

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Н.А. Єфіменко, Ю.О. Подчашинський, Л.О. Чепюк

**СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ
ЯКІСТЮ**

Навчальний посібник

Житомирська політехніка
2026

УДК 006:005.6
Є91

*Рекомендовано Вченою радою
Державного університету «Житомирська політехніка»
(протокол № 12 від 26 червня 2026 р.)*

Рецензенти:

д.т.н., професор *Голуб С.В.* (Черкаський державний технологічний університет, завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем),

д.т.н., доцент *Кирилович В.А.* (Державний університет «Житомирська політехніка», професор кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна),

д.т.н., доцент *Осауленко І.А.* (Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, завідувач кафедри інтелектуальних систем прийняття рішень).

Єфіменко Н.А.

Є91 Стандартизація, сертифікація та управління якістю : навч. посібник [електронні дані] / Н.А. Єфіменко, Ю.О. Подчашинський, Л.О. Чепюк. – Житомир : Житомирська політехніка, 2026. – 200 с.

ISBN 978-966-683-746-5

В навчальному посібнику основні теоретичні, методичні та організаційні основи забезпечення робіт з управління якістю та стандартизації. Особливу увагу приділено питанням, які пов'язані з перспективними напрямками стандартизації, державній системі стандартизації України, механізмам та інструментам управління якістю продукції, основам побудови системи управління якістю, контролю якості ключових технологічних процесів, ефективності стандартизації. Матеріал навчального посібника має практичну спрямованість та супроводжується прикладами. Навчальний посібник призначено для студентів спеціальності G6 «Інформаційно-вимірювальні технології», він також може бути корисним для фахівців, які займаються питаннями стандартизації та управління якістю на виробництві.

УДК 006:005.6

ISBN 978-966-683-746-5

© Н.А. Єфіменко, 2026,
Ю.О. Подчашинський, 2026,
Л.О. Чепюк, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СУТНІСТЬ, МАТЕМАТИЧНА БАЗА, МЕТОДИ І ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ	7
1.1. Сутність та математична база стандартизації	7
1.2. Перспективна стандартизація	10
1.3. Комплексна стандартизація	15
1.4. Випереджаюча стандартизація	18
Контрольні питання	20
РОЗДІЛ 2. ДЕРЖАВНА СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ	21
2.1. Основні терміни і поняття	21
2.2. Види стандартів	35
2.3. Проблеми забезпечення якості продукції	37
2.4. Проблеми забезпечення конкурентоспроможності продукції	40
Контрольні питання	44
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ	45
3.1. Підготовка до проведення експертної оцінки і формування експертної групи	45
3.2. Алгоритм оцінювання якості	50
3.3. Методи забезпечення якості. Контроль якості	56
Контрольні питання	81
РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЗМИ ТА ІНСТРУМЕНТИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ	83
4.1. Якість продукції: основні поняття, терміни і визначення	83
4.2. Класифікація та система показників якості промислової продукції	85
4.3. Стадії формування якості	89
4.4. Зміст оцінки рівня якості продукції	90
4.5. Методи оцінки рівня якості продукції	94
4.6. Оцінка технічного рівня продукції	97
4.7. Статистичний і вхідний контроль якості продукції	99
4.8. Інформація як особлива властивість виробничої та споживчої якості продукції	106
Контрольні питання	111

РОЗДІЛ 5. ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ	112
5.1. Вимоги щодо системи управління якістю продукції	112
5.2. Нормативне супроводження систем управління якістю	119
5.3. Декомпозиція систем управління	123
Контрольні питання	134
 РОЗДІЛ 6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КЛЮЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	135
6.1. Контроль та оцінка якості виробничого процесу	135
6.2. Методика кількісної оцінки якості технологічного процесу	145
6.3. Оцінка керування технологічного процесу	157
6.4. Інструменти управління якістю	159
Контрольні питання	181
 РОЗДІЛ 7. ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ	182
7.1. Принципи та методи оцінки економічної ефективності	182
7.2. Визначення ефективності програм зі стандартизації та сертифікації	187
7.3. Облік фактору часу та соціальних наслідків в економічних розрахунках	192
7.4. Визначення стандартизації як частини в загальному ефекті	196
Контрольні питання	198
 ЛІТЕРАТУРА	199

ВСТУП

Тільки продукція високого рівня якості може бути конкурентоспроможною на ринку, а досягнення такого рівня повинно ґрунтуватися на багатогранності економічної, науково-технічної та організаційної форми управління.

Якщо підприємство бажає мати тверді позиції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, йому необхідно мати таку систему управління якістю, яка орієнтується на глобальний ринок із забезпеченням критеріїв конкурентоспроможності. Такою може бути система, яка відповідає вимогам стандартів ISO.

Сьогодні жодне суспільство не може існувати без технічного законодавства та нормативних документів, які регламентують правила, процеси, методи виготовлення та контролю продукції, а також є гарантом безпеки життя, здоров'я і майна людей та навколишнього середовища. Саме стандартизація і є тією діяльністю, яка включає в себе та виконує ці функції.

Стандартизація в техніці та сучасних технологіях є своєрідним відображенням об'єктивних законів еволюції технічних засобів та матеріалів і є, в свою чергу, своєрідним індикатором впливу на відбір засобів, методів і матеріалів, що забезпечують високу якість продукції (послуг) на сучасному рівні розвитку науки і техніки. У ході еволюції з'являються нові методи виробництва і матеріали, які призводять до заміни старих стандартів новими. Отже, це і набуває безперервності за рахунок розвитку суспільства шляхом створювання якісних виробів в умовах будь-якого виробництва.

Об'єктивні закони розвитку техніки і промисловості передбачають впровадження стандартизації як запоруки високої якості продукції. Завдяки стандартизації, суспільство має можливість свідомо керувати своєю економічною і технічною політикою, орієнтованою на виготовлення високоякісної продукції.

Враховуючи сучасні потреби ринкового середовища, яке постійно диктує нові вимоги виробникам, навчальна дисципліна «Стандартизація, сертифікація та управління якістю» є обов'язковою складовою частиною підготовки бакалаврів з спеціальності F6 «Інформаційно-вимірювальні технології», які потрібні сучасним підприємствам нашої держави. Вище наведені дані і є основою щодо написання даного навчального посібника, враховуючи новітні системи управління якістю на підприємствах промислового комплексу з використанням сучасних державних та міжнародних стандартів.

Питання стандартизації, сертифікації та управління якістю розглянуто з позиції системного підходу, що допоможе здобувачам вищої освіти та

провідним фахівцям з якості, стандартизації та сертифікації знайти корисну інформацію для подальшої роботи в даному напрямку діяльності.

У навчальному посібнику розглянуті теоретичні основи та перспективні напрямки стандартизації, державна система стандартизації України, механізми та інструменти управління якістю продукції, основи побудови системи управління якістю, контроль якості ключових технологічних процесів, ефективність стандартизації. Особливу увагу приділено оцінці рівня якості продукції, проблемам забезпечення конкурентоспроможності продукції та визначенню ефективності стандартизації

Матеріал навчального посібника має практичну направленість та супроводжується прикладами. Всі розділи навчального посібника включають контрольні питання та рекомендовану літературу.

Навчальний посібник призначено для здобувачів вищої освіти спеціальності G6 «Інформаційно-вимірювальні технології», він також може бути корисним для фахівців, які займаються питаннями стандартизації та управління якістю на виробництві.

Автор висловлює вдячність рецензентам д.т.н., професору Голубу С.В., д.т.н., доценту Кириловичу В.А., д.т.н., доценту Осауленку І.А. за підтримку, корисні поради та зауваження, що дозволили покращити якість навчального посібника.

РОЗДІЛ 1. СУТНІСТЬ, МАТЕМАТИЧНА БАЗА, МЕТОДИ І ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

1.1. Сутність та математична база стандартизації

Стандартизація визначає основу розвитку господарсько-економічної діяльності суспільства і тому повинна здійснюватися у відповідності з науково-технічним прогресом.

Теоретичною базою сучасної стандартизації є система переважних чисел. *Переважні числа* – це числа, які рекомендується вибирати як переважні перед всіма іншими на етапі обґрунтування значень величин параметрів для нових виробів (габаритність, кількість оборотів, тиск, температура, напруга електричного струму та ін.).

Переважні числа отримують на основі геометричної прогресії i -й член якої дорівнює $\pm 10^{\frac{1}{R}}$. При цьому, знаменник прогресії має наступний вираз: $Q = \sqrt[R]{R}$, де $R = 5, 10, 20, 40, 80$ та 160 і приймає цілі значення в інтервалі від 0 до R . Значення R дорівнює числу членів прогресії в одному десятичному інтервалі. Переважні числа одного ряду можуть бути тільки позитивними, або тільки негативними.

Якщо дотримуватися строго обґрунтованого ряду переважних чисел, то параметри і розміри окремого виробу або групи виробів будуть, найкращим чином, узгоджені зі всіма відповідними видами продукції, наприклад: електродвигуни – з технологічним устаткуванням, вантажопідйомними пристроями; запобіжні клапани – з паровими котлами; комплектуючі вироби – з приєднувальними і посадочними місцями в машині. Невиконання вище наведеної умови приведе до зайвих витрат матеріалів, електричної та інших видів енергії, зниження продуктивності праці, зростання собівартості продукції. Зокрема, невідповідність асортименту круглого прокату, що випускався раніше металургійними заводами, і нормального ряду діаметрів в машинобудуванні приводить до зайвого стружкоутворення, зниження коефіцієнту використання металу, додаткового непродуктивного завантаження металорізальних верстатів. В результаті це потребує використання більшої кількості сировини і приводить до нераціонального використання виробничої площі.

Переважні числа і їх ряди є основою впорядкування вибору значень величин і градацій параметрів виробничих процесів, устаткування, пристосувань, різального і вимірювального інструментів, штамтів, матеріалів, напівфабрикатів, транспортних засобів тощо. Застосування переважних чисел створює передумови для скорочення номенклатури виробів, запровадження механізмів уніфікації, скорочення тривалості циклу технологічної підготовки виробництва, організації масового виготовлення продукції.

Ряди переважних чисел повинні задовольняти наступні вимоги:

- являти собою раціональну систему градацій, що відповідає потребам виробництва і експлуатації;
- бути нескінченними в напрямках зменшення і збільшення чисел;

- включати всі послідовні десятиразові або дробові значення кожного числа ряду;
- бути простими і такими, що легко запам'ятовуються.

До *геометричних рядів* належать числа, які є зручними у користуванні та ті, які відповідають вище наведеним вимогам. Прикладом таких чисел може бути геометрична прогресія.

Геометрична прогресія – це ряд чисел (4; 6; 9; 13; 5; 20; 25), в якому кожне наступне число отримують шляхом множення попереднього на одне і те ж саме число, яке називається знаменником прогресії. В даному випадку, знаменник прогресії дорівнює 1,5. Перевага геометричної прогресії полягає в тому, що на будь-якому інтервалі відсоток збільшення значення величини числа є незмінним, а недоліком є обов'язкове округлення всіх її членів. Геометричні ряди забезпечують однакову відносну різницю між будь-якими суміжними числами, які включають цілі ступені та мають рівні знаменники прогресії, наприклад, геометричний ряд числа 10: $\sqrt[5]{10}$; $\sqrt[10]{10}$; $\sqrt[20]{10}$; $\sqrt[40]{10}$; $\sqrt[80]{10}$; $\sqrt[160]{10}$. Переважними числами цього ряду відповідно будуть округлені числа:

$$1,6 \left(\sqrt[5]{10} = 1,5849 = 1,6 \right);$$

$$1,26 \left(\sqrt[10]{10} = 1,2589 = 1,26 \right);$$

$$1,12 \left(\sqrt[20]{10} = 1,1220 = 1,12 \right);$$

$$1,06 \left(\sqrt[40]{10} = 1,0592 = 1,06 \right);$$

$$1,03 \left(\sqrt[80]{10} = 1,0292 = 1,03 \right);$$

$$1,01 \left(\sqrt[160]{10} = 1,0144 = 1,01 \right).$$

Добуток або частка двох переважних чисел, а також позитивні або негативні ступені чисел ряду дають переважне число цього ж ряду з відносною похибкою в межах від $-1,01\%$ до $+1,26\%$. Куб будь-якого числа ряду R_{10} в 2 рази є більшим за куб попереднього числа, а квадрат в 1,6 рази є більшим ніж квадрат попереднього числа (з відносною похибкою не більшою, ніж $0,1\%$).

