щоб точки природної варіації майже завжди лягали в них; вихід за межу — статистично малоімовірна подія за випадкових причин, тому вона й сигналізує про особливу причину.

Два процеси фасування мають однаковий індекс $C_p = 1,39$, але C_{pk} процесу А дорівнює 1,39, а процесу Б — 0,69. Що це означає?

А У процесу Б ширший розкид природної варіації, ніж у процесу А

C_p залежить лише від розкиду й поля допуску; якби розкид процесу Б був ширшим, C_p процесів різнявся б, а за умовою він однаковий у обох.

Б У процесу Б той самий розкид, але середнє зсунуте до межі поля допуску

Так. C_{pk} враховує зміщення середнього, а C_p — ні; однаковий C_p і різний C_{pk} можливі лише тоді, коли розкид однаковий, а центрування різне.

- В** У розрахунку C_{pk} процесу Б допущено помилку, бо C_{pk} не може бути вдвічі меншим за C_p

C_{pk} завжди не більший за C_p , і різниця між ними залежить від того, наскільки сильно зсунуте середнє; конкретне співвідношення 0,69 до 1,39 саме по собі помилки не показує.

На підприємстві 75 % витрат на якість припадає на внутрішні й зовнішні втрати, а лише 25 % — на попередження й оцінювання. Яке рішення відповідає логіці вартості якості?

- А** Скоротити витрати на оцінювання, оскільки вони не приносять прямого доходу підприємству

Скорочення оцінювання, найімовірніше, збільшить частку дефектів, які потраплять до споживача непоміченими, тобто перекладе витрати з категорії оцінювання в категорію зовнішніх втрат — дорожчу за означенням.

- Б** Залишити структуру витрат без змін, бо сума 15 % виручки сама по собі не критична

Абсолютна частка виручки не показує, наскільки ефективно розподілені ці 15 %; саме структура (75 % на втрати проти 25 % на попередження) сигналізує про недоінвестування в запобігання дефекту.

- В** Збільшити попередження й оцінювання, щоб скоротити дорожчі втрати

Так. Класична логіка вартості якості: гривня, вкладена в попередження, зазвичай заощаджує в рази більше на втратах, тому раціонально нарощувати саме ці дві категорії.

8.10 Самостійна робота

- СРС 8.1** Прочитайте лонгрід теми 8 і пройдіть самоперевірку. Випишучи конспект, складіть до кожного з восьми розділів одне речення — те, яке вважаєте в ньому головним; цей перелік знадобиться для повторення перед модульним тестом (4 год).
- СРС 8.2** За вибірками з двадцяти підгруп побудуйте карти середніх і розмахів, визначте контрольні межі й знайдіть у даних сигнали розладнання процесу; для кожного сигналу назвіть, якої особливої причини він міг би стосуватися (4 год).
- СРС 8.3** Розрахуйте індекси C_p і C_{pk} для двох процесів із заданим полем допуску, стандартним відхиленням і середнім, і письмово поясніть, чому процес із високим C_p може мати низький C_{pk} (3 год).
- СРС 8.4** Складіть структуру витрат на якість для умовного підприємства за чотирма категоріями класифікації PAF і запропонуйте перерозподіл ресурсу між попередженням і контролем, обґрунтувавши його розрахунком часток (1 год).
- СРС 8.5** Пройдіть тренувальний тест теми 8. До кожного питання, на яке відповіли неправильно, знайдіть у лонгріді абзац, що пояснює правильну відповідь, і выпишіть із нього одне речення (2 год).

Джерела

1. 1. Капінос Г. І., Бабій І. В.. Операційний менеджмент: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2013. Для теми 8 — джерело індексу зміни продуктивності (PROD-03, розділ 9, п. 9.1, с. 248), застосованого до наслідків поліпшення якості; розгортання функції якості (QFD) і «будиночка якості» — розділ 5, п. 5.1.4 «Управління якістю при проектуванні виробу», с. 105–106; функціональної схеми «петля якості» — розділ 8, п. 8.4 «Основні підходи щодо управління якістю», рис. 8.1, с. 232–233. Формул контрольних карт,

індексів придатності й витрат на якість у виданні немає (аудит бази 2026-09-23).

