Тема 3. Методологічні основи управління якістю в організації

3.1. Класифікація методів управління якістю та їхня загальна характеристика
3.2. Статистичні методи контролю за якістю
3.3. Інструменти управління поліпшенням якості
3.4. Методологія структурування функцій якості.

Методи управління якістю є способами, за допомогою яких суб'єкти управління здійснюють вплив на організацію та елементи виробничого процесу для досягнення встановлених цілей в сфері якості. Особливістю їх сучасного використання є інтеграція в загальну систему менеджменту.

Різноманітність інструментарію управління якістю обумовлює необхідність їх систематизації і структурування. В науковій та навчальній літературі знайшли відображення багато підходів до класифікації методів управління якістю, серед яких можна виокремити такі [5, 9, 15,21,22]:

1) класичні методи, які формувалися впродовж усього періоду розвитку менеджменту якості. Їх розробниками вважаються видатні фахівців в сфері якості: Е.Демінг, К. Ісикава, Т.Тагуті, Дж.Джуран. Сучасний базис методології управління якістю складають такі класичні методи як: методи Т.Тагуті, концепція статистичного управління якістю (TCQ); концепція постійного поліпшення якості Дж.Джурана, методи статистичного управління якістю тощо.

2) методи статистичного аналізу та контролю якості, головним призначенням яких є аналіз і контроль за процесом та надання інформації для його коригування і покращання. Застосування цих методів є однією із основних вимог, що висувається в рамках впровадження систем управління якістю згідно міжнародних стандартів ISO та TQM. До складу даної групи методів входять сім простих інструментів контролю якості: 1) контрольні листки; 2) діаграма Парето; 3) причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісикави); 4) діаграми розсіювання; 5) гістограми; 6) контрольні карти; 7) стратифікація. У своїй сукупності вони утворюють ефективну систему методів контролю і аналізу якості. За характером оцінок, статистичні методи контролю якості відносяться до кількісних методів управління якістю .

2) сучасні інструменти управління якістю, спрямовані на покращання якості (або "нові методи управління якістю"). Використовуються для втілення вимог та очікувань споживачів у параметри якості продукції, яка виробляється і, на відміну, від статистичних методів контролю, характеризують якісні параметри системи управління. Головне призначення цих методів полягає у забезпечення відповідності якісних характеристик виробів встановленим вимогам. Такими методами є: діаграма спорідненості; діаграма зв'язку; деревовидна діаграма; матрична діаграма (таблиця якості); стрілочна діаграма; карта технологічного процесу; матриця пріоритетів.

3) комплексні інструменти і методології управління якістю, які використовуються для постійного удосконалення і покращання роботи, підвищення результативності і ефективності систем управління якістю та впровадження так званих проектів прориву, зорієнтованих на радикальні зміни і реструктуризацію існуючих процесів або ж запровадження нових. До таких інструментів відносяться: реінжиніринг; бенчмаркінг; аутсорсинг, кайдзен, "шість сигм", метод безперервного покращання процесів PDCA, самооцінювання. Вони виникали і запроваджувалися в рамках розвитку сучасних концепцій і моделей управління якістю.

4) методи, об'єднані за об'єктом впливу, до яких належать: економічні; організаційно-розпорядчі (адміністративні); інженерно-технологічні; соціально-психологічні [15].

Один з базових принципів управління якістю полягає в ухваленні рішень на основі фактів, який реалізується шляхом моделювання виробничих і управлінських процесів інструментами математичної статистики. Проте, без поглибленої математичної підготовки всіх учасників процесу, сучасні статистичні методи контролю якості є досить складними для сприйняття і широкого практичного використання. Союз японських учених і інженерів (JUSE) в 1979р. узагальнив всі відомі прийоми оцінки якості і запропонував до використання

сім простих і доступних у застосуванні наочних методів аналізу і контролю за якістю процесів. Це: 1) контрольні листи; 2) діаграма Парето; 3) причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісикави); 4) діаграми розсіювання; 5) гістограми; 6) контрольні карти; 7) стратифікація.

Незважаючи на простоту, вони зберігають зв'язок із статистикою і дають менеджерам можливість користуватися їх результатами, а при необхідності – їх удосконалювати. Головне призначення цих інструментів – контроль процесу виробництва продукції та надання об'єктивної і чіткої інформації для його коригування і покращання. Їхнє застосування на практиці є однією із важливіших вимог, що висувається в рамках концепції TQM. Зазначені методи можна використовувати як окремо, так і в сукупності, залежно від поставлених цілей контролю і завдань виробництва. В сучасних умовах інструменти контролю застосовуються не тільки в організації виробництва, але й в управлінні, плануванні, маркетингу, логістиці тощо.

Контрольні листи – інструмент, який використовується для збирання даних та автоматичного їх упорядкування з метою подальшого їх використання та аналізу. Такі листки можуть бути двох видів: 1) контрольний листок реєстрації результатів вимірів і 2) контрольний листок видів дефектів (невідповідностей). Контрольний листок складається з адресної та результуючої частин.