Позитивні властивості наведених прогресій ґрунтуються на кількості членів в межах кожного десятиразового інтервалу (1–10; 10–100; 100–1000 тощо, а також 1–0,1; 0,1–0,01; 0,01–0,001 тощо) і вони є постійними та рівними 5, 10, 20, 40, 80 та 160 для вище названих знаменників прогресій. Добуток або частка двох будь-яких членів прогресії є членом цієї прогресії. Цілі позитивні чи від'ємні ступені будь-якого члену прогресії завжди є її членами. Члени ряду із знаменником прогресії, який дорівнює $\sqrt[10]{10}$ подвоюються через кожні три члена, зі знаменником $\sqrt[20]{10}$ – відповідно через кожні шість, зі знаменником прогресії $\sqrt[40]{10}$ – через кожні 12, зі знаменником $\sqrt[80]{10}$ – через кожні 24, а зі знаменником $\sqrt[160]{10}$ – через кожні 48 членів. В рядах зі знаменником $\sqrt[10]{10}$; $\sqrt[20]{10}$; $\sqrt[40]{10}$; $\sqrt[80]{10}$; $\sqrt[160]{10}$ міститься число 3,15, яке є наближеним рівним π . Завдяки цьому довжини та площі кола, діаметр якого є оптимальним числом, приблизно рівні переважним числам. Ряд зі знаменником прогресії $\sqrt[40]{10}$ включає переважні числа 375, 750, 1500, 3000, які мають особливе значення в електротехніці, так як вони являють собою синхронні частоти обертання валів електродвигунів, які вимірюються обертами за хвилину.

Більшість промислово розвинених країн прийняли національні стандарти на нормальні лінійні розміри, які складені із врахуванням рекомендацій Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) та встановлюють чотири основні ряди переважних чисел (R_5 , R_{10} , R_{20} , R_{40}) і два додаткових (R_{80} та R_{160}).

До цих рядів входять переважні числа, що є наближеними значеннями ірраціональних чисел. Майже у всіх випадках необхідно використовувати 40 основних переважних чисел, що входять в чотири ряди: 1,0; (1,06); 1,12; (1,18); 1,25; (1,32); 1,40; (1,50); 1,60; (1,70); 1,80; (1,90); 2,00; (2,12); 2,24; (2,36); 2,50; (2,65); 2,80; (3,00); 3,15; (3,35); 3,55; (3,75); 4,00; (4,25); 4,50; (4,75); 5,00; (5,30); 5,60; (6,00); 6,30; (6,70); 7,10; (7,50); 8,00; (8,50); 9,00; (9,50).

Відхилення від переважних чисел і їх рядів допускаються в наступних випадках:

- округлення до переважного числа виходить за межі похибки, яка припускається;
- значення параметрів технічних об'єктів є закономірними та відмінними від геометричної прогресії.

При встановленні розмірів, параметрів та інших чисельних характеристик їх значення слід вибирати з основних рядів переважних чисел. При цьому значенням величин ряду R_5 слід віддавати перевагу над значеннями величин ряду R_{10} , значення величин ряду R_{10} мають перевагу перед величинами R_{20} , в свою чергу останні – величинам R_{40} .

Вибіркові ряди переважних чисел отримують шляхом відбору кожного 2, 3, 4, ..., n -го члена основного або додаткового ряду, починаючи з будь-якого числа. Позначення вибіркового ряду складаються з позначення початкового основного ряду, після якого ставиться похила лінія і відповідно число 2, 3, 4, ..., n . У випадку, якщо ряд обмежений, позначення повинно містити члени, що обмежують його. Якщо ж ряд не є обмеженим, то повинен бути вказаний як мінімум один його член, наприклад:

$R_{5/2}(1...1000\ 000)$ – вибіркового ряд, складений з кожного другого члена основного ряду R_5 , який обмежений членами 1 та 1000 000;

$R_{10/3}(...80...)$ – вибіркового ряд, складений з кожного третього члена основного ряду R_{10} , який включає член 80 та є не обмеженим в обох напрямках;

$R_{20/4}(112...)$ – вибіркового ряд, складений з кожного четвертого члена основного ряду R_{20} та є обмеженим за нижньою межею членом 112;

$R_{40/5}(...60)$ – вибіркового ряд, складений з кожного п'ятого члена основного ряду R_{40} і обмежений за верхньою межею членом 60.

Вибіркові ряди переважних чисел застосовуються у випадку, коли зменшення числа градацій створює додатковий ефект в порівнянні з використанням повних рядів.

З вибірових рядів з однаковим знаменником перевагу слід віддавати ряду, що містить одиницю або число, єдиною значущою цифрою якого є одиниця (наприклад, 0,01; 0,1; 10; 100 тощо).

Допускається використовувати *похідні переважні ряди чисел*, які встановлюються для випадків, коли із-за природних закономірностей не можуть бути застосовані геометричні ряди. Похідні ряди отримують шляхом перетворення основних і додаткових рядів переважних чисел і відповідно поділяють на основні і додаткові.

Ряди, які мають спадний характер позитивних переважних чисел, отримують на основі геометричної прогресії, i -й член якої є рівним $q_i = \frac{1}{\varepsilon_i} = 10^{\frac{1}{R}}$.

Позначення ряду, який має спадний характер позитивних переважних чисел, отримують шляхом додавання до позначення кожного основного і додаткового ряду переважних чисел знаку «↓», наприклад: ↓R5, ↓R10 ↓R(...1,25), ↓R20 (45...), ↓R40 (300...75).

Комплементарні, арифметичні і нормативні переважні ряди чисел в даному навчальному посібнику не розглядаються.

Похідні ряди застосовуються у випадку, коли жоден з основних рядів не задовольняє відповідні вимоги, а також, коли встановлюється градація числових характеристик, які є залежними від параметрів і розмірів, що утворені на базі основних рядів.

Дотримання *єдиного порядку* при переході від одних значень параметрів до інших у всіх галузях промисловості зменшує кількість типорозмірів, що призводить до економії матеріалів, а також дозволяє узгоджувати між собою різні види виробів, матеріалів, напівфабрикатів, транспортних засобів, виробничого устаткування (наприклад, за потужністю, габаритами тощо).

Так, якщо будь-який завод передбачає випускати сім типорозмірів двигунів (мінімальна потужність першого типорозміру дорівнює 10 кВт), то за нормальним рядом чисел із i -м знаменником прогресії параметричний ряд цих двигунів дорівнює: 10, 16, 25, 40, 63, 100 та 160 кВт.

Встановлені переважні числа і ряди переважних чисел дозволяють забезпечити уніфікацію значень параметрів технічних об'єктів і регламентують найбільш раціональні числа типорозмірів конкретних видів продукції.

На підприємствах, які мають дискретний характер (прикладом може бути машинобудування та приладобудування), переважні числа є прийнятими за основу при призначенні класів точності, розмірів, кутів, радіусів, канавок, уступів, лінійних розмірів тощо. Такий підхід дозволяє скоротити номенклатуру різального і вимірювального інструменту, кулачків для автоматів, штампів, прес-форм, пристосувань і, таким чином, сприяє зростанню рівня взаємозамінності, підвищенню серійності, технічного рівня та якості продукції, що виготовляється, а також розширенню об'ємів її виробництва, орієнтуючись на зниження собівартості.

1.2. Перспективна стандартизація

Вищим ступенем прогресивних стандартів є *стандарти з перспективними вимогами*, що розробляються у складі науково-дослідних та

конструкторських робіт (НДКР) за планами пріоритетного розвитку груп однорідної продукції виробничо-технічного призначення, товарів народного споживання, комплектуючих виробів та матеріалів.

Під групою однорідної продукції розуміють сукупність виробів, що характеризуються загальним цільовим (функціональним) призначенням, мають загальні основні властивості. Отже, метою розроблення стандартів з перспективними вимогами є створення нормативно-технічної бази державного управління розробки та випуску вітчизняної продукції, що відповідає світовому рівню.

Перспективні стандарти мають максимальний обсяг науково і економічно обґрунтованих вимог, які враховують новітні результати НДКР, прогнозних аналізів, відкриттів, винаходів, а також диференційованих значень основних показників технічного рівня та якості груп однорідної продукції. Отже, такі стандарти використовуються при розробці нормативно-технічної документації на нову техніку, впровадження її на виробництві, сертифікації продукції, плануванні виробництва високоякісної продукції.

Стандарти з перспективними вимогами повинні передбачати обмежену номенклатуру основних показників технічного рівня та якості і одночасно характеризувати тенденцію перспективного розвитку даної групи однорідної продукції в світі. Наприклад, для машинобудівної продукції, такі показники характеризують її *споживчі властивості*, ефективність експлуатації (вантажопідйомність, технологічність, швидкість), надійність (безвідмовність, ремонтпридатність, збереження, довговічність), економічність (питома витрата палива, коефіцієнт корисної дії, собівартість тощо), комфортність, безпеку.

Перспективні показники технічного рівня та якості виробів встановлюються замовником та опрацьовуються і узгоджуються з головною організацією за групами однорідної продукції, розробником, базовою (головною) організацією зі стандартизації. Рівень показників враховує вимоги стандартів зарубіжних країн на аналогічні групи виробів. Перспективні стандарти можуть передбачати ступені технічного рівня та якості продукції з вказаним терміном введення в дію кожного з них. У зв'язку з важливістю таких стандартів, впровадження яких передбачається в планах основних організаційно-технічних заходів, необхідно формувати відповідні завдання науково-технічних програм, планів економічного і соціального розвитку галузей народного господарства із забезпеченням їх виконання необхідними матеріальними, трудовими і фінансовими ресурсами.

Впровадження стандартів з перспективними вимогами дозволяє забезпечити економічний ефект за рахунок використання механізмів уніфікації, тобто обмеження різноманітності продукції щодо раціональної одноманітності; створення основних параметрів виробів, що розробляються; зростання технічного рівня та якості виробів; скорочення витрат за рахунок втрати конкурентоспроможності продукції і виготовленні нових вискооефективних виробів технічного призначення; зменшення витрат при експлуатації шляхом економії матеріальних і трудових ресурсів, які безпосередньо пов'язані з

процесом підвищення технічного рівня і якості продукції. Механізми розрахунку економічного ефекту наведені нижче:

1. Економічний ефект від впровадження стандарту з перспективними вимогами з терміном дії, який дорівнює терміну оновлення даної групи однорідної продукції ($E_{\Delta t_i}^{\Sigma}$, грн.), за умови $\Delta T = t_4 - t_1$, розраховується за формулою (1.1):

$$E_{\Delta t_i}^{\Sigma} = \sum_{i=1}^3 E_{\Delta t_i}^i - E_H (K_{\partial \partial \partial_1} - K_{\partial \partial \partial_2}), \quad (1.1)$$

де $E_{\Delta t_i}^i$ – економія від впровадження показників i -го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$, $i = 1, 2, 3$ грн.;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (рівний ставці банківського відсотку);

$K_{\partial \partial \partial_1}$ – додаткові витрати на проведення НДКР і розробку стандарту з перспективними вимогами, грн.;

$K_{\partial \partial \partial_2}$ – додаткові капітальні вкладення, які пов'язані з впровадженням стандарту з перспективними вимогами, грн.

t_i – початок впровадження i -го ступеня якості, де $i = 1, 2, 3$ років;

t_4 – закінчення терміну дії стандарту з перспективними вимогами, років;

ΔT – термін оновлення однорідної продукції даної групи, років;

$\Delta t = t_4 - t_1$ – термін дії стандарту з перспективними вимогами, років.

2. Економічний ефект від впровадження стандарту з перспективними вимогами, термін дії якого є більшим, ніж термін оновлення даної групи однорідної продукції ($E_{\Delta t}^{\Sigma}$, грн.), за умови $t_2 < t_1 + \Delta T \leq t_3$, розраховується за формулою (1.2):

$$E_{\Delta t}^{\Sigma} = E_{\Delta t_1}^1 - E_{\Delta t_2}^2 + (E_{\Delta t_3}^3 - E_{\Delta t_3}^2) - E_H (K_{\partial \partial \partial_1} - K_{\partial \partial \partial}^n) - E_H (K_{\partial \partial \partial_2} - K_{\partial \partial \partial_2}^n), \quad (1.2)$$

де $E_{\Delta t_2}^2$ – економія від впровадження показників 2-го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період $\Delta t_{n_2} = (t_1 + \Delta T) - t_2$, грн.

$E_{\Delta t_3}^2$ – економія, яку можна було б отримати при впровадженні переглянутого стандарту, що встановлює показники, відповідні показникам 2-го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період, Δt_3 грн.;

$K_{\partial \partial \partial_1}^n$ – витрати на проведення НДКР і розробку стандарту, який було переглянуто, грн.;

$K_{\partial \partial \partial_2}^n$ – додаткові капітальні вкладення, пов'язані з впровадженням переглянутого стандарту, грн.