[duikt.edu.ua](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)  (https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)

перевірено 24.09.2026

2. 2. Омеляненко Т. В., Осокіна А. В.. Операційний менеджмент: презентаційний курс. КНЕУ, 2016. Для теми 8 — джерело трьох аспектів якості (у виробництві, для споживача, для контракту) — розділ 8, слайд 8.2, с. 152; «петлі якості» як стадій життєвого циклу продукту — слайд 8.3, с. 153; вибіркового контролю — слайд 8.18, с. 168; діаграми Парето й причинно-наслідкової діаграми серед семи інструментів контролю якості — слайд 8.19, с. 169; дослідних статистичних методів (дослідження операцій, аналіз великих масивів даних) — слайд 8.22, с. 172. Поділ методів оцінки якості на експертні й соціологічні в джерелах курсу не звірено.

[kneu.edu.ua](https://kneu.edu.ua/get_file/8945/)  (https://kneu.edu.ua/get_file/8945/) перевірено 24.09.2026

3. 3. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Джерело розрахункової частини теми: контрольні карти $\bar{X}$ -R і p та індекси придатності процесу Cp і Cpk — Supplement 6 «Statistical Process Control» (QC-01, QC-02, QC-04, QC-05); чотири категорії витрат на якість і похідні від них частки — розділ 6 «Managing Quality», підрозділ «Cost of Quality (COQ)» (QC-06, COQ-01, COQ-02) (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).

[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)  (<https://openlibrary.org/isbn/9780134163512>)

перевірено 23.09.2026

4. 4. ISO 9000:2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary. International Organization for Standardization, 2015. Джерело семи принципів управління якістю (ISO-9000-01) і циклу PDCA (ISO-9000-02) у редакції, ідентично прийнятій в Україні як ДСТУ ISO 9000:2015.

[en-standard.eu](https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/)  (<https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/>)

перевірено 23.09.2026

5. 5. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements. International Organization for Standardization, 2015. Джерело пунктів про лідерство (ISO-9001-04), цілі у сфері якості (ISO-9001-07), контроль виробництва в керованих умовах (ISO-9001-11), контроль невідповідної продукції (ISO-9001-12), задоволеність замовника (ISO-9001-13) і коригувальні дії (ISO-9001-16) у редакції, ідентично прийнятій в Україні як ДСТУ ISO 9001:2015.

[iso.org](https://www.iso.org/standard/62085.html)  (<https://www.iso.org/standard/62085.html>) перевірено 23.09.2026

6. 6. Toyota Production System. Toyota Motor Corporation. Офіційна сторінка компанії: якісний опис jidoka як «вбудованої якості» — зупинки процесу при відхиленні замість контролю готової продукції. Кількісних виробничих чи

якісних метрик сторінка не наводить.

[global.toyota](https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html)  (<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html>)

перевірено 23.09.2026

7. 7. Про Укрпошту. АТ «Укрпошта». Офіційна сторінка оператора з описом мережі відділень; використано для масштабу операційної системи, що звітує про своєчасність.

[ukrposhta.ua](https://www.ukrposhta.ua/ua/pro-ukrposhtu)  (<https://www.ukrposhta.ua/ua/pro-ukrposhtu>) перевірено 23.09.2026

8. 8. Нормативи та нормативні строки пересилання поштових відправлень (наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 22.12.2025 № 1833). Міністерство розвитку громад та територій України, 2025. Чинний акт, який встановлює нормативні строки пересилання (85 % Д+3, 97 % Д+5) як державні соціальні стандарти — приклад нормативу якості послуги, заданого ззовні.

[zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0019-26)  (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0019-26>)

перевірено 23.09.2026

9. 9. Як працювала Укрпошта у 2025 році. Міністерство розвитку громад та територій України, 2025. Державне джерело річного рівня своєчасної доставки (97–98 %) і підсумків автоматизації сортування; показники потужності ліній у цьому матеріалі походять від компанії й незалежно не аудійовані.

[mininfra.gov.ua](https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv)  (<https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv>)

перевірено 23.09.2026

10. 10. Укрпошта повністю автоматизувала сортування відправлень по Україні та за кордон. Delo.ua, 2026. Переказ заяви компанії від 18.05.2026 про повну автоматизацію сортування; джерело власного показника своєчасності «близько 97,8 %» — позиція компанії без незалежного аудиту.

[delo.ua](https://delo.ua/news/ukrposta-povnistyu-avtomatizovala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/)  (<https://delo.ua/news/ukrposta-povnistyu-avtomatizovala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/>)

перевірено 23.09.2026

11. 11. Укрпошта завершила перше півріччя з прибутком. АТ «Укрпошта», 2026. Новина компанії від 10.07.2026; джерело власного показника своєчасності 98,02 % за травень — позиція компанії без незалежного аудиту.