В адресній частині контрольного листа вказується назва виробу, його параметри, цех, дільниця, станок, зміна, оператор, контрольна величина, межі допуску, технічна карта контролю тощо. Обов'язково зазначається дата заповнення, а сам листок підписується контролером, або відповідальною за процес контролю особою. Результуюча частина містить п'ять граф. В першій графі контрольного листка вказуються можливі зміни величини вимірювання; в другій – відхилення від номінального значення (або види дефекту); в третю графу заносяться результати контролю; в четвертій наводяться результати підрахунків кількості проявів кожного значення відхилення (або дефекту) за період спостереження; в п'ятій відображаються розрахунки відносної частоти прояву відхилення (частки виду дефекту). Сума відносної частоти повинна дорівнювати 1. Схема контрольного листка реєстрації виду дефекту наведена на рис.

Контрольний листок реєстрації видів дефектів

Виріб, деталь _____ **Цех, дільниця** _____
Зміна _____ **Оператор** _____ **Контролер** _____
Технічна карта контролю _____ **Дата контролю** _____

№ дефекту	Вид лдефекту	Результати контролю	Кількість дефектів	Частка дефектів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Розриви	*~~ІІІ~~ ~~ІІІ~~ ~~ІІІ~~ ІІІ*	18	0,3
2	Тріщини	*ІІІІ*	4	0,07
3	Подряпини	*~~ІІІ~~ ~~ІІІ~~ І*	11	0,18
4	Деформації	*~~ІІІ~~ ~~ІІІ~~ ~~ІІІ~~ ІІ*	17	0,28
5	Не витриманий розмір	*~~ІІІІ~~ ІІ*	7	0,11
6	Інші дефекти	*~~ІІІ~~ ~~ІІІ~~*	10	0,16
	Всього дефектів		**60**	**1,00**
	Загальна кількість забракованих виробів		**42**	
	Загальна кількість проконтрольованих виробів		**200**	

Листок заповнив ..... підпис (П.І.Б.)

Розрахунки виконав ..... підпис (П.І.Б.)

Стратифікація – інструмент, що дозволяє провести сортування даних для з'ясування причин розшарування характеристик продукції (процесів, порушень, дефектів, невідповідностей). Застосування даного інструменту дозволяє також виявити залежності та взаємозв'язки між властивостями товару і умовами виробництва, властивостями матеріалів, впливом різноманітних чинників тощо..

При стратифікації масив даних класифікується за різними групами (категоріями) із загальними характеристиками, які часто називаються змінними стратифікації. Важливо встановити, які саме змінні будуть використовуватися для сортування, адже це дозволить прийняти рішення для усунення невідповідностей або проблем виробництва, виявлення корінної причини зниження якості.

В практиці стратифікації використовуються різні методи групування даних, які відповідають обраним завданням і цілям процесу виробництва. Зокрема, для селекції даних, які відносяться до виробництва товарів, використовується концепція 6-и „*M*"; для даних виробництва і надання послуг застосовується правило 5-и „*P*", а для маркетингових досліджень – чотирьох „*P*".

На рис. 3.2 наведений приклад аналізу джерел виникнення дефектів, які були зкласифіковані за такими ознаками: поставники сировини; обладнання; зміна, в яких вони проявилася; оператори, які їх допустили. Аналіз даних свідчить, що найбільша кількість дефектів була виявлена в першій зміні, а допускали їх переважно перший і четвертий оператори, найчастіше дефекти виникали на другому і третьому обладнанні. З вини другого поставника дефектів виявлено найбільше.