3. Економічний ефект від впровадження стандарту при наступному ступені якості, за умови $t_3 < t_1 + \Delta T \leq t_H$, розраховується за формулою (1.3):

$$E_{\Delta t}^{\Sigma} = E_{\Delta t_1}^1 - E_{\Delta t_2}^2 - E_{\Delta t_3}^3 - E_H(K_{\partial o \partial_1} - K_{\partial o \partial_1}^n) - E_H(K_{\partial o \partial_2} - K_{\partial o \partial_2}^n), \quad (1.3)$$

де $E_{\Delta t_3}^3$ – економія від впровадження показників 3-го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період $\Delta t_3 = (t_1 + \Delta T) - t_3$, грн.

При подальшому ступені якості за умови $t_2 < t_1 + \Delta T \leq t_3$ та $t_3 < t_1 + 2 \Delta T \leq t_4$ економічний ефект має вигляд (1.4):

$$E_{\Delta t}^{\Sigma} = E_{\Delta t_1}^1 + E_{\Delta t_2}^2 + (E_{\Delta t_2}^2 - E_{\Delta t_3}^2) - E_H(K_{\partial o \partial_1} - K_{\partial o \partial_1}^n) - E_H(K_{\partial o \partial_2} - K_{\partial o \partial_2}^n), \quad (1.4)$$

де $E_{\Delta t_2}^2$ – економія від впровадження показників 3-го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період $\Delta t_2 = (t_1 + \Delta T) - t_2$, грн.;

$E_{\Delta t_2}^2$ – економія від впровадження показників 2-го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період $\Delta t_{n_2}' = (t_1 + 2\Delta T) - t_3$, грн.;

$E_{\Delta t_3}^2$ – економія, яка була б отримана при впровадженні переглянутого стандарту, що встановлює показники, відповідні показникам 2-го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за період $\Delta t_3'$, грн.

4. Економія від впровадження показників i -го ступеня якості стандарту з перспективними вимогами за термін дії цього ступеня ($E_{\Delta t_i}^1$), визначається за формулою (1.5):

$$E_{\Delta t_i}^1 = E^1 \cdot \frac{(1+E)^2}{E} \cdot (1+E)^{t_2-t_1} [1 - (1+E)^{t_1-t_{i+1}}], \quad (1.5)$$

де E^1 – річна економія від впровадження показників i -го ступеня стандарту з перспективними вимогами, грн.;

E – норматив, який знаходиться в проміжку $(0,1)$;

$\Delta t_i = t_{i+1} - 1$ – період часу від початку впровадження показників i -х ступенів стандарту, де $i=1,2,3$ з перспективними вимогами (t_i) до моменту переходу на новий ступінь (t_{i+1}), років.

Витрати на розробку стандарту з перспективними вимогами на стадії планування ($K_{\partial o \partial_1}$) розраховуються в грн. та мають вигляд (1.6):

$$K_{\partial o \partial_1} = K_{\partial o \partial_1}^{\sigma} \cdot K_{CK}, \quad (1.6)$$

де $K_{\partial o \partial_1}^{\sigma}$ – витрати на розробку стандарту, грн.;

K_{CK} – коефіцієнт складності розробки стандарту з перспективними вимогами, що враховує необхідність проведення великого обсягу НДКР.

В свою чергу, коефіцієнт складності розробки стандарту з перспективними вимогами визначається за формулою (1.7):

$$K_{CK} = 1 + K_H + K_I + K_C + K_K, \quad (1.7)$$

де K_H – коефіцієнт інновацій, що враховує ступінь нововведення і прогресивність стандарту;

K_I – коефіцієнт інформаційної ємності, що враховує зростання працємісткості розробки стандарту внаслідок прогнозування його показників;

K_C – коефіцієнт складності узгодження, що враховує зростання працємісткості розробки стандарту внаслідок складності узгодження значень прогнозних величин;

K_K – коефіцієнт конструктивної складності виробів, що стандартизуються.

Нормативні значення коефіцієнтів встановлюються відповідною галуззю національної економіки. За відсутності нормативів приймається значення $K_{CK} = 1,92$.

Витрати на впровадження стандарту на стадії планування ($K_{\partial\partial\partial_2}$) розраховуються за формулою (1.8):

$$K_{\partial\partial\partial_2} = \frac{K_{\partial\partial\partial_2}^T}{A_2^T} \cdot A_2 \cdot K_{EP}, \quad (1.8)$$

де $K_{\partial\partial\partial_2}^T$ – витрати на впровадження стандарту на одному підприємстві, що випускає найбільший обсяг продукції, грн.;

A_2^T – річний обсяг випуску продукції на даному підприємстві в натуральних одиницях;

A_2 – загальний річний обсяг випуску продукції в натуральних одиницях;

K_{EP} – коефіцієнт, що враховує відмінність в рівнях оснащення підприємств, які впроваджують стандарт з перспективними вимогами.

Значення коефіцієнта K_{EP} залежить від обсягу випуску продукції і встановлюється відповідною галуззю промисловості. За відсутності значень використовуються дані, що наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Значення коефіцієнту K_{EP}

Річний обсяг випуску продукції на типовому підприємстві (тис. шт.)	Значення коефіцієнту K_{EP}
До 25	2,0
Від 26 до 50	1,7
Від 51 до 75	1,5
Понад 75	1,0

Вище наведене дає змогу сформулювати такі *основні напрями поліпшення якості продукції*:

- створення технологічних конструкцій машин, обладнання, механізмів, пристроїв;
- постійне вдосконалення конструкцій технічних пристроїв і технологій їх виготовлення;

- зростання коефіцієнта уніфікації виробів щодо базової моделі;
- підвищення технічного рівня виробництва, комплексна механізація і автоматизація виробничих та допоміжних процесів;
- ритмічна робота всіх підрозділів підприємства;
- розробка, впровадження і систематичне застосування прогресивних методів контролю та аналізу якості продукції;
- суворе додержання технологічної, виробничої та виконавчої дисципліни;
- поліпшення стандартизації і технічних умов;
- впровадження наукової організації праці (НОП);
- підвищення культури виробництва;
- розвиток творчої активності працюючих для досягнення найвищих кінцевих результатів при одночасній економії живої і уречевленої праці.

Для підтримання якості продукції на належному рівні на підприємствах, по-перше, стимулюють випуск якісної продукції, по-друге, накладають штрафні санкції при виготовленні неякісної (бракованої) продукції.

1.3. Комплексна стандартизація

Сучасні тенденції розвитку науково-технічного прогресу вимагають постійного скорочення термінів створення нової техніки, яка повинна налічувати новітні виробничо-технічні характеристики. Провідна роль у вирішенні цієї проблеми належить *комплексній стандартизації*, яка забезпечує оптимальне задоволення постійно зростаючих вимог споживача за рахунок узгодженості показників взаємопов'язаних компонентів, що належать об'єктам стандартизації.

Отже, *комплексна стандартизація* забезпечує взаємозв'язок і взаємозалежність суміжних галузей спільного виробництва готового виробу за рахунок впровадження вимог державних (національних) стандартів. Наприклад, норми, вимоги, що наведені в стандарті на автомобіль є також обов'язковими для металургійної, хімічної, електротехнічної та інших галузей промисловості, тому що якість сучасного автомобіля визначається якістю більше, ніж двох тисяч виробів і матеріалів, з яких він складається.

Комплексна стандартизація дозволяє встановлювати найбільш раціональні в технічному відношенні параметричні ряди і асортимент промислової продукції, усувати її зайве різноманіття, недоцільну різнотипність, створювати технічну базу для організації масового виробництва на спеціалізованих підприємствах із застосуванням найбільш досконалої технології, що, в свою чергу, прискорює впровадження новітньої техніки і забезпечує ефективне вирішення багатьох питань, пов'язаних з підвищенням якості та конкурентоспроможності продукції, орієнтованої на вимоги споживача.

Основними критеріями вибору об'єктів комплексної стандартизації є техніко-економічна доцільність стандартизації та рівень технічної досконалості продукції. Принципи комплексної стандартизації засновані на виявленні взаємозв'язків між показниками якості складових частин виробу і предметів праці.

Для комплексної стандартизації притаманні три принципи: системність; оптимальність; програмне планування. Умовний взаємозв'язок окремих складових частин при комплексній стандартизації наведено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Фактори впливу комплексної стандартизації продукції

Як видно з рис. 1.1., при вирішенні питання стосовно доцільності розробки комплексних стандартів потрібно проаналізувати всі складові виробу та матеріали, з яких вони виготовлені, незалежно від того, чи мають вони кінцеве експлуатаційне призначення. При цьому *розробку комплексних стандартів* слід починати з компонентів, які не мають самостійного експлуатаційного призначення.

Одним із головних показників, які визначають ступінь комплексної стандартизації, є *інтегрований коефіцієнт сукупності виробів стандартизації*, який отримують шляхом перемноження часткових коефіцієнтів, що характеризують рівень стандартизації сировини, напівфабрикатів, частин і деталей конструкцій, комплектуючих виробів, оснащення, методів випробувань, готової продукції тощо. Інтегрований коефіцієнт (K_{int}) визначаються за формулою (1.9):

$$K_{int} = K_1, K_2, K_3 \dots K_n, \quad (1.9)$$

де $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ – часткові коефіцієнти стандартизації кожного елементу конструкції, компоненту, що входить до виробу.

Частковий коефіцієнт являє собою відношення кількості розроблених нормативно-технічних документів на стандартизовані елементи конструкції ($K_{\tilde{n}\tilde{o}}$) до загальної кількості нормативно-технічних документів, які потрібні для випуску даної продукції ($K_{\tilde{\zeta}\tilde{\alpha}\tilde{\alpha}}$), тобто має вигляд (1.10):

$$\hat{E} = \left(\frac{\hat{E}_{\tilde{n}\tilde{o}}}{\hat{E}_{\tilde{\zeta}\tilde{\alpha}\tilde{\alpha}}} \right) \cdot 100\% \quad (1.10)$$

Часткові коефіцієнти стандартизації поділяються на групи за їх відношенням до знарядь праці (устаткування, оснащення, інструменту тощо), до предметів праці (сировина, матеріали, напівфабрикати тощо).

У сучасних умовах ефективним інструментом практичної організації робіт по комплексній стандартизації продукції є розробка і реалізація *програм комплексної стандартизації* (ПКС).

Ці програми, зазвичай, спрямовані на вирішення найсуттєвіших проблем національної економіки і передбачають «наскрізні» вимоги щодо сировини, матеріалів, напівфабрикатів, деталей, вузлів, із яких комплектують вироби, устаткування, інструменти, технічні засоби контролю і випробування, метрологічне забезпечення, методи організації і технологічної підготовки виробництва, зберігання, транспортування, що регламентують умови роботи для досягнення встановленого нормативним документом технічного рівня та якості продукції. Приклад реалізації програми комплексної стандартизації наведено на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Реалізація програми комплексної стандартизації на прикладі розроблення і виготовлення продукції машинобудування

Одним з найбільш суттєвих питань при застосуванні методології програмно-цільового планування комплексної стандартизації є оцінка її

ефективності. Вона проводиться на чотирьох етапах планування: затвердження переліку ПКС, розробці проекту ПКС, науково-технічній експертизі проекту та його реалізації. Достовірність оцінки ефективності ПКС має велике значення для подальшого ухвалення рішень стосовно доцільності її реалізації.

В галузі машинобудування програма комплексної стандартизації спрямована на максимальну уніфікацію конструкцій деталей і вузлів загального призначення. Для цілеспрямованого виконання цієї роботи потрібно скласти альбоми робочих креслень уніфікованих вузлів та деталей, розроблена нормативно-технічна документація на організацію спеціалізованих виробництв і освоєння уніфікованих виробів безпосередньо на заводах-виробниках.

1.4. Випереджаюча стандартизація

Одним із головних аспектів науково-технічного прогресу є постійна і своєчасна заміна старих виробів, що знаходяться ще у виробництві на нові, більш прогресивні, які забезпечують значне підвищення продуктивності суспільної праці.

У процесі розвитку науки і техніки постійно скорочується інтервал між новими науковими відкриттями та їх використанням у виробничому процесі. Отже, основні параметри виробів, що зафіксовані в стандартах набувають швидкого старіння і потребують систематичного перегляду з використанням методів довгострокового прогнозу та випередженням темпів науково-технічного прогресу.