[ukrposhta.ua](https://www.ukrposhta.ua/ua/news/58715-ukrposhta-zavershila-pershe-pivrichchja-z-pributkom)  (<https://www.ukrposhta.ua/ua/news/58715-ukrposhta-zavershila-pershe-pivrichchja-z-pributkom>)

перевірено 23.09.2026

12. 12. McDonald C. J.. The Evolution of Intel's Copy EXACTLY! Technology Transfer Method. Intel Technology Journal, 1998. Первинна публікація методу «Copy Exactly!»: чотирирівневе статистичне зіставлення майданчиків і пряма

заборона компенсаційних підлаштувань. Кількісних сучасних показників ефекту стаття не наводить.

[intel.com](https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/research/1998-vol02-iss-4-intel-technology-journal.pdf)  (https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/research/1998-vol02-iss-4-intel-technology-journal.pdf)

перевірено 23.09.2026

13. 13. DOT Penalizes Southwest Airlines \$140 Million for 2022 Holiday Meltdown. U.S. Department of Transportation, 2023. Пресреліз регулятора про штраф 140 млн дол. і скасування 16 900 рейсів після колапсу грудня 2022 р. — приклад зовнішніх втрат якості. Сторінка віддає автоматичному клієнту помилку доступу; текст прочитано через текстовий проксі.

[transportation.gov](https://www.transportation.gov/briefing-room/dot-penalizes-southwest-airlines-140-million-2022-holiday-meltdown)  (https://www.transportation.gov/briefing-room/dot-penalizes-southwest-airlines-140-million-2022-holiday-meltdown)

перевірено 23.09.2026

14. 14. Written Testimony of Captain Casey Murray, Southwest Airlines Pilots Association. U.S. Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation, 2023. Письмові свідчення президента профспілки пілотів на слуханні 09.02.2023 — джерело пояснення про дві непов'язані IT-системи і ручний розподіл екіпажів до 27.12.2022. Це позиція сторони (профспілки), а не технічний висновок регулятора; сайт Сенату віддає автоматичному клієнту помилку доступу.

[commerce.senate.gov](https://www.commerce.senate.gov/wp-content/uploads/meetings/19F99589-8C0F-4198-BD63-ED8722F2EFBD/Captain%20Casey%20Murray%20Testimony%20Senate%20CST%20Feb2023%20.pdf)  (https://www.commerce.senate.gov/wp-content/uploads/meetings/19F99589-8C0F-4198-BD63-ED8722F2EFBD/Captain%20Casey%20Murray%20Testimony%20Senate%20CST%20Feb2023%20.pdf)

перевірено 23.09.2026

15. 15. Southwest Airlines Co. Form 10-K за 2025 фінансовий рік. Southwest Airlines Co. / SEC EDGAR, 2025. Регуляторна звітність компанії; використано для опису структурного рішення про уніфікований парк і point-to-point мережу.

[sec.gov](https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/92380/000009238026000004/luv-20251231.htm)  (https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/92380/000009238026000004/luv-20251231.htm)

перевірено 23.09.2026

16. 16. Full Year Financial Results for 2025. Ferrexpo plc, 2026. Аудований річний звіт — джерело собівартості C1/C4 і показника LTIFR, а також прямого пояснення компанією зовнішніх (нетехнологічних) причин їх зміни.

[ferrexpopstorage.blob.core.windows.net](https://ferrexpopstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)  (https://ferrexpopstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)

перевірено 23.09.2026

17. 17. Про завод. Інтерпайп Сталь. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ. Сторінка заводу без дати публікації; використано для загального опису підприємства. Незалежного технічного підтвердження паспортних параметрів немає.

[interpipesteel.biz](https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod)  (https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod)