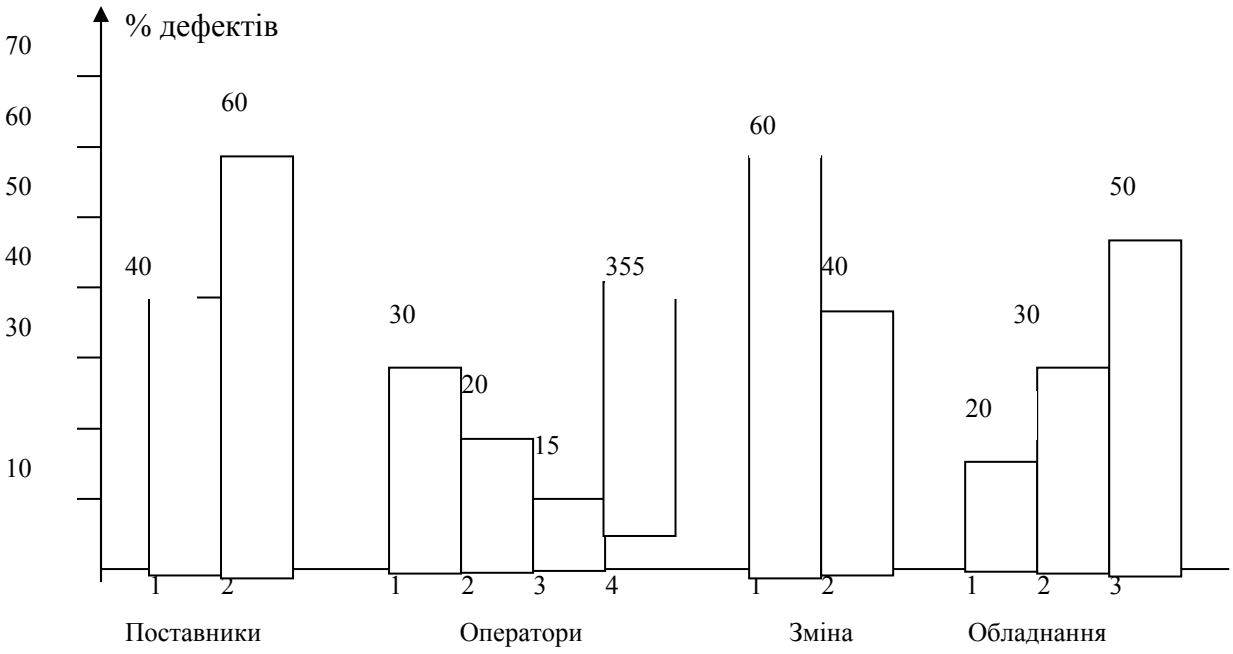

Рис. 3.2. Стратифікація даних щодо джерел виникнення дефектів виробу.

Причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісикави) – є інструментом виявлення і систематизації суттєвих чинників (причин), які впливають на кінцевий результат (наслідок). Діаграма Ісикави названа іменем професора Токійського університету Каору Ісикави, який, обговорюючи проблеми якості на одному з підприємств, фіксував і узагальнював думки інженерів у формі діаграми причин і результатів. Використання даного підходу отримало широке розповсюдження в практиці контролю якості у багатьох компаніях Японії, оскільки допомагало керівництву розв'язати виявлені проблеми за допомогою знаходження ключової причини і прийняття коригуючих рішень.

Діаграма Ісикави складається із показника якості, який характеризує результат і факторні показники. Факторні показники об'єднуються в окремі групи, які залежать від

об’єкту аналізу і контролю. Переважно, діаграма Ісикави ґрунтується на концепціях „5 М” або „6М” і включає такі основні фактори (компоненти), які впливають на якість: машини/обладнання (*machin)*; персонал (*man)*; матеріали (*material)*; методи організації і управління (*metod*); вимірювання/оцінка (*measurement*). В концепції „6М” додається фактор „оточуюче середовища (*milieu)*”. Для кожної із означених груп факторів необхідно визначити чинники вторинного порядку, які впливають на головний. Зокрема, для компонента „персонал”, такими чинниками можуть бути: система мотивації персоналу; рівень кваліфікації працівників; стаж роботи; рівень безпеки та умови праці; соціально-психологічний клімат колективу, форми оплати праці; навчання. Для компонента „машини/обладнання” чинниками, які їх визначатимуть, можуть бути: рівень фізичного і морального зношення; марка обладнання; його конструкція; фірма-виготовлювач. На компонент „матеріали” суттєвий вплив здійснюють чинники, пов’язані з якістю вхідної сировини, властивістю матеріалів, типом та асортиментом сировини. Фактор „Методи організації та управління” залежить від процесу виробництва; системи управління виробництвом; стилю управління; технології виробництва. Компоненту „вимірювання” визначають чинники, пов’язані з методами вимірювання; типами вимірювального приладу; точністю і достовірністю вимірювання. „Оточуюче середовище” характеризується умовами роботи, рівнем конкуренції, впливом виробництва на зовнішнє середовище.

Структура причинно-наслідкової діаграми в узагальненому вигляді подана на рис. 3.3.