Цим вимогам відповідає *випереджаюча стандартизація*, що встановлює підвищені (по відношенню до вже досягнутого на практиці) норми (вимоги) до об'єктів стандартизації, які оптимізуються під час впровадження. Суть *випереджаючої стандартизації* полягає в тому, що в стандартах встановлюють перспективні вимоги до продукції, яка розробляється. Ці вимоги повинні випереджати сучасний науково-технічний рівень, який існує в межах України та за кордоном. Отже, *випереджаюча стандартизація* здійснюється шляхом розробки окремих стандартів або їх комплексів, що регламентують вимоги до новітніх систем (комплексів), технічних пристроїв або головних показників, які визначають технічний рівень і якість виробу, що розробляється.

Науково-технічна база *випереджаючої стандартизації* включає результати фундаментальних, пошукових і прикладних наукових досліджень, відкриттів і винаходів. Вона проводиться на основі цільового підходу одночасно з НДКР зі створення систем, комплексів машин, устаткування, механізмів і приладів, а також є вирішенням найважливіших економічних і соціальних проблем, систематичним пошуком підвищення технічного рівня, якості і конкурентоспроможності вітчизняних виробів на міжнародному ринку.

Процес створення *випереджаючої стандартизації* є безперервним і ґрунтується на постійній заміні стандартів з урахуванням впливу інноваційних процесів на виробничу систему. Його доцільно поділити на наступні етапи: підготовчі роботи, створення випереджаючого стандарту, впровадження. Структуризація процесу розробки випереджаючого стандарту наведена на рис. 1.3.

ПРОЦЕС РОЗРОБЛЕННЯ ВИПЕРЕДЖАЮЧОГО СТАНДАРТУ		
Етапи створення виробу	Поле діяльності	Напрями випередження
1. Проектно-конструкторські роботи зі створення дослідного зразка. 2. Технічна підготовка промислового виробництва виробу. 3. Промислове виробництво виробу.	1. В межах заводу (галузі). 2. В межах однієї держави. 3. В межах регіональної групи країни. 4. В світовому масштабі.	1. За асортиментом (типам), видам, маркам (сортам), типорозмірам виробів. 2. За ознаками, властивостями та функціями виробів. 3. За взаємозамінністю елементів конструкцій старих і нових виробів. 4. За кількісним значенням показників ознак.

Рис. 1.3. Структуризація процесу розроблення випереджаючого стандарту

Різновидом випереджаючого стандарту є *ступеневий стандарт*, що містить показники якості різного рівня. На рис. 1.4 наведено приклад ступеневого показника з різними термінами реалізації кожного із ступенів.

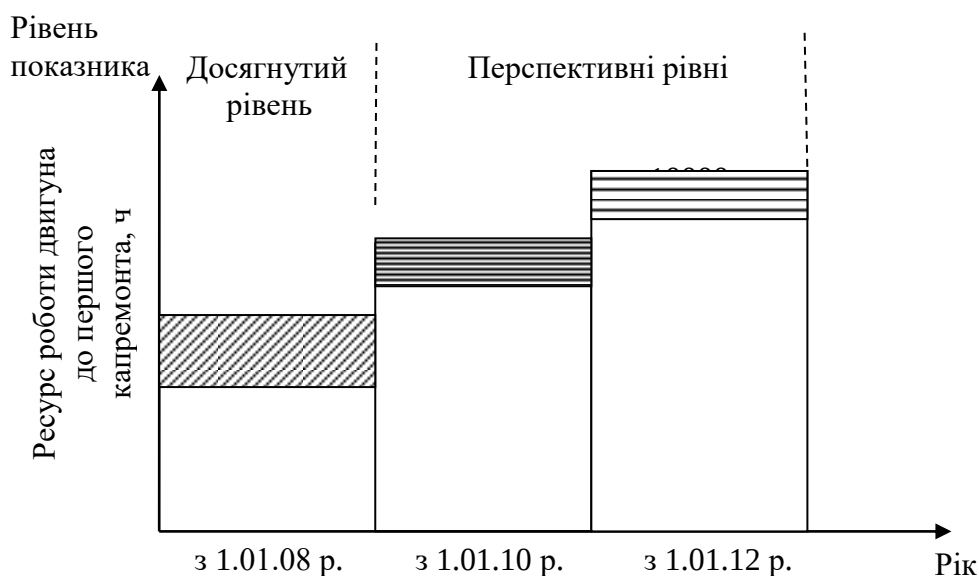


Рис. 1.4. Приклад ступеневого показника

Однією із головних умов подальшого розвитку випереджаючої стандартизації є *довгострокове наукове прогнозування*. Воно дозволяє передбачати основні напрями подальшого вдосконалення виробів, будувати стратегію конкретних шляхів поліпшення стандартів та планувати цю роботу.

Практика роботи промислових підприємств доводить, що прогнозування повинно здійснюватися як на тривалі, так і короткі терміни.

Для прогнозування науково-технічного прогресу важливе значення має патентна інформація, що зазвичай, випереджає всі інші види інформації на три-п'ять років. Ідеї, які сьогодні втілені в патентах, через 3-5 років будуть втілені в дослідних зразках, а ще через деякий термін – в серійній продукції. Отже, по кількості виданих патентів за рік прогнозують темпи технічного розвитку. Якщо кількість патентів з року в рік має тенденцію щодо зростання, то це означає, що інженерне рішення є прогресивним, а якщо падає – ідея реалізована і інженерний принцип себе вже пережив.

Розробка *випереджаючих стандартів* проводиться в межах конкретної машини, групи машин, типорозмірного ряду. Випереджаючі стандарти є основою для проектування нової, більш досконалої техніки. Враховуючи все вище наведене, можна сформулювати основні вимоги, які обумовлюють розвиток випереджаючої стандартизації:

- базування на перспективних планах економічного і соціального розвитку країни, довгостроковому і короткостроковому науковому прогнозуванні;
- вивчення новітніх відкриттів як в країні, так і за кордоном;
- широке застосування патентної інформації;
- детальне ознайомлення з рівнем використання проектно-конструкторських робіт, з результатами доведення аналогів і базових експериментальних зразків виробів в лабораторіях, на полігонах;
- облік зауважень і рекламацій на базову модель.

Таким чином, планування випереджаючої стандартизації є невід'ємною частиною НТП, що пов'язана з плануванням наукових досліджень, дослідно-конструкторських, експериментальних робіт і повинно проводитися комплексно. Наукові дослідження щодо випереджаючої стандартизації доцільно проводити за допомогою інформаційної технології та автоматизованих систем управління.

Контрольні питання

1. Що являє собою теоретична база сучасної стандартизації?
2. Проаналізуйте механізми і інструменти теоретичної бази стандартизації.
3. Яку роль відіграє науково-технічна інформація в розвитку перспективних напрямів стандартизації?
4. У чому полягає економічна перевага перспективної, комплексної і випереджаючої стандартизації?

РОЗДІЛ 2. ДЕРЖАВНА СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ

2.1. Основні терміни і поняття

Основними термінами і поняттями сучасної Державної системи стандартизації України (з врахуванням міжнародної практики) є: стандартизація; об'єкт стандартизації; нормативний документ зі стандартизації; стандарт; державний стандарт України (ДСТУ); технічний регламент; Державні класифікатори техніко-економічної інформації; стандарт галузі; стандарт підприємства (СТП); стандарт науково-технічного, інженерного суспільства (СТС); правила зі стандартизації (ПР); рекомендації зі стандартизації (Р); міжнародний стандарт (МС); регіональний стандарт; національний стандарт; гармонізований стандарт; комплекс стандартів; міжнародна стандартизація; регіональна стандартизація; національна стандартизація; застосування стандарту; застосування (міжнародного) регіонального стандарту; застосування національного стандарту іншої країни; дата надання чинності стандарту; дата надання чинності технічного регламенту; користувач стандарту; користувач технічного регламенту; структурні елементи стандарту; теорія стандартизації; власний предмет теорії і практики стандартизації; власний метод стандартизації; головний (регулятивний) методологічний принцип стандартизації; основна техніко-економічна закономірність стандартизації; основоположний об'єктивний закон стандартизації.

Місце і роль стандартизації в структурі суспільства наведено на рис. 2.1.

Стандартизація – це вид діяльності, що спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкування (в певній області) за допомогою встановлення положень для загального і багаторазового використання відносно реально існуючих або потенційно можливих завдань.

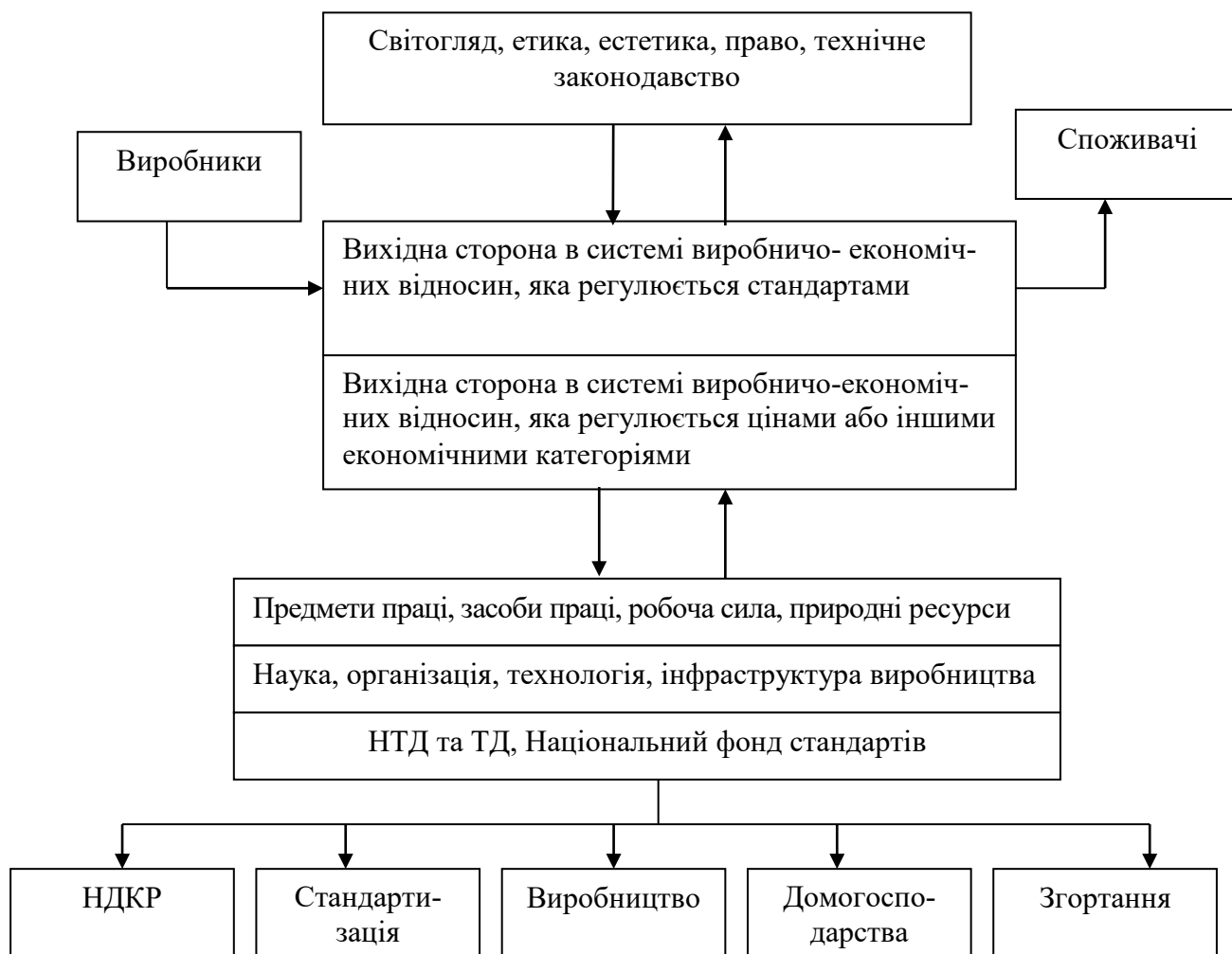


Рис. 2.1. Місце та роль стандартизації і стандартів в структурі суспільства

Стандартизація в Україні здійснюється в цілях забезпечення:

- безпеки продукції, робіт і послуг, що пов'язані з навколишнім середовищем, життям, здоров'ям і майном;
- технічної та інформаційної сумісності, а також взаємозамінності продукції;
- якості продукції (робіт, послуг) у відповідності з розвитком науки, техніки і технології;
- єдності вимірювань;
- економії всіх видів ресурсів;
- безпеки господарських об'єктів з врахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій;
- обороноздатності і мобілізаційній готовності країни.

Рационально організована діяльність зі стандартизації здійснюється у складі НДР, ДКР, ГТР, ПР (узагальнено НДКР), коли за підсумком проведених досліджень і розробок, що закінчилися позитивним результатом готуються проекти нового стандарту або зміни до чинного стандарту (з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням).