перевірено 23.09.2026

18. 18. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ: 10 років зеленої металургії в Україні. ІНТЕРПАЙП, 2022. Ювілейний реліз компанії — джерело заявлених екологічних показників (викиди CO₂ на тонну сталі, скорочення споживання газу) і подвійного позначення обсягу інвестицій.
[interpipesteel.org](https://interpipesteel.org/en/node/347)  (<https://interpipesteel.org/en/node/347>) перевірено 23.09.2026
19. 19. Профіль підприємства «Інтерпайп Сталь». GMK Center. Галуzeвий аналітичний профіль — вторинне джерело продуктивності праці (1 367 т сталі на працівника) і чисельності персоналу.
[gmcenter](https://gmcenter.ua/manufacturer/interpajp-stal-2/)  (<https://gmcenter.ua/manufacturer/interpajp-stal-2/>)
перевірено 23.09.2026
20. 20. Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки. GMK Center, 2026. Новина про зупинку виробництва 22.09.2026 у переказі галуzeвого видання за позицією компанії.
[gmcenter](https://gmcenter.ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipri-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/)  (<https://gmcenter.ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipri-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/>)
перевірено 23.09.2026
21. 21. Amazon deploys its one millionth robot.... Amazon (aboutamazon.com). Офіційна сторінка компанії: заявлена кількість роботів, частка замовлень за їх участю і ефект системи DeepFleet.
[aboutamazon.com](https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model)  (<https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model>)
перевірено 23.09.2026
22. 22. Amazon.com, Inc. Form 10-K за 2025 фінансовий рік. Amazon.com, Inc. / SEC EDGAR, 2025. Регуляторна звітність; рядок «Fulfillment, data centers, and other» об'єднує площі центрів виконання замовлень і дата-центрів і не є площею складів окремо.
[sec.gov](https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1018724/000101872426000004/amzn-20251231.htm)  (<https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1018724/000101872426000004/amzn-20251231.htm>)
перевірено 23.09.2026
23. 23. Amazon workers seriously injured at more than twice the rate of other warehouses, study finds. CNBC, 2023. Матеріал ділового медіа за звітом профспілкової коаліції Strategic Organizing Center, побудованим на даних, які сама компанія подає регулятору OSHA; включає відповідь компанії.
[cnbc.com](https://www.cnn.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html)  (<https://www.cnn.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html>)
перевірено 23.09.2026

Джерела

1. 1. Капінос Г. І., Бабій І. В.. Операційний менеджмент: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2013. Для теми 8 — джерело індексу зміни продуктивності (PROD-03, розділ 9, п. 9.1, с. 248), застосованого до наслідків поліпшення якості; розгортання функції якості (QFD) і «будиночка якості» — розділ 5, п. 5.1.4 «Управління якістю при проектуванні виробу», с. 105–106; функціональної схеми «петля якості» — розділ 8, п. 8.4 «Основні підходи щодо управління якістю», рис. 8.1, с. 232–233. Формул контрольних карт, індексів придатності й витрат на якість у виданні немає (аудит бази 2026-09-23).
[duikt.edu.ua](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)  (https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)
перевірено 24.09.2026
2. 2. Омеляненко Т. В., Осокіна А. В.. Операційний менеджмент: презентаційний курс. КНЕУ, 2016. Для теми 8 — джерело трьох аспектів якості (у виробництві, для споживача, для контракту) — розділ 8, слайд 8.2, с. 152; «петлі якості» як стадій життєвого циклу продукту — слайд 8.3, с. 153; вибіркового контролю — слайд 8.18, с. 168; діаграми Парето й причинно-наслідкової діаграми серед семи інструментів контролю якості — слайд 8.19, с. 169; дослідних статистичних методів (дослідження операцій, аналіз великих масивів даних) — слайд 8.22, с. 172. Поділ методів оцінки якості на експертні й соціологічні в джерелах курсу не звірено.
[kneu.edu.ua](https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf)  (https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf) перевірено 24.09.2026
3. 3. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Джерело розрахункової частини теми: контрольні карти $\bar{X}$ -R і p та індекси придатності процесу Cp і Cpk — Supplement 6 «Statistical Process Control» (QC-01, QC-02, QC-04, QC-05); чотири категорії витрат на якість і похідні від них частки — розділ 6 «Managing Quality», підрозділ «Cost of Quality (COQ)» (QC-06, COQ-01, COQ-02) (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)  (https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)
перевірено 23.09.2026
4. 4. ISO 9000:2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary. International Organization for Standardization, 2015. Джерело семи принципів управління якістю (ISO-9000-01) і циклу PDCA (ISO-9000-02) у редакції, ідентично прийнятій в Україні як ДСТУ ISO 9000:2015.
[en-standard.eu](https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/)  (https://www.en-standard.eu/iso-9000-2015-quality-management-systems-fundamentals-and-vocabulary/)
перевірено 23.09.2026