розв’язання

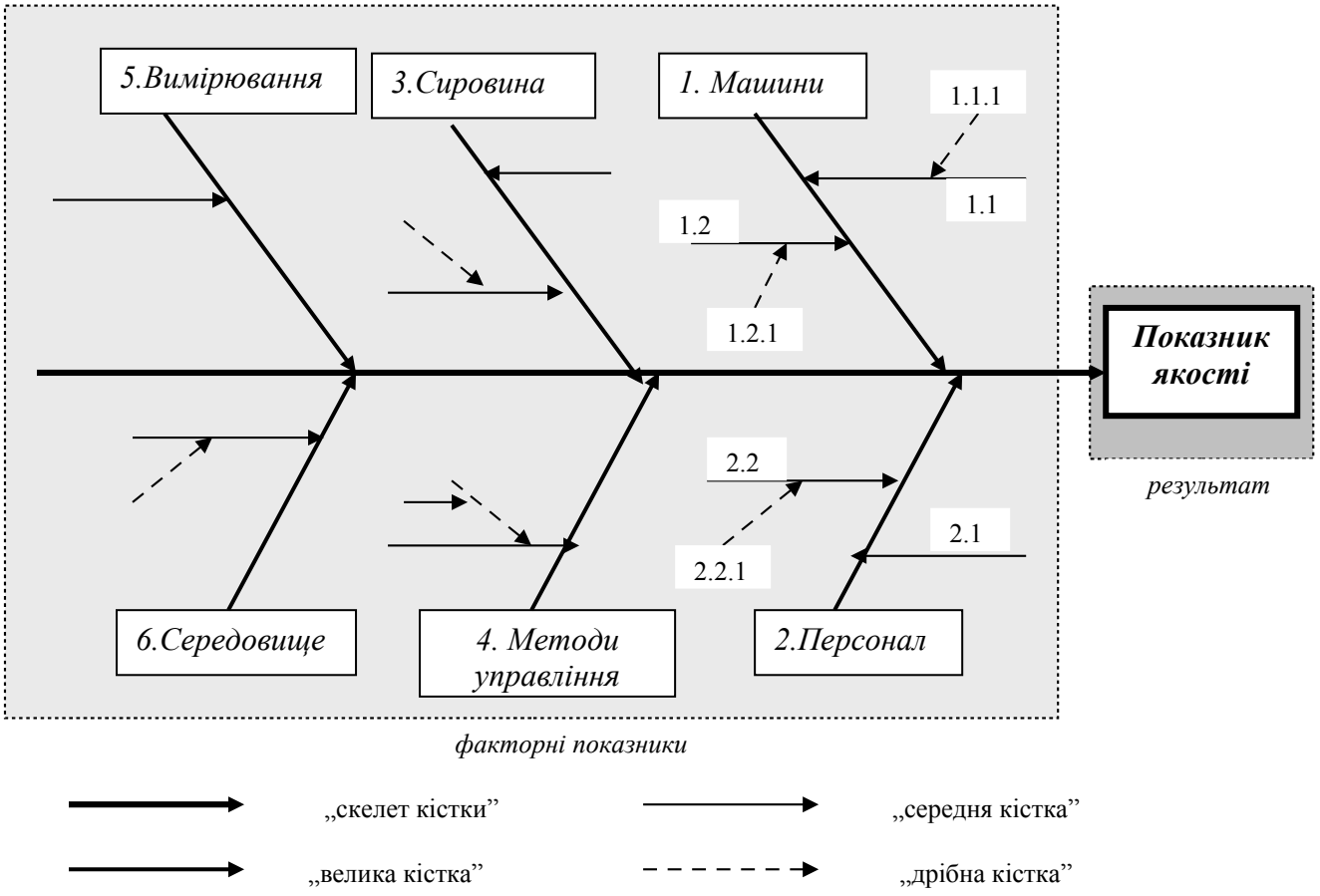

Рис. 3.3. Структура причинно-наслідкової діаграми („риб’яча кістка”).

Дослідження причин відхилень параметрів виробу від стандартних вимог закінчується тоді, коли вона лежить в площині компетенції інших організацій (органів управління, суміжників, партнерів).

Причинно-наслідкова діаграма має універсальне застосування і використовується для виявлення проблемних ситуацій у всіх сферах діяльності організації. Діаграма може

розроблятися як індивідуально, так і колективно. Найбільш ефективним є груповий метод аналізу причин, в основу якого закладається метод „мозкової атаки". „Мозкова атака" дозволяє залучити в процес виявлення проблем забезпечення якості кваліфікованих спеціалістів, фахівців, безпосередніх керівників процесом виробництва. На основі аналізу даних групою експертів виробляються ідеї, які дозволяють здійснити керівництву підприємства заходи щодо покращення якості продукції, ліквідації причин її зниження або попередження виникненню дефектів.

Діаграми розсіювання (кореляційна діаграма) є інструментом, який дозволяє визначити вид і тісноту зв'язку між двома параметрами, приміром, виручкою і кількістю клієнтів; працездатністю і станом здоров'я. Діаграми розсіювання використовується для виявлення причинно-наслідкового зв'язку показників якості і факторів, які на неї впливають.

Така діаграма будується у вигляді графіку, який отримується шляхом нанесення на площину отриманих в результаті спостереження даних. Координати точок відповідають значенням показника якості і фактору, який досліджується тобто, по горизонтальній осі графіку відображаються виміри одної змінної, а по вертикальній – іншої. Розташування точок на графіку показує наявність і характер зв'язку між випадковими величинами.

В процесі побудови графіку можливі різноманітні варіанти скупчення точок, які характеризую пряму або зворотну кореляційну залежність, відсутність кореляційного зв'язку або криволінійну кореляцію. В кожному конкретному випадку така залежність описується певним видом рівняння. Кількісна оцінка тісноти зв'язку визначається через розрахунок коефіцієнту кореляції. Якщо r =0. то зв'язок відсутній; якщо r наближається до 1, то зв'язок є прямим; якщо ж r наближається до -1, то зв'язок є зворотним. При умові наявності зв'язку, відхилення по одному з параметрів можливо усунути впливаючи на інший.

Контрольні карти – інструмент, який дозволяє відслідковувати характер проходження процесу і впливати на нього, попереджуючи відхилення від вимог, пред'явлених до процесу стандартом. В теорії менеджменту якості прийнято вважати, що ідея контрольної карти належить американському досліднику Уолтеру Л. Шухарту, який запропонував її використовувати в 1925р.

Контрольна карта є різновидом графіка, який відрізняється наявністю контрольних меж, які визначають допустимий діапазон коливання характеристик у стабільних умовах процесу виробництва. Вихід за контрольні межі означає порушення стабільності процесу і вимагає аналізу причин і прийняття відповідних рішень.

Контрольна карта складається із трьох ліній: центральної, яка характеризує стабільність процесу (або контрольний параметр якості), ліній верхньої і нижньої контрольної межі, а також лінії фактичних часових даних показника якості, нанесених на карту (рис. 3.4).