Найсуттєвішим кінцевими результатами діяльності зі стандартизації є підвищення ступеня відповідності об'єктів стандартизації їх цільовому або функціональному призначенню, усунення технічних бар'єрів в торгівлі, а також сприяння науково-технічному, економічному і соціальному прогресу і співпраці.

Об'єктом стандартизації є конкретна продукція (послуги, процеси) або групи однорідної конкретної продукції, послуг та процесів (рис. 2.2).

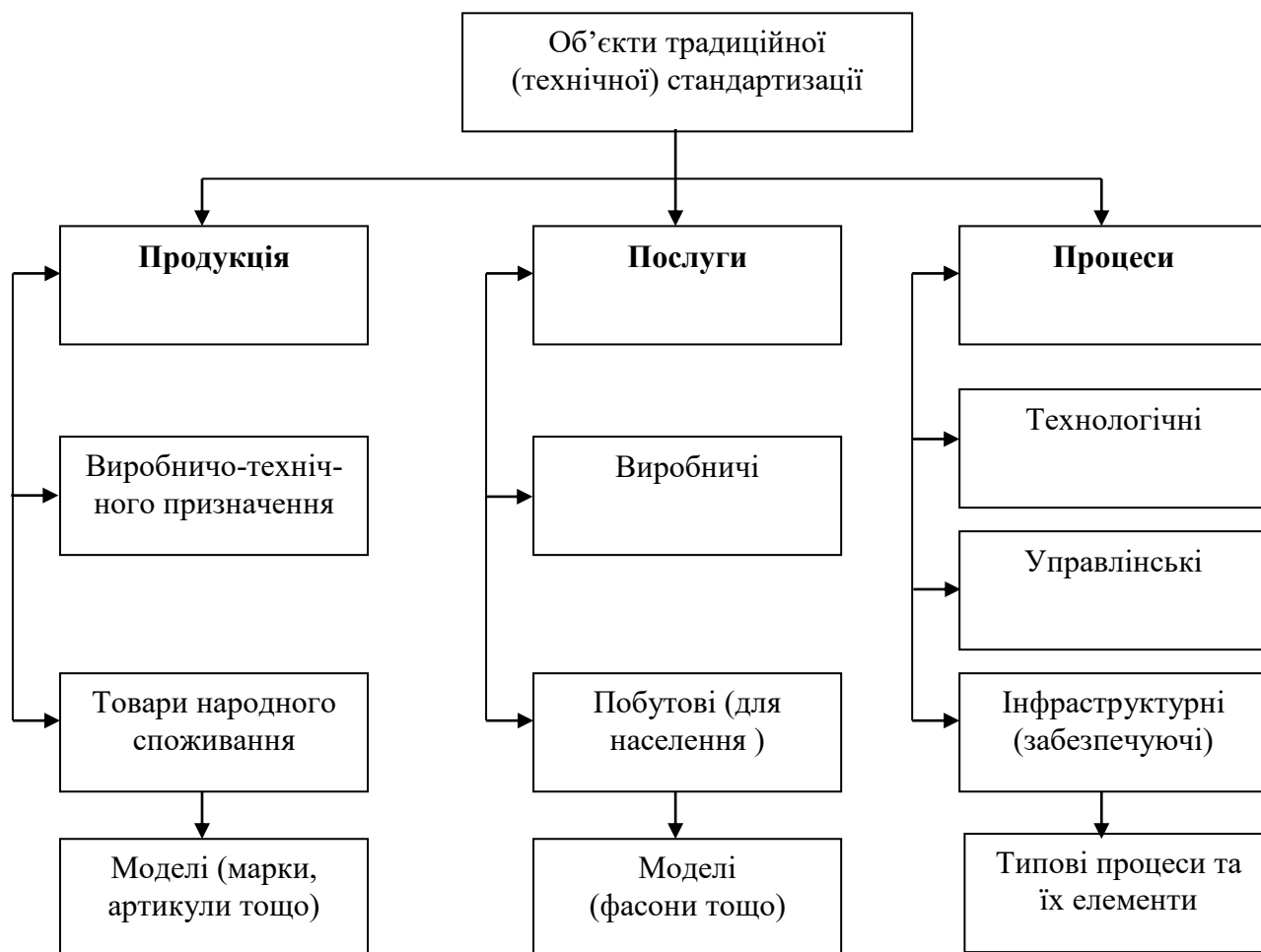


Рис. 2.2. Об'єкти традиційної стандартизації

Конкретна продукція (послуги) – це продукція (послуги) даної моделі (марки, типу, артикулу, фасону тощо), що характеризується певними конструкторсько-технологічними рішеннями, конкретними значеннями показників її цільового або функціонального призначення, конкретними значеннями показників рівня якості і конкурентоспроможності.

Групи однорідної конкретної продукції (послуг) – це сукупність конкретної продукції (послуг) певного вигляду, що характеризується загальним цільовим (або функціональним) призначенням, а також що володіє загальними основними властивостями рівня їх якості (корисності) і рівня їх споживчої економічності.

Складовими частинами групи однорідної конкретної продукції (послуг) можуть бути підгрупи однорідної конкретної продукції або послуг (наприклад, сімейство, ряд), що характеризуються спільністю конструкторсько-технологічних рішень, але з різними значеннями їх головних параметрів, що є показниками цільового (або функціонального) призначення продукції або послуг.

Конкретний виробничий процес – це процес, який використовується для виробництва (виготовлення, будівництва, вирощування, зберігання, транспортування, відновлення, утилізації (знищення) конкретної продукції або надання конкретної послуги. При вирішенні завдань стандартизації ці процеси розглядаються як ті, що складаються з двох частин: основної технологічної і організаційно-технічної, що має управлінський характер.

Групи однорідних конкретних процесів – це сукупність конкретних процесів, які використовуються для виробництва групи однорідної конкретної продукції або для надання групи однорідних конкретних послуг.

Аспект стандартизації – напрям стандартизації вибраного об'єкту стандартизації, що характеризує певну властивість або групу властивостей даного об'єкту.

Аспектами стандартизації конкретної продукції або групи однорідної конкретної продукції є:

- терміни і визначення;
- умовні позначення і скорочення;
- класифікація, вимоги до головних параметрів та розмірів (показникам цільового або функціонального призначення);
- вимоги до основних показників рівня якості (корисності);
- вимоги до основних показників рівня економічності;
- вимоги до комплектності продукції;
- вимоги до методів і засобів зберігання і транспортування продукції;
- вимоги до методів і засобів відновлення (ремонту);
- вимоги безпеки продукції для життя, здоров'я і майна при її виробництві, упаковці і споживанні;
- вимоги охорони навколишнього природного середовища (вимоги до екологічно небезпечних властивостей продукції при її виробництві та споживанні);
- вимоги до правил і засобів приймання продукції;
- вимоги до методів, методик і засобів контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) показників рівня якості продукції;
- вимоги до маркування продукції;
- вимоги до упаковки продукції, транспортної і споживчої тари;
- вимоги та умови технічно ефективного і безпечного споживання (експлуатації або використання) продукції по її цільовому (або функціональному) призначенню;
- вимоги та умови технічно ефективною і безпечною утилізації (поховання або знищення).

Нормативний документ зі стандартизації – це документ, який містить правила, загальні принципи, характеристики стандартизації, що стосуються об'єктів, певних видів діяльності або їх результатів, і доступний широкому колу користувачів. Ієрархія документів зі стандартизації, що є на сьогодні найбільш розповсюдженою, наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Ієрархія документів зі стандартизації

Рівні	Документи	Організації і органи, що приймають документи
Міжнародний	Міжнародні стандарти ISO (MC ISO) Публікації МЕК Міжнародні класифікатори TEI	Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК) тощо.
Регіональний	Стандарти СЄН і Стандарти ССНЛЕК (Євростандарти) Класифікатори	Європейські організації зі стандартизації (СЄН і ССНЛЕК) тощо.
Національний	Національні стандарти Німеччини (DIN) Японські національні стандарти (JIS) тощо. Державні стандарти України (ДСТУ).	Національні органи зі стандартизації (DIN, JIS, BSI AFNOR тощо). Держспоживстандарт України Держбуд України.
Суб'єкти господарювання	Стандарти підприємств (СТП), фірм: - об'єднань підприємств; - підприємств, що не входять в об'єднання або входять до них. Технічна Документація (ТД): - конструкторська; - технологічна; - проектно-будівельна.	Керівництво підприємств (фірм) і об'єднань підприємств. Технічні керівники підприємств (фірм) та об'єднань підприємств.

До нормативних документів зі стандартизації в Україні відносяться: стандарти, технічні регламенти, загальнодержавні класифікатори техніко-економічної інформації, а також правила зі стандартизації.

Нормативні документи зі стандартизації є частиною більш загальної сукупності – нормативно-технічних документів (НТД), що включають як нормативні документи зі стандартизації, так і технічні документи (конструкторські, технологічні і проектні), що розробляються на їх основі.

Стандарт – це нормативний документ зі стандартизації, розроблений, зазвичай, на основі згоди, що характеризується відсутністю стійких заперечень з суттєвих питань у більшості зацікавлених сторін, прийнятий (затверджений) визнаним органом (підприємством). Стандарти ґрунтуються на узагальнених результатах досягнень науки, техніки і практичного досвіду. Метою їх застосування є отримання оптимальної користі для суспільства. Вони є найбільш масовим видом документів, що використовуються для оформлення результатів діяльності зі стандартизації.

Державний стандарт України – стандарт, прийнятий Держспожив-стандартом України або Державним комітетом України з житлової і будівельної політики (Держбуд України). Розробляється на конкретну продукцію (або групи конкретної продукції), конкретні послуги (або їх групи), конкретні процеси або їх елементи (або групи процесів або їх елементів), що мають переважно загальнонаціональне значення (застосування).

Технічний регламент – це документ, який встановлює характеристики продукції або пов'язані з нею процеси і методи виробництва. Він може також включати вимоги щодо термінології, символів, упаковки, маркування або етикетування продукції, а також може бути цілком присвячений цим питанням. Дотримання технічного регламенту обов'язкове (відповідно щодо Угоди згідно технічних бар'єрах в торгівлі, прийнятих в рамках Світової торгової організації – СТО).

Технічні регламенти в Україні ґрунтуються на технічному законодавстві України; наказах Президента України і наказах, що містять вимоги щодо технічного характеру; стандартах, що містять обов'язкові вимоги, а також на технічних нормах і правилах спеціалізованих державних контрольно-наглядових органів (СНіП).

Загальноукраїнські класифікатори техніко-економічної інфраструктури – систематизовані зведення класифікаційних угруповань певних об'єктів класифікації, що містять їх умовні цифрові коди і найменування. Розробляються на продукцію, послуги, процеси і їх елементи, що мають загальнонаціональне значення (застосування) для України.

ДКТЕУ використовуються як стандарти спілкування суб'єктів господарської діяльності і органів управління, зокрема для класифікаційного науково обґрунтованого опису і регулювання національної економіки України. Наприклад, ЗКП, ЗКДП, ТНВЕД призначені для державного регулювання складу видів і структури продукції, яка виробляється і споживається в Україні.

Стандарт галузі – це стандарт, який був прийнятий державним органом управління в межах його компетенції. Розробляється на конкретну продукцію (групи конкретної продукції), конкретні послуги (групи конкретних послуг), конкретні процеси або їх елементи (групи конкретних процесів, їх елементів), що мають переважно внутрішньогалузеве значення (застосування).

Під *галуззю* в сучасних умовах господарювання в Україні розуміється сукупність суб'єктів господарської діяльності (незалежно від їх відомчої належності і форм власності), які мають схоже цільове (функціональне) призначення, що виготовляють продукцію (виконують роботи і надають послуги).

Стандарт підприємства (СТП) – це стандарт, затверджений самим підприємством. В Україні СТП затверджують за двома рівнями: на рівні підприємств, що не входять або входять до будь-якого господарського об'єднання (концерну, холдингу, науково-технічного комплексу, науково-виробничого об'єднання (НВО) тощо); на рівні будь-яких господарських об'єднань (з будь-якою формою власності на засоби виробництва).

Цей стандарт розробляється на конкретну продукцію (групи конкретної продукції), конкретні послуги (групи конкретних послуг), конкретні процеси або їх елементи (зокрема на елементи організації і управління виробництвом), що мають застосування на самому підприємстві.

Стандарт науково-технічного, інженерного товариства – стандарт, прийнятий науково-технічним, інженерним товариством або іншим суспільним об'єднанням. Характерною особливістю цієї категорії стандартів є те, що для суб'єктів господарської діяльності вони є повністю добровільними (не обов'язковими для застосування), тобто тими, що рекомендуються.