5. 5. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements. International Organization for Standardization, 2015. Джерело пунктів про лідерство (ISO-9001-04), цілі у сфері якості (ISO-9001-07), контроль виробництва в керованих умовах (ISO-9001-11), контроль невідповідної продукції (ISO-9001-12), задоволеність замовника (ISO-9001-13) і коригувальні дії (ISO-9001-16) у редакції, ідентично прийнятій в Україні як ДСТУ ISO 9001:2015. [iso.org](https://www.iso.org/standard/62085.html)  (<https://www.iso.org/standard/62085.html>) перевірено 23.09.2026
6. 6. Toyota Production System. Toyota Motor Corporation. Офіційна сторінка компанії: якісний опис jidoka як «вбудованої якості» — зупинки процесу при відхиленні замість контролю готової продукції. Кількісних виробничих чи якісних метрик сторінка не наводить. [global.toyota](https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html)  (<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html>) перевірено 23.09.2026
7. 7. Про Укрпошту. АТ «Укрпошта». Офіційна сторінка оператора з описом мережі відділень; використано для масштабу операційної системи, що звітує про своєчасність. [ukrposhta.ua](https://www.ukrposhta.ua/ua/pro-ukrposhtu)  (<https://www.ukrposhta.ua/ua/pro-ukrposhtu>) перевірено 23.09.2026
8. 8. Нормативи та нормативні строки пересилання поштових відправлень (наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 22.12.2025 № 1833). Міністерство розвитку громад та територій України, 2025. Чинний акт, який встановлює нормативні строки пересилання (85 % Д+3, 97 % Д+5) як державні соціальні стандарти — приклад нормативу якості послуги, заданого ззовні. [zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0019-26)  (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0019-26>) перевірено 23.09.2026
9. 9. Як працювала Укрпошта у 2025 році. Міністерство розвитку громад та територій України, 2025. Державне джерело річного рівня своєчасної доставки (97–98 %) і підсумків автоматизації сортування; показники потужності ліній у цьому матеріалі походять від компанії й незалежно не аудійовані. [mininfra.gov.ua](https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv)  (<https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv>) перевірено 23.09.2026
10. 10. Укрпошта повністю автоматизувала сортування відправлень по Україні та за кордон. Delo.ua, 2026. Переказ заяви компанії від 18.05.2026 про повну автоматизацію сортування; джерело власного показника своєчасності «близько 97,8 %» — позиція компанії без незалежного аудиту. [delo.ua](https://delo.ua/news/ukrpost-a-povnistyu-avtomatizuvala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/)  (<https://delo.ua/news/ukrpost-a-povnistyu-avtomatizuvala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/>) перевірено 23.09.2026

11. 11. Укрпошта завершила перше півріччя з прибутком. АТ «Укрпошта», 2026.

Новина компанії від 10.07.2026; джерело власного показника своєчасності 98,02 % за травень — позиція компанії без незалежного аудиту.

[ukrposhta.ua](https://www.ukrposhta.ua/ua/news/58715-ukrposhta-zavershila-pershe-pivrichchja-z-pributkom)  (<https://www.ukrposhta.ua/ua/news/58715-ukrposhta-zavershila-pershe-pivrichchja-z-pributkom>)

перевірено 23.09.2026

12. 12. McDonald C. J.. The Evolution of Intel's Copy EXACTLY! Technology Transfer Method. Intel Technology Journal, 1998. Первинна публікація методу «Copy Exactly!»: чотирирівневе статистичне зіставлення майданчиків і пряма заборона компенсаційних підлаштувань. Кількісних сучасних показників ефекту стаття не наводить.

[intel.com](https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/research/1998-vol02-iss-4-intel-technology-journal.pdf)  (<https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/research/1998-vol02-iss-4-intel-technology-journal.pdf>)

перевірено 23.09.2026

13. 13. DOT Penalizes Southwest Airlines \$140 Million for 2022 Holiday Meltdown. U.S. Department of Transportation, 2023. Пресреліз регулятора про штраф 140 млн дол. і скасування 16 900 рейсів після колапсу грудня 2022 р. — приклад зовнішніх втрат якості. Сторінка віддає автоматичному клієнту помилку доступу; текст прочитано через текстовий проксі.

[transportation.gov](https://www.transportation.gov/briefing-room/dot-penalizes-southwest-airlines-140-million-2022-holiday-meltdown)  (<https://www.transportation.gov/briefing-room/dot-penalizes-southwest-airlines-140-million-2022-holiday-meltdown>)

перевірено 23.09.2026

14. 14. Written Testimony of Captain Casey Murray, Southwest Airlines Pilots Association. U.S. Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation, 2023.