В практиці контролю якості розробляються різі види контрольних карт, які містять або якісні, або кількісні характеристики виробу. Карти кількісних характеристик відображають конкретні виміри параметрів процесу (механічні параметри, розмір, температуру, вагу), а карти якісних ознак характеризують загальну зміну всього процесу (кількість рекламацій на замовлення, кількість прогулів тощо).

В межах кожного із семи інструментів контролю якості можливе складання семи типів контрольних карт, а саме:

контрольної карти середніх значень і квадратичних відхилень ($\overline{X}$ -*S-карта*);

контрольної карти середніх арифметичних відхилень($\overline{X}$ -*R-карта*), яка відображає різницю між найбільшим і найменшим розмахом процесу;

контрольної карти індивідуальних (поточних) значень якості (*X-карта*), яка використовується для контролю якості невеликої кількості об'єктів;

контрольної карти кількості дефектів (*c-карта*);

контрольної карти кількості дефектів на одиницю продукції (*u-карта*);

контрольної карти кількості дефектних одиниць продукції (*pn-карта*);

контрольної карти частки дефектної продукції (*p-карта*).

Діаграма Парето – інструмент, який дозволяє виявити основні причини порушень, які призводять до найбільших втрат і які необхідно ліквідувати в першу чергу. Діаграма названа в честь італійського економіста В.Парето, який в 1887р. вивів формулу нерівномірності розподілу доходів суспільства, а сама: в більшості випадків більша частка доходів (80%) належить невеликій кількості домогосподарств (20%). Дж.Джуран використав цей постулат для класифікації проблем якості на нечисленні (але суттєво важливі) і багаточисленні (несуттєві) і назвав цей метод аналізом Парето. Згідно цього методу, більшість дефектів і пов'язаних з ними матеріальних втрат викликана невеликою кількістю причин, або, 80% проблем є результатом 20% причин. Отже, виявивши причини появи основних дефектів (порушень) можна ліквідувати майже всі втрати, зосередивши зусилля на ліквідації саме цих причин.

Основою для побудови діаграми є контрольні листки або інші форми збору даних. Формою побудови діаграми Парето є вертикальний стовпчиковий графік, на якому на горизонтальній осі фіксуються причини виникнення проблем якості в порядку їх зменшення, а на вертикальній - кількісне вираження цих проблем як в числовому, так і в кумулятивному (нагромадженому) виразі (рис. 3.5). На діаграмі чітко видно область прийняття невідкладних рішень щодо ліквідації причин виникнення проблеми, оскільки їхній вплив є найбільш суттєвим (породжують найбільше помилок). Таким чином, попереджувальні заходи мають бути спрямовані на розв'язання саме цих проблем.

В практиці аналізу і контролю якості продукції використовують два види діаграм Парето: за результатами діяльності і за причинам (факторами) виникнення проблем

Діаграми Парето за результатами діяльності призначені для виявлення головної проблеми та відображають небажані результати діяльності, а саме:

якості – дефекти, помилки, рекламації, поломки, повернення продукції, відмови, ремонти;

собівартості – обсяги втрат, затрати;

термінів поставок – порушення графіків і термінів поставок, затримки, помилки в складанні рахунків;

безпеці – аварії, нещасні випадки, помилки.

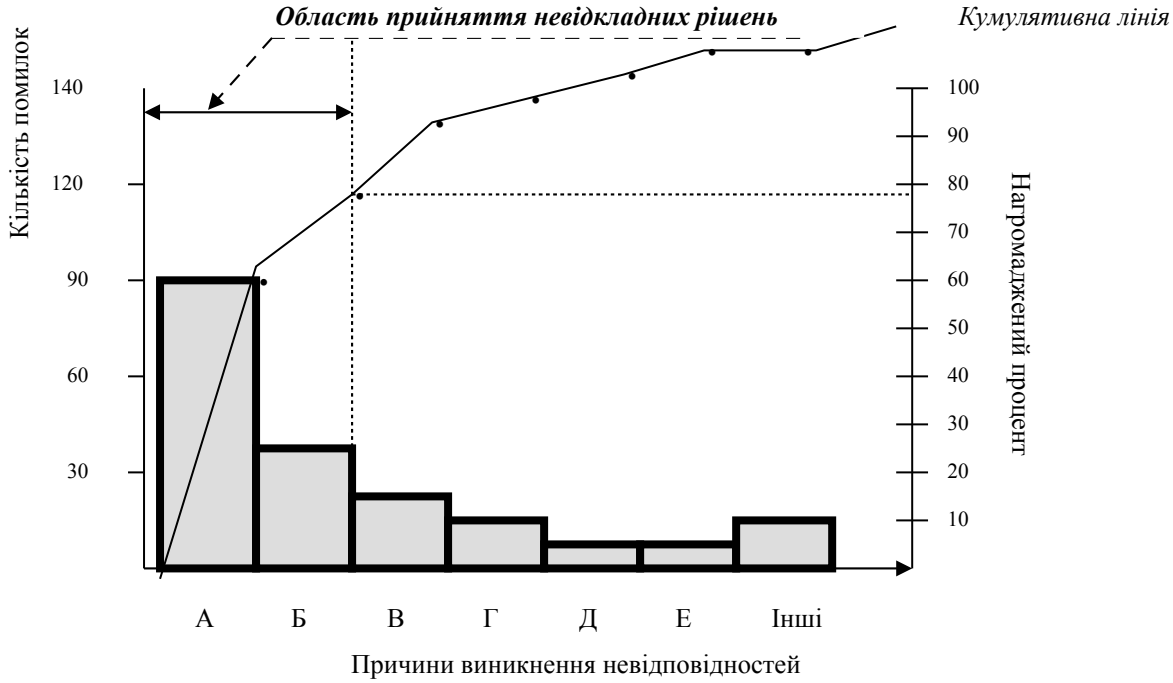

Рис. 3.5. Діаграма Парето для аналізу причин виникнення проблем

Діаграма Парето за причинам (факторами) відображають причини проблем, які виникають в процесі виробництва і використовуються для виявлення основної з них:

виконавець роботи – досвід роботи, стаж, кваліфікація, особистісні характеристики, вік, зміна , бригада;

обладнання – станки, інструменти, прилади, оснащення, моделі, штампи;

сировина – вид сировини, партія, виробник, поставник;

методи роботи і управління – умови роботи, прийоми роботи, методи керівництва, послідовність операцій;

вимірювання – точність, вірність, стабільність, тип вимірювального приладу.

Побудова діаграм Парето здійснюється за такими етапами:

1. Визначення цілей контролю та розроблення процедури збирання даних.
2. Організація збирання даних. Даний етап передбачає розроблення форми контрольного листа для реєстрації даних з переліком видів інформації, що збирається, а також визначення відповідальних осіб за проведення спостереження та періоду збирання даних.
3. Встановлення виду діаграми Парето, яка будуватиметься (за результатами діяльності чи причинами).
4. Аналіз та систематизація результатів (причин).
5. Ранжування даних, отриманих за кожною ознакою в порядку значущості.
6. Побудова стовпчикової діаграми..

При побудові діаграми Парето необхідно врахувати такі моменти:

– діаграма Парето є найбільш ефективною, якщо кількість факторів, які розмішуються на горизонтальній осі складає 7-10.

– при обробленні даних необхідно здійснити їх розподіл за окремими факторами;

– у випадку, коли фактор „інші” є значно більшим в порівнянні з виявленими причинами, необхідно повторити аналіз його змісту, а також знову проаналізувати всі фактори. В діаграмі групу факторів „інші” слід розмістити в останньому рядку, незважаючи на кількісне його значення;

– якщо в переліку факторів виявляється той, стосовно якого легше провести заходи щодо покращення, то його слід виокремити, не звертаючи увагу на порядок його розміщення.

Гістограма (стовпчиковий графік) є інструментом для наглядного відображення розподілу конкретних значень параметру за частотою його повторення за визначений період часу (тиждень, місяць, рік). При нанесення на графік допустимих значень такого параметру можна визначити, як часто він попадає в допустимий діапазон або виходить за його межі.

Аналіз отриманих даних проводиться методами, які використовуються в інших методах контролю якості, зокрема: частка виробів з дефектами і відповідні втрати досліджуються за допомогою діаграми Парето; причини появи дефектів – з допомогою причинно-наслідкової діаграми, діаграми розсіювання і методу розшарування; зміни характеристик в часі визначають за контрольними картами.

Побудова гістограми здійснюється в такій послідовності:

1. *Здійснюється спостереження за випадковою величиною та визначаються її числові значення.* Щоб отримати достатньо достовірну гістограму кількість експериментальних точок має бути не менше 30.

2. *Визначається розмах R (розкид випадкової величини*). Обираються x_{min} та x_{max} (відповідно найменше і найбільше значення). Відповідно R розраховується за рівнянням

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Розмах визначає ширину гістограми.

3. *Отриманий розмах ділять на декілька інтервалів* (k). Ширину інтервалу визначають за формулою

$$h = R / k$$

4. *Зібрані дані розподіляють за інтервалами*. Ліва межа 1-го інтервалу = x_{min}, права межа = $x_{max} + h$ і т.д. Штриховими відмітками визначають кількість показників, які попали в кожний інтервал. Такі дані заносяться у спеціальний бланк реєстрації.

5. *За отриманими даними будується гістограма*. На осі ординат відображаються межі інтервалів, а по осі абсцис – частота.

6. *За формою отриманої гістограми виясняється стан партії виробів, технологічного процесу, прийняті заходи*.

Можлива побудова наступних видів гістограм, які дозволяють провести аналіз процесів: звичайний симетричний (а); мультимодальний (б); скошений розподіл (позитивне /негативне) (в); розподіл з обривом зліва/права (г); плато (д); двох піковий тип (е); розподіл з ізольованим піком (ж). Основні види гістограм відображені на рис. 3.6