Правила зі стандартизації – нормативний документ зі стандартизації, прийнятий Держспоживстандартом України і який містить: по-перше, типові організаційно-технічні і загальнотехнічні правила, загальні принципи, характеристики, норми при виконанні виробничих процесів певного вигляду у сфері стандартизації, метрології; по-друге, вимоги до оформлення результатів цих робіт.

Побудова, виклад, оформлення і зміст правил зі стандартизації здійснюється за ДСТУ 1.5:2015 «Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів».

Рекомендації зі стандартизації розробляються на конкретні виробничі процеси і їх елементи, пов'язані з вирішенням завдань організації, координації і здійснення робіт зі стандартизації, метрології і сертифікації. Рекомендації зі стандартизації приймають Держспоживстандарт України, Держбуд України,

а також підлегли ним всеукраїнські науково-дослідні інститути відповідно до їх головної ролі і профілю діяльності. Положення, що містяться в рекомендаціях, є добровільними.

Міжнародний стандарт – це стандарт, прийнятий міжнародною (світовою) організацією зі стандартизації. Такими є неурядові організації ISO і MEK (IEC), тому статус стандартів, прийнятих для застосування в країнах-членах ISO і MEK, добровільний.

Міжнародний (регіональний) стандарт – це стандарт, прийнятий міжнародною регіональною організацією. Так, існують європейські стандарти CEN, CENELEC і ETSI, які приймаються міжурядовими європейськими організаціями: Європейським комітетом із стандартів (CEN), Європейським комітетом електротехнічної стандартизації (CENELEC) і Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів (ETSI). Відповідно до директив ЄС статус вказаних стандартів для їх застосування в країнах-членах ЄС є обов'язковим.

Розробляються (як і вітчизняні стандарти) на конкретну продукцію (групи конкретної продукції), конкретні послуги (групи конкретних послуг), конкретні виробничі процеси або їх елементи (або групи конкретних виробничих процесів або їх елементів), що мають відповідно загальносвітове, регіональне або переважно національне значення (застосування).

Національний стандарт – стандарт, прийнятий національним органом зі стандартизації. Такими є, наприклад, державні стандарти України (ДСТУ), Німеччини (DIN).

Гармонізований стандарт – національний стандарт, вимоги якого є технічно ідентичними, тобто тотожні або вищі (складніші), але не суперечать вимогам щодо конкретного об'єкту стандартизації, встановленим у відповідному міжнародному стандарті або в (міжнародному) регіональному стандарті, або в прогресивному національному стандарті закордонної держави, з яким гармонізується даний національний стандарт.

Гармонізація ДСТУ, які використовують на території України, з відповідними міжнародними стандартами (за ухвалення яких Україна проголосила позитивно) є центральною умовою виконання Україною Угоди з технічних бар'єрів в торгівлі і однією з найбільш важливих загальних умов для вступу України до Всесвітньої організації торгівлі.

Комплекс стандартів – це сукупність взаємопов'язаних державних та міжнародних стандартів, що об'єднані загальною цільовою спрямованістю, і які встановлюють узгоджені, переважно основоположні організаційно-технічні та загальнотехнічні вимоги до взаємозв'язаних об'єктів стандартизації.

В Україні застосовуються, наприклад, наступні комплекси державних стандартів:

- державна система стандартизації (ДСС);
- галузеві стандарти (ГСТ);
- технічні умови (ТУ);
- нормативні документи (НД);

- державні стандарти України (ДСТУ), тощо.

Комплекси державних стандартів організаційно-технічного і загальнотехнічного характеру (спільно з технічними регламентами, що приймаються спеціалізованими державними контрольно-наглядовими органами країни) є основоположними, системоутворюючими для всього державного фонду стандартів і ОКТЕІ.

Міжнародна стандартизація – це міжнародна діяльність зі стандартизації, участь в якій відкрита для відповідних органів всіх країн світової спільноти. Вона здійснюється в рамках не тільки таких організацій, як ISO і МЕК, але і багатьох інших (неурядових і міжурядових), наприклад: Всесвітній організації охорони здоров'я (ВОЗ) при ООН; Продовольчій і сільськогосподарській Організації Об'єднаних націй (ФАО); Міжнародній організації цивільної авіації (ІКАО); Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ); Європейській економічній комісії ООН (ЄЕК ООН) тощо.

Регіональна стандартизація – це міжнародна діяльність зі стандартизації, участь в якій відкрита для відповідних органів країн переважно тільки одного географічного або економічного регіону світу. До них відносяться, наприклад, країни-члени ЄС, Арабські організації зі стандартизації і метрології (АСМО), Панамериканського комітету стандартів (КОПАНТ) тощо.

Національна стандартизація – це діяльність зі стандартизації, яка проводиться на рівні однієї країни світової спільноти.

В одних країнах світу національна стандартизація здійснюється державними органами управління (наприклад, в Україні, Японії, Китаї, КНДР, Республіці Куба), в інших – недержавними організаціями (Німеччині, Великобританії, Фінляндії).

Застосування стандарту – це використання стандарту користувачем з виконанням встановлених вимог і відповідно до галузей його розповсюдження та сфери дії.

Користувачами є: суб'єкти господарської діяльності (дослідники, розробники, випробувачі, органи з сертифікації, товаровиробники, торгові організації, споживачі, сервісні і ремонтні організації, організації з утилізації, поховання або знищення використаної продукції або відходів виробництва); населення, тобто покупці і споживачі кінцевої продукції (товарів народного споживання) і всіляких побутових послуг; державні органи і інститути всіх ланок та рівнів влади.

Галузь розповсюдження стандарту – це конкретні об'єкти стандартизації, а також аспекти стандартизації, вимоги до яких встановлені в даному стандарті.

Сфера дії стандарту визначається статусом і компетенцією органу, що прийняв стандарт даної категорії. Це може бути територія України (ДСТУ), галузь науки і техніки (ГСТ), підприємство (СТП).

Застосування міжнародного стандарту – це використання конкретного міжнародного стандарту користувачами в даній країні з повним або частковим виконанням встановлених в ньому вимог і відповідно до галузі його розповсюдження і сфери дії.

Країни світової спільноти використовують наступні основні варіанти застосування міжнародних стандартів:

1-й варіант – шляхом безпосереднього застосування міжнародного стандарту в практиці господарювання країни-користувача стандарту (головним чином на рівні фірм). При цьому будь-яке його переоформлення, додаткове позначення та офіційний аутентичний переклад на національно офіційну мову країни не передбачається.

2-й варіант – шляхом офіційного аутентичного перекладу міжнародного стандарту національною офіційною мовою країни – користувачем цього стандарту і прямого включення його змісту до вітчизняного нормативного документу зі стандартизації. При цьому будь-які доповнення і посилання не передбачаються. Це варіант прямого застосування міжнародного стандарту, але опосередкованого з погляду його переоформлення на національну офіційну мову країни-користувача.

3-й варіант – шляхом часткового використання змісту вимог міжнародного стандарту користувачами в даній країні в якості одного із багатьох джерел науково-технічної інформації, що враховується (або лише береться до уваги) при розробці аналогічного вітчизняного нормативного документа зі стандартизації. Цей факт, зазвичай, не відбивається в позначенні вітчизняного документа зі стандартизації, але про це в тій або іншій формі повідомляється в передмові, а також в довідково-інформаційних додатках (бібліографія або список джерел, які використовуються при розробці вітчизняного документа).

Перші два варіанти зазвичай відбиваються в спеціальних правилах перегляду стандарту. Крім того, про це повідомляється в передмові щодо вітчизняного стандарту.

В Україні використовуються в даний час всі три вище вказані варіанти.

Застосування регіонального стандарту – це використання конкретного (міжнародного) регіонального стандарту користувачами в даній країні з повним або частковим виконанням встановлених в ньому вимог і відповідно до галузі його розповсюдження.

Застосування національного стандарту іншої країни — це використання національного стандарту іншої країни користувачами в даній країні (на підставі заключеної в установленому порядку двосторонньої угоди між сторонами) з повним або частковим виконанням вимог, встановлених в конкретному національному стандарті іншої країни, і відповідно до галузі його розповсюдження.

Варіанти і умови застосування національних стандартів інших країн в Україні принципово аналогічні трьом викладеним вище варіантам застосування міжнародних стандартів ISO і МЕК.

Дата чинності стандарту – це дата, з якою стандарт набуває юридичної сили. Встановлюються для стандартів, що містять обов'язкові вимоги (ДСТУ, ГСТ, СТП).

Дата чинності технічного регламенту – це дата, з якою технічний регламент набуває юридичної сили. Оскільки технічні регламенти

(за визначенням) завжди є обов'язковими документами, встановлення дат їх чинності також є обов'язковим.

Користувач стандарту – це юридична або фізична особа, що застосовує стандарт в своїй науково-технічній, дослідно-конструкторській, технологічній, проектній, виробничій, управлінській, навчально-педагогічній та інших видах діяльності.

Користувачі дотримуються встановлених в стандартах вимог відповідно до галузі розповсюдження і сфери дії з моменту чинності.

Користувач технічного регламенту – це юридична або фізична особа, що застосовує технічний регламент в своїй науково-технічній, дослідно-конструкторській, технологічній, проектній, виробничій, стандартизованій, управлінською, навчально-педагогічною та інших видах діяльності.

Користувачі дотримуються всіх встановлених в регламентах імперативно-обов'язкових вимог в повному обсязі відповідно до галузі розповсюдження і сфери дії з моменту чинності.

Структурні елементи стандарту – це сукупність елементів побудови, викладу, оформлення, змісту і позначення стандартів. В загальному випадку стандарти містять наступні структурні елементи:

- 1) титульний лист (обов'язковий елемент);
- 2) передмова (обов'язковий елемент);
- 3) дані про право власності на даний стандарт (обов'язковий елемент);
- 4) зміст (при необхідності);
- 5) вступ (при необхідності);
- 6) найменування (обов'язковий елемент);
- 7) галузь застосування (обов'язковий елемент);
- 8) нормативні посилання (за наявністю);
- 9) визначення або терміни та визначення (за наявністю);
- 10) позначення і скорочення, які використовуються в тексті стандарту (за наявністю);
- 11) вимоги (головний і обов'язковий елемент);
- 12) додатки обов'язкові й ті, що рекомендуються (за наявністю);
- 13) бібліографічні дані, тобто інформаційні відомості про документи, які використовуються при розробці даного стандарту (за наявністю);
- 14) відомості про віднесення стандарту до певного класифікаційного угруповання Універсальної десятикової класифікації (УДК) друкарсько-книжкової продукції (обов'язковий елемент);
- 15) позначення даного стандарту (обов'язковий елемент).

Загальні вимоги до побудови, викладу, оформлення змісту і позначенню стандартів, прийнятих на території України, встановлені в ДСТУ 1.5 – 2003.

Теорія стандартизації – фундаментальні і прикладні наукові знання про соціальну практику стандартизації.

Фундаментальна теорія стандартизації вивчає, висловлює і розвиває наступні теорії:

- про власний предмет стандартизації;
- про власний науково-практичний метод соціальної практики стандартизації;
- про головний (регулятивний) методологічний принцип соціальної практики стандартизації;
- про основну техніко-економічну закономірність соціальної практики стандартизації;
- про об'єктивний закон соціальної практики стандартизації.

Прикладна теорія стандартизації вивчає, висловлює та розвиває:

- теорію об'єктивного місця, соціальної ролі і функції стандартів, як активних елементів з тимчасових продуктивних сил і регуляторів початкової нормативно-технічної сторони (грані) виробничо-економічних відносин між товаророзробниками і товаровиробниками, з одного боку, і товароспоживачами (або товаропокупцями) – з іншого;
- теорію суспільно необхідних об'єктів стандартизації як результатів творчої інтелектуально-технічної праці людини, що підлягають узагальненню у формі розробки нових або оновлених стандартів, що діють;
- теорію безпосередньої, власної мети стандартизації, систематичне оновлення і нормозастосування оптимального за складом, структурою та рівнем вимог фонду стандартів;
- теорію прикладних методичних принципів стандартизації в умовах соціального орієнтованого способу оптимального функціонування економіки (принципи системності, комплексності, плановірності, оптимальності, гнучкості та динамізму);
- теорію соціально необхідного оптимального фонду стандартів як головного регулятора початкової нормативно-технічної сторони (грані) виробничо-економічних відносин в умовах соціального орієнтованого способу оптимального функціонування економіки.