Письмові свідчення президента профспілки пілотів на слуханні 09.02.2023 — джерело пояснення про дві непов'язані IT-системи і ручний розподіл екіпажів до 27.12.2022. Це позиція сторони (профспілки), а не технічний висновок регулятора; сайт Сенату віддає автоматичному клієнту помилку доступу.

[commerce.senate.gov](https://www.commerce.senate.gov/wp-content/uploads/meetings/19F99589-8C0F-4198-BD63-ED8722F2EFBD/Captain%20Casey%20Murray%20Testimony%20Senate%20CST%20Feb2023%20.pdf)  (<https://www.commerce.senate.gov/wp-content/uploads/meetings/19F99589-8C0F-4198-BD63-ED8722F2EFBD/Captain%20Casey%20Murray%20Testimony%20Senate%20CST%20Feb2023%20.pdf>)

перевірено 23.09.2026

15. 15. Southwest Airlines Co. Form 10-K за 2025 фінансовий рік. Southwest Airlines Co. / SEC EDGAR, 2025. Регуляторна звітність компанії; використано для опису структурного рішення про уніфікований парк і point-to-point мережу.

[sec.gov](https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/92380/000009238026000004/luv-20251231.htm)  (<https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/92380/000009238026000004/luv-20251231.htm>)

перевірено 23.09.2026

16. 16. Full Year Financial Results for 2025. Ferrexpo plc, 2026. Аудований річний звіт — джерело собівартості C1/C4 і показника LTIFR, а також прямого пояснення компанією зовнішніх (нетехнологічних) причин їх зміни.

[ferrexpstorage.blob.core.windows.net](https://ferrexpstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexp-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)  [\(https://ferrexpstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexp-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf\)](https://ferrexpstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexp-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)

перевірено 23.09.2026

17. 17. Про завод. Інтерпайп Сталь. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ. Сторінка заводу без дати публікації; використано для загального опису підприємства. Незалежного технічного підтвердження паспортних параметрів немає.

interpipesteel.biz  [\(https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod\)](https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod)

перевірено 23.09.2026

18. 18. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ: 10 років зеленої металургії в Україні. ІНТЕРПАЙП, 2022. Ювілейний реліз компанії — джерело заявлених екологічних показників (викиди CO₂ на тонну сталі, скорочення споживання газу) і подвійного позначення обсягу інвестицій.

interpipesteel.org  [\(https://interpipesteel.org/en/node/347\)](https://interpipesteel.org/en/node/347) перевірено 23.09.2026

19. 19. Профіль підприємства «Інтерпайп Сталь». GMK Center. Галуzeвий аналітичний профіль — вторинне джерело продуктивності праці (1 367 т сталі на працівника) і чисельності персоналу.

[gmcenter](https://gmcenter.ua)  [\(https://gmcenter.ua/manufacturer/interpajp-stal-2/\)](https://gmcenter.ua/manufacturer/interpajp-stal-2/)

перевірено 23.09.2026

20. 20. Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки. GMK Center, 2026. Новина про зупинку виробництва 22.09.2026 у переказі галуzeвого видання за позицією компанії.

[gmcenter](https://gmcenter.ua)  [\(https://gmcenter.ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipro-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/\)](https://gmcenter.ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipro-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/)

перевірено 23.09.2026

21. 21. Amazon deploys its one millionth robot.... Amazon (aboutamazon.com). Офіційна сторінка компанії: заявлена кількість роботів, частка замовлень за їх участю і ефект системи DeepFleet.

[aboutamazon.com](https://www.aboutamazon.com)  [\(https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model\)](https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model)

перевірено 23.09.2026

22. 22. Amazon.com, Inc. Form 10-K за 2025 фінансовий рік. Amazon.com, Inc. / SEC EDGAR, 2025. Регуляторна звітність; рядок «Fulfillment, data centers, and other» об'єднує площі центрів виконання замовлень і дата-центрів і не є площею складів окремо.

[sec.gov](https://www.sec.gov)  [\(https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1018724/000101872426000004/amzn-20251231.htm\)](https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1018724/000101872426000004/amzn-20251231.htm)

перевірено 23.09.2026

23.23. Amazon workers seriously injured at more than twice the rate of other warehouses, study finds. CNBC, 2023. Матеріал ділового медіа за звітом профспілкової коаліції Strategic Organizing Center, побудованим на даних, які сама компанія подає регулятору OSHA; включає відповідь компанії.

cnbc.com  (<https://www.cnbc.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html>)

перевірено 23.09.2026