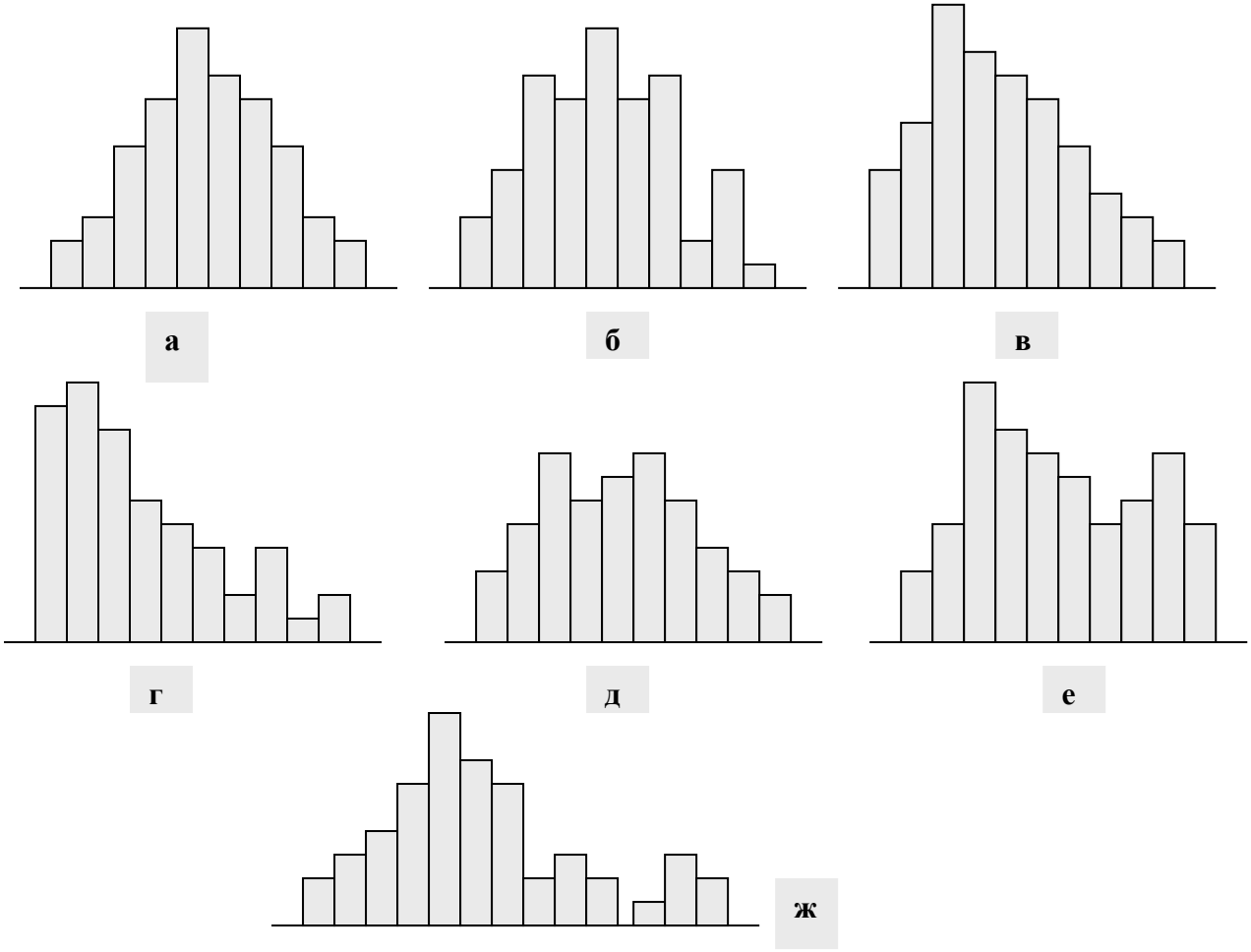

Рис. 3.6. Види гістограм.

Якщо є допуски інтервалу, то необхідно нанести на гістограму його межі (S_L - нижняя, S_U – верхняя межа), щоб порівняти з ними проведений розподіл. Існує п’ять типових випадків, які відображені на рис. 3.6.

Якщо гістограма відповідає допуску, то маємо два напрямки дій: підтримуємо існуючий стан (рис. *а*) або зменшуємо розкид до меншого значення (рис. *б*).

Якщо гістограма не відповідає допуску, то в цьому випадку необхідно6 добитися зміщення середнього значення ближче до центру поля допуску (рис. *в*); здійснення процедур, спрямованих на зниження варіації даних (рис. *г*); одночасно необхідні дії, описані в попередніх випадках (рис. *д*).

Структурування функцій якості QFD (*Quality Function Deployment*) є методологією системного перетворення побажань споживачів у вимоги до якості продукції. Основним завданням такого структурування є врахування вимог споживачів до якісних характеристик продукції ще на стадіях її планування і проектування продукції, а також при проектуванні технології виробництва такої продукції.

QFD є оригінальною японською технологією, яка передбачає складання спеціальних матриць, за допомогою яких виявлені потреби споживачів переводяться в детально розроблені технічні характеристики (якісні параметри) продукції і цілі її проектування. Базовою структурою QFD-методології є конструкція, яка дістала назву "будинку якості" (quality house) [4,9,10,13]. В ній відображаються всі можливі зв'язки між споживчими вимогами і технічними показниками виробництва продукції.