Власний предмет теорії і практики стандартизації – це нормативно-технічна сторона системи виробничо-економічних відносин товаровиробників, з одного боку, і товароспоживачів – з іншого, а також з органами господарського управління з приводу інтегральної якості об'єктів іншої природи, що створюються творчою інтелектуально-технічною працею людини багатократно відтворюючих та які часто використовуються.

Власний науково-практичний метод стандартизації – це метод системно-комплексного впорядкування і одночасно оптимізації вимог до всіх нових потенційних та фактичних, соціально необхідних об'єктів офіційної (документованої) стандартизації нових об'єктів іншої природи, що постійно відтворюються творчою інтелектуально-технічною працею дослідників і розробників у всіх її формах, видах та різновидах. Власний науково-практичний метод діяльності зі стандартизації (рис. 2.3) включає наступні більш часткові методи.

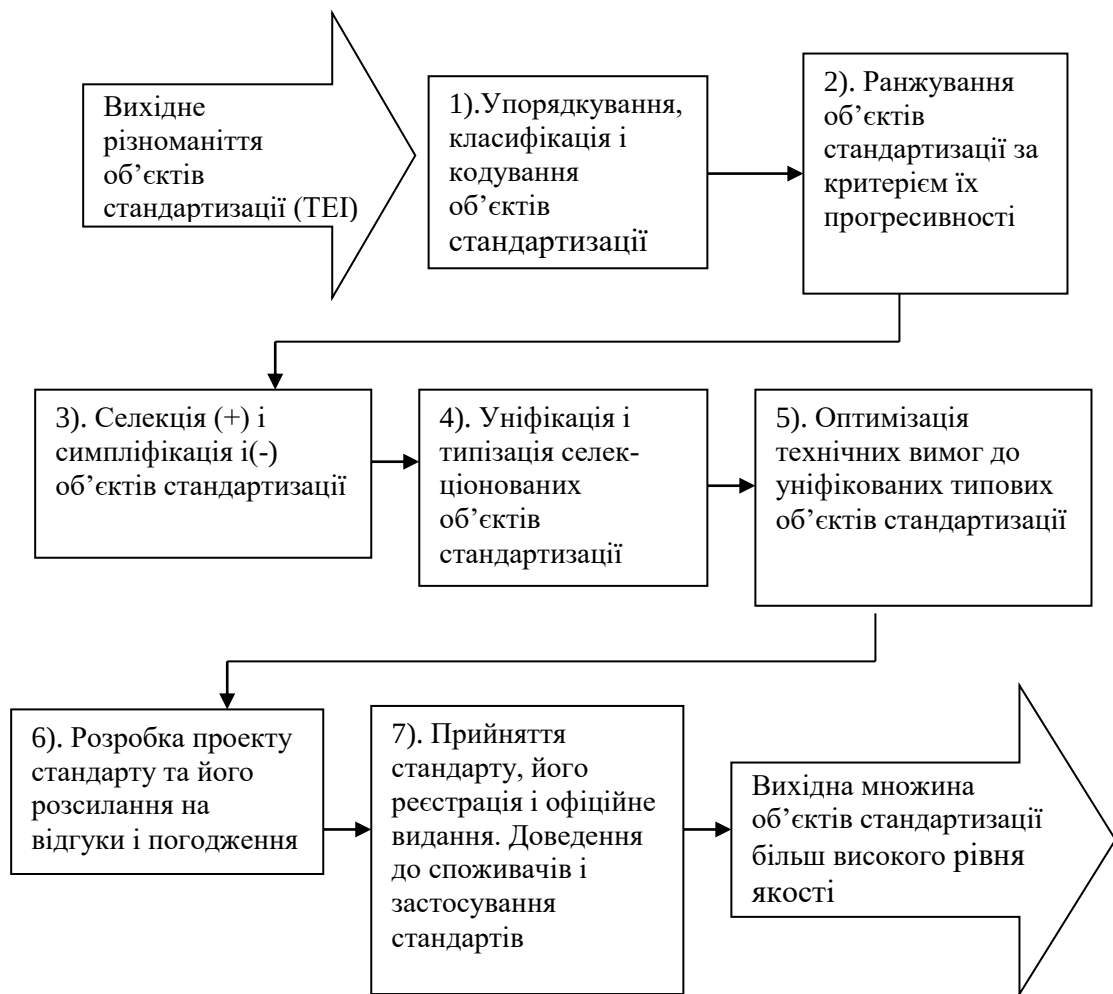


Рис. 2.3. Власний метод діяльності в галузі стандартизації

Вище наведені методи використовуються на відповідних стадіях і етапах загального алгоритму стандартизації:

- *класифікації і кодування* вихідної множини об'єктів стандартизації за ознакою їх цільового (або функціонального) призначення;
- *ранжування (оцінка)* конкретних об'єктів стандартизації певного вигляду і призначення за критеріями їх соціальної і економічної прогресивності (або, навпаки, непрогресивності) для подальшого відтворення і використання;
- *«штучного відбору»*, тобто селекції прогресивних і одночасно симпліфікації морально застарілих конкретних об'єктів стандартизації;
- *уніфікації* селекціонованих конкретних об'єктів стандартизації за їх головними параметрами (показниками призначення) і одночасно *типізації*, тобто оптимізації вимог до рівня їх якості і рівня їх економічності;
- *складання* проектів стандартів і розсилки їх на відгуки, висновок і узгодження з компетентними юридичними і фізичними особами;
- *досягнення консенсусу* всіх зацікавлених сторін стосовно складу і рівня вимог до конкретного об'єкту стандартизації, що включено в проект стандарту перед його офіційним ухваленням (затвердженням).

Головний методологічний принцип стандартизації – це принцип обов'язкової своєчасності оновлення та розробки нових стандартів, що діють, який слід неухильно реалізовувати відносно нових позитивних результатів творчої діяльності, як дослідників, так і розробників.

У випадках недотримання головного (регулятивного) методологічного принципу стандартизації діяльність зі стандартизації виявляється передчасною або несвоечасною (тобто такою, що запізнюється). Тому, питання щодо правильного вибору ґрунтувалось на оновленні або розробці нового стандарту, що діяв та має визначальне значення для ефективності всієї цієї нормотворчої і технічної нормозастосовуючої діяльності.

Основна техніко-економічна закономірність стандартизації – це діалектичне поєднання принципу спадкоємності щодо постійних (стабільних) вимог та головних параметрів конкретних об'єктів стандартизації певного виду і закону прогресу (зростання, посилення) змінних вимог, які змінюють один одного до рівня якості і рівня економічності тих же об'єктів, що забезпечується за допомогою все більш повного зближення вимог стандартів, і практично безперервно зростаючих науково обґрунтованих вимог споживачів щодо конкретних нових об'єктів іншої природи у фазі їх еволюційного розвитку.

При завершенні фази еволюційного розвитку конкретних об'єктів стандартизації певного виду, коли вичерпуються можливості подальшого прогресу в рамках раніше відкритого (винайденого) конструктивно-технологічного принципу, старий стандарт необхідно відмінити і розробити стандарт наступного покоління, в межах якого знову виявлятиметься викладена вище основна техніко-економічна закономірність стандартизації. Дана закономірність спостерігається в нових стандартах на машини і прилади та на всі інші види продукції, а також на послуги і виробничі процеси (роботи).

Об'єктивний закон стандартизації – це соціально-економічна необхідність своєчасного усупільнення нових позитивних результатів творчої інтелектуально-технічної праці дослідників і розробників у формі нормативно-технічної інформації (тобто у формі вимог, що включені в прийняті нові або оновлені стандарти) про інтегральну якість нових об'єктів іншої природи, які мають чітку перспективу подальшого багатократного ефективного застосування в будь-якій сфері суспільної практики.

Своечасне усупільнення позитивних результатів НТР та НТП шляхом оновлення та розробки нових стандартів, що діють, об'єктивно необхідне для забезпечення оптимального функціонування економіки кожної країни і світової спільноти в цілому, оскільки тільки при неухильному виконанні цього об'єктивного закону виробничо-економічні відносини між виробниками і споживачами товарів (на мікрорівні виробництва), а також з органами господарського управління (на макрорівні) можуть підтримуватися в прогресивному, а не в гальмуючому соціально-економічному розвитку суспільства.

Чим вищою є категорія стандарту, тим відповідно вищий рівень узагальнення конкретних позитивних результатів НТР та НТП. Цей об'єктивний закон стандартизації діє, природньо, в галузях машино- та приладобудування, а також без будь-якого вилучення з будь-яких інших галузей економічної діяльності.

2.2. Види стандартів, що використовуються в Україні

Залежно від виду конкретного об'єкту стандартизації, а також від вмісту встановлених до нього вимог в Україні розробляють і застосовують стандарти трьох основних видів:

- на конкретні виробничі процеси або роботи (групи однорідних конкретних виробничих процесів або робіт) і стандарти на їх окремі елементи (аспекти стандартизації, виробничих процесів), зокрема стандарти на методи контролю;
- на конкретну продукцію певного вигляду (або групу однорідної конкретної продукції загального цільового або функціонального призначення) та стандарти на її окремі елементи (аспекти стандартизації продукції);
- на конкретну послугу певного вигляду (групу однорідних конкретних послуг загального цільового або функціонального призначення) та стандарти на її окремі елементи (аспекти стандартизації послуг).

У стандартах на виробничі процеси або роботи можуть встановлюватися вимоги як для всіх можливих і необхідних аспектів та об'єктів стандартизації цього вигляду, так і до їх частини. Наприклад, найбільш характерними аспектами стандартизації є:

- основоположні організаційно-технічні положення і правила процедури виконання робіт в певній галузі діяльності (зокрема, діяльності з самої стандартизації, а також з метрології, акредитації, сертифікації);
- основоположні загально технічні вимоги, норми і правила, що забезпечують, по-перше, взаєморозуміння, технічну єдність і взаємозв'язок різних галузей науки, техніки і виробництва в процесах створення і використання продукції (або надання послуг), а по-друге, охорону навколишнього природного середовища, безпеку продукції, послуг і виробничих процесів (робіт) для життя, здоров'я, майна та інші загальнотехнічні вимоги;
- основні вимоги щодо методів (способів) і методик (операції, прийоми, режими, норми) виконання різного роду типових робіт в технологічній частині виробничих процесів досліджень, розробки, виробництва (виготовлення, будівництва, вирощування), зберігання, транспортування, споживання (експлуатації або використання), ремонту, утилізації (поховання або знищення) продукції;
- вимоги щодо методів (способів) і методик (операцій, прийомів, режимів, норм) контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) параметрів, що регламентуються, і показників якості продукції при її створенні, сертифікації та використанні.

У стандартах на продукцію можуть встановлюватися вимоги як до всіх можливих і необхідних аспектів та об'єктів стандартизації цього виду, так і до тих, що є найбільш актуальними для практики. Найбільш типовими, характерними аспектами є наступні:

- терміни і визначення продукції (при необхідності);

- умовні позначення конкретної продукції та її елементів (за наявності);
- класифікація, вимоги до головних параметрів та розмірів продукції (обов'язково);
- вимоги до основних показників рівня якості продукції (обов'язково);
- вимоги до основних показників рівня економічності продукції (обов'язково);
- вимоги до комплектності продукції, яка поставляється (за наявності);
- вимоги до методів і засобів зберігання і транспортування продукції (обов'язково);
- вимоги до методів і засобів ремонту (за умови);
- вимоги безпеки продукції для життя, здоров'я і майна при її виробництві, пакуванні і споживанні (обов'язково);
- вимоги щодо охорони навколишнього природного середовища при виробництві, зверненні і споживанні продукції (обов'язково);
- вимоги до правил і засобів приймання продукції (обов'язково);
- вимоги до методів, методик і засобів контролю продукції (обов'язково);
- вимоги до маркування продукції (обов'язково);
- вимоги до пакування продукції, транспортної і споживчої тари (за наявності та необхідності);
- вимоги й умови технічно ефективного і безпечного споживання продукції (обов'язково);
- вимоги та умови технічно ефективної і безпечної утилізації (поховання або знищення) продукції (обов'язково).

Найбільш комплексні стандарти на продукцію в Україні отримали наступні найменування: стандарти технічних умов (СТ ТУ), стандарти загальних технічних умов (СТ ЗТУ), стандарти технічних вимог (СТ ТВ), стандарти загальних технічних вимог (СТ ЗТВ), які включають, як правило, більшість аспектів стандартизації продукції.