Методологія структурування функцій якості використовується на 4-х етапах створення продукції: планування та вироблення технічних умов; проектування продукції; проектування процесів; проектування виробництва. Отримані результати на всіх етапах мають бути взаємопов'язаними, а саме: вихід першого етапу (характеристики продукту в цілому) є входом другого етапу; вихід другого етапу (характеристики компонентів продукту) є входом третього етапу; вихід третього етапу (параметри технологічного процесу) є входом четвертого етапу; виходом четвертого етапу є характеристики обладнання та оснащення, засоби та методи контролю якості продукту. Перехід від етапу до етапу здійснюється доти, поки не будуть враховані основні (найбільш важливі) побажання споживача та встановлені найважливіші характеристики продукту, технології його виробництва і контролю, які дозволять задовольнити потреби споживача як на даному етапі, так і в перспективі.

Згідно методології QFD, в основу побудови "Будинку якості" закладаються 4 інструменти управління покращанням якості, такі як: діаграма спорідненості, діаграма зв'язків, деревоподібна діаграма, матрична діаграма. Їх застосування є необхідною умовою оцінки вимог споживачів та їх впровадження у технічні (інженерні) характеристики майбутньої продукції на всіх етапах проектування.

Найважливішим етапом для проектування нового продукту (чи покращання якості існуючого) є планування продукції. Процедура його проведення передбачає здійснення поетапного комплексу робіт.

На *першому етапі* з'ясовуються та уточнюються вимоги споживачів. Організація, яка планує нову продукцію, повинна встановити, на який сегмент ринку даної продукції вона претендує, хто є її потенційними споживачами, провести опитування споживачів та сформувати перелік основних очікувань та побажань. Основним завданням цього етапу є перетворення вимог споживачів в технічні (інженерні) характеристики продукту. Проблемою таких перетворень є те, що, споживач виражає свої бажання в абстрактній формі, а технічні характеристики мають мати конкретні вимірники.

На *другому етапі* QFD здійснюється ранжування виявлених споживчих вимог, метою якого є їх упорядкування за ступенем важливості. Маючи чітке уявлення про те, які вимоги необхідно задовольнити обов'язково, а якими можна нехтувати, підприємство знаходить певний компроміс між бажаннями і можливостями. Вимоги споживачів завжди є суперечливими, тому спроектувати продукт, що відповідав би всім вимогам неможливо.

Розроблення конкретних технічних характеристик нового продукту здійснюється на *третьому етапі* структурування функція якості QFD. На цьому етапі складається чіткий, описаний мовою розробників, перелік параметрів майбутнього виробу з точки зору вимог технічної документації.

На *четвертому етапі* QFD проводиться оцінка тісноти парних взаємозв'язків між споживчими вимогами та технічними характеристиками продукту. Для цього використовується діаграма зв'язків та кореляційна матриця. Тіснота зв'язку оцінюється значеннями: сильний, середній або слабкий зв'язки або ж виміряється коефіцієнтом кореляції, який може приймати значення в інтервалі ± 1. На основі проведених оцінок обираються найбільш прийнятні варіанти узгодження споживчих вимог і технічних

можливостей їх задоволення. Даний етап є найбільш складним і трудомістким. Як показує японський досвід, його тривалість коливається від 3-6 місяців до півтора років. У результаті цього етапу стає зрозуміло, які технічні характеристики є найбільш важливими для споживача, а які можна не додають йому цінності і можуть бути виключеними зі списку.

П'ятий етап присвячений аналізу парних взаємозв'язків між технічними характеристиками та визначенню напряму зміни кожної з них для забезпечення необхідних значень споживчих вимог. Технічні характеристики можуть бути різноспрямованими і суперечити один одному, тому для виявлення ступеню тісноти або характеру взаємозв'язку між ними використовується кореляційна матриця. Суперечливість характеристик позначається знаком "мінус", а односпрямованість – знаком "плюс". Такі оцінки дозволяють оптимізувати виробничий процес, оскільки на їх основі визначається, яким способом, при яких умовах та в яких режимах доцільно здійснювати процес виробництва, щоб отримати продукцію, яка максимально відповідає споживчим вимогам.

На *шостому етапі* визначаються вагові значення технічних характеристик з урахуванням рейтингу споживчих вимог, а також встановлюються залежності між споживчими вимогами та технічними характеристиками.

Сьомий етап характеризується процедурами оцінювання технічних обмежень та трудомісткості виробництва. На основі експертних оцінок робляться висновки про можливість реалізації тих значень технічних характеристик, які є пріоритетними з точки зору споживачів. З урахуванням результатів оцінок, здійснюється коригування їх цільових значень.

На *восьмому етапі* здійснюється порівняння (бенчмаркінг) продукту, який проектується, з аналогічним, який виробляється конкурентами та визначаються цільові значення технічних характеристик нового продукту (цілей проектування).

В результаті виконання вищевказаних процедур, отримуються вихідні дані для технічного завдання на проектування і розробку нової продукції. В цілому метод структурування функцій якості дозволяє не тільки формалізувати процедуру визначення основних характеристик продукту, що розробляється з урахуванням побажань споживача, але і приймати обґрунтовані рішення з управління якістю процесів його виробництва. Таким чином, "розгортаючи" якість на початкових етапах життєвого циклу продукту відповідно до потреб і побажань споживача, організація упереджує (або ж зводить до мінімуму) майбутнє корегування його параметрів після того, як продукт надійшов на ринок. При цьому забезпечується як висока якість нового продукту, так і відносно низька його вартість (за рахунок зведення до мінімуму невиробничих витрат).