У стандартах на послуги можуть встановлюватися вимоги як до всіх можливих і необхідних аспектів та об'єктів стандартизації цього вигляду, так і до тих, що є найбільш актуальними для практики. Найбільш характерними є типові аспекти, такі як:

- терміни і визначення послуг (при необхідності);
- умовні позначення конкретних послуг (за умови);
- класифікація і вимоги до головних параметрів (показників призначення) послуг (обов'язково);
- вимоги до основних показників рівня якості послуг (обов'язково);
- вимоги до основних показників рівня економічності та часу надання послуг (обов'язково);
- вимоги до комплексності та умов (режиму, гігієни, комфорту, культури) надання послуг (як правило);
- вимоги до умов повторного (зокрема, безкоштовного або пільгового) надання послуг (за умови);
- вимоги до безпеки надання послуг для життя, здоров'я та майна (обов'язково);

- вимоги щодо охорони навколишнього природного середовища та при наданні послуг (обов'язково);
- вимоги до правил та засобів приймання результатів надання послуг (обов'язково);
- вимоги до методів, методик та засобів контролю регламентованих параметрів і показників якості послуг (обов'язково);
- вимоги до методів та методик оцінки рівня якості і підтвердження відповідності результатів наданих послуг, що регламентовані вимогами.

Найбільш комплексні стандарти на послуги (СТ ТУ, СТ ЗТУ, СТ ТВ, СТ ЗТВ) включають, як правило всі або більшість типових аспектів стандартизації, які були викладені вище.

2.3. Проблеми забезпечення якості продукції

Якість продукції є досить містким і широким поняттям. Зокрема, загальновідомо, що технічний рівень і якість продукції формуються («закладаються») при її розробці, забезпечуються в процесі виробництва і підтримуються в ході експлуатації та ремонту. Проте, на останньому етапі вони з різних причин знижуються, наприклад, морально застарівають.

Еволюція концепції забезпечення якості має достатньо давню історію, але найбільш інтенсивний її розвиток належить другій половині ХХ ст. Зміни в характері і методах робіт по забезпеченню якості продукції різняться в часі, але не виглядають чітко відособленими і позначеними. Тому вони не відділяються часовими межами, а носять достатньо умовний характер. Разом з тим, кожен з них має свою логіку та закономірність розвитку. Щоб зрозуміти сучасну концепцію забезпечення якості, важливо прослідкувати чотири останні етапи її розвитку.

Відносно тривалий період промислового розвитку, який почався на початку ХХ ст. та супроводжувався інтенсивним зростанням промислових підприємств і об'ємів їх виробництва, завершився вже в 50-х роках цього ж століття. Основні проблеми забезпечення якості в цей період вирішувалися, головним чином, за допомогою *засобів технічного контролю продукції і виробничих процесів*. Організація і розвиток засобів технічного контролю були спрямовані в головному на відповідність стандартам виробника, і споживачеві пропонувалася така продукція, яка виконувала тільки те, що в неї вклав розробник.

Проте, обмежений виробничими рамками технічний контроль не міг вирішити більш значних проблем якості, які позначилися на початку 60-х рр. З цього моменту почався активний етап розробки нових підходів до вирішення проблем забезпечення якості продукції.

Під впливом інтенсивного розвитку ринкових відносин в світовій економіці на зміну завданню строгої відповідності стандартам виробника приходить нова: забезпечення відповідності реальним потребам споживача, який бажає і повинен мати можливість вибору з безлічі аналогічних товарів

тих, що найбільш придатні з їх погляду для використання. Таким чином, до забезпечення відповідності стандартам додається необхідність забезпечення відповідності використання продукції. Рішення цієї задачі вимагало змін технології контролю якості товарів. Технічний контроль починав перетворюватися на спеціалізований вид діяльності, який було спрямовано на регулювання якості, аналіз причин виникнення дефектів, вироблення заходів щодо їх усунення і проведення заходів профілактичного характеру. На зміну засобам технічного контролю приходять *засоби технічного управління якістю продукції*.

У методичному плані такий перехід є принципово новим: *замість виявлення дефектів в продукції ставилося завдання їх попередження*. Отже, вся система вимірів, що виконувалась, була орієнтована на досягнення (за ринковими механізмами) рівня якості продукції. При цьому, технічне управління якістю доповнювали методами метрології, аналізом причинно-наслідкових зв'язків, збором інформації про якість, мотивацією якості, стандартизацією тощо.

У 70-ті рр. конкурентна боротьба виробників за ринок збуту висуває як одну з головних цілей виробництва продукції *щодо забезпечення відповідності вартості*, тобто поєднання високої якості продукції та низької вартості. Досягнення цієї мети потребувало додаток до засобів технічного управління якістю, що використовувалось раніше, розвиток і вдосконалення елементів організаційного управління якістю. На базі об'єднання технічного і організаційного управління з'являється *концепція комплексного управління якістю продукції*.

У рамках методології комплексного управління якістю в різних країнах (з урахуванням національних і економічних умов) були сформульовані специфічні організаційні підходи до комплексного управління якістю на рівні підприємств. Відповідно, до цих підходів вирішення проблем якості увійшло до сфери відповідальності вищого керівництва підприємств і стало головною турботою добре структурованого адміністративного підрозділу, що отримав назву «Служба якості», яка була спеціалізована виключно на організацію заходів із забезпечення якості продукції. Більш того, передбачалось, що в роботах щодо забезпечення якості продукції повинен брати участь весь персонал підприємства – від вищого керівника до рядового виконавця. Для цього, працівники всіх підрозділів і ієрархічних організаційних рівнів навчилися методам управління якістю і застосуванням їх на практиці.

Впровадження комплексного управління якістю продукції означало завершення переходу від важливості «внутрішнього контролю якості» до важливості «внутрішнього будівництва якості». Цей перехід привів в 70-х рр. провідні підприємства багатьох країн до нового рівня якості їх продукції, яке було засноване на забезпеченні її відповідності стандартам, використанню та вартості.

У 80-х рр. XX ст. в результаті подальшого загострення конкурентної боротьби відбувається чергова переорієнтація цілей в галузі забезпечення якості

продукції. До цього моменту для багатьох підприємств реалізовані можливості забезпечення відповідності продукції стандартам, використання і вартість вже перестали вважатися чинниками довгострокової переваги в конкурентній боротьбі. Високий рівень індустріального розвитку більшості країн дозволяв не тільки швидко копіювати технологію виробництва і забезпечувати ці відповідності, але й мати в ряді випадків нижчі витрати (на робочу силу, на землю тощо). У зв'язку з цим, стратегічною метою стає відповідність прихованим вимогам споживачів, що спонукало виробників до створення так званих «новаторських товарів», тобто тих, які задовольняли б бажання споживачів до того, як ці бажання в них з'являться. Прикладами є численні зразки продукції інформаційних технологій, оптичної промисловості, аерокосмічної техніки, автомобілебудівної промисловості тощо.

Для досягнення нових цілей в області забезпечення якості й під могутньою дією японського досвіду з середини 80-х рр. XX ст. у світовій практиці почав формуватися новий підхід, який є характерним і до теперішнього часу. Він отримав назву «Загальне управління якістю» (TQM), концепція якого базується на наступних *фундаментальних принципах*:

- орієнтація діяльності підприємства на споживачів, від задоволення вимог і очікувань яких залежить успіх підприємства на ринку збуту;
- безперервне вдосконалення виробництва і роботи в галузі якості;
- комплексне і системне вирішення завдань забезпечення якості на всіх стадіях життєвого циклу продукції;
- зсув головних зусиль у сфері якості в бік людських ресурсів (відношення всіх працівників до справи, культура виробництва, стиль керівництва);
- участь всього (без виключення) персоналу у вирішенні проблем якості;
- концентрація уваги не на виявленні, а на попередженні невідповідностей;
- відношення щодо забезпечення якості як до безперервного процесу, коли ефекти на кінцевому етапі є наслідком досягнень на всіх попередніх етапах виробництва;
- використання широкого арсеналу засобів для виявлення проблем якості і наукових методів їх рішення, включаючи планування експериментів.

Отже, за відносно невеликий період часу (біля 40 років) концепція забезпечення якості пройшла шлях від забезпечення контролю якості кінцевого результату діяльності до загального управління процесом отримання необхідного результату. Реалізація такого управління стала можливою завдяки застосуванню на підприємствах спеціально організованих систем якості і впровадженню різноманітних наукових методів з метою безперервного і систематичного його поліпшення.

Фахівці розрізняють *технічний, економічний і філософський аспекти якості*. Аналізуючи, наприклад, технічну суть поняття «якість», слід уявляти, що продукція має ряд властивостей, які описуються (встановлюються в технічній документації) за допомогою значної кількості технічних характеристик (показників якості). Вибір складу таких характеристик (параметрів) забезпечує повноту поняття «якість», яка значною мірою залежить

від об'єктивності і кваліфікації розробників продукції. В зв'язку з цим, особливе значення надається опису якості продукції на основі типового (уніфікованого) складу її характеристик (показників), що встановлюються в стандартах на групи однорідної продукції (стандарти СУЯП), а також в стандартах за загальними технічними вимогами до продукції або її видів (КСТВ). Таке нормування виключає суб'єктивізм розробників, дозволяє знаходити взаєморозуміння між виробником і споживачем продукції. Цьому сприяють також стандарти ССЄВЗ в частині загальних показників безпеки, стандарти ССЕТО в частині нормованих ергономічних показників, стандарти в частині вимог до захисту від корозії і старіння, стандарти за показниками надійності, комплекси стандартів по вібрації, шуму, міцності тощо.

Важливе значення приділяється вибору методів випробувань за оцінкою (контролем) сформованих при розробці продукції показників технічного рівня та якості. Єдність вибраних методів випробувань і методик різних розрахунків забезпечується комплексами стандартів «Безпечність машин. Стаціонарні доступи до машин» (ДСТУ ISO 14122-1:2004), «Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення» (ДСТУ 2470-94), «Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину (ДСТУ ISO 2631-1:2004).

Стандарти цієї системи використовуються не тільки в процесі промислового виробництва, метрологічно забезпечуючи розробку, виготовлення, експлуатацію та ремонт продукції. Вони розповсюджуються набагато ширше – практично у всіх сферах людської діяльності: наука, охорона здоров'я, сільське господарство, охорона навколишнього середовища, торгівля, банківська справа тощо. Це є комплекс взаємопов'язаних правил, положень, вимог і норм, що визначають організацію і методологію проведення робіт за оцінкою, забезпечення точності вимірювань.

Слід також зазначити, що у зв'язку із загальнотехнічним характером і спрямованістю ССБП її стандарти мають широке застосування у всіх системах сертифікації продукції і послуг при сертифікації товарів машинобудівного комплексу, товарів електромеханічної і приладобудівної галузей промисловості, товарів медичної промисловості і засобів індивідуального захисту. Це пояснюється великою соціально-технічною значущістю проблеми безпеки в країні і великою втратою, що пов'язано з виробничим травматизмом, особливо із летальними випадками, професійною захворюваністю і втратою матеріальних цінностей.

2.4. Проблеми забезпечення конкурентоспроможності продукції

Конкурентоспроможність продукції обумовлюється виконанням притаманних їй функцій краще, ніж аналогічно існуюча. При цьому вона повинна бути більш надійною або мати інші суттєві для споживача властивості, ніж та, що пропонується іншими виробниками.

Проте, конкурентоздатною може стати також продукція рівної якості, оскільки до умов, що цікавлять споживача, відносяться також його звичка до

певної продукції, марки, фірми, родинна традиція або подібні чинники. На конкурентоспроможність продукції останнім часом впливає можливість виробника поставити споживачеві її раніше за своїх конкурентів і забезпечити краще обслуговування та сервіс.

Продукція може виявитися конкурентоздатною і випадково. Така ситуація трапляється за певних економічних і організаційних умов: найчастіше при малому бізнесі і рідше – при середньому. Великі виробничі компанії вже давно не розраховують на випадкову конкурентоспроможність своєї продукції. Вони шляхом проведення маркетингових досліджень ретельно вивчають ринок, бажання і можливості споживачів.

У випадку, якщо виробникові поталанило і його продукція випадково виявилася конкурентоздатною, то йому потрібно, по-перше, з'ясувати як можна точніше причини, що зумовили цей випадок, а по-друге, встигнути прийняти заходи щодо збереження свого положення.

Сучасний етап розвитку української економіки визначається посиленням *взаємозалежності виробництва і споживання*. Підвищується роль споживача в оцінці якості продукції і витрат на її виробництво і споживання. У зв'язку з цим, із всієї сукупності потреб доцільно виділити систему кінцевих потреб і визначити їх вплив на зростання та зміну структури суспільного виробництва. Саме тут, в як найповнішому вигляді виявляється інтеграція виробництва з кінцевим споживачем.

Економічна інтеграція виробника і споживача призвела до того, що почали встановлюватися так звані витрати виробника, які обумовлені необхідністю підвищення якості продукції, що випускається ним та економія споживача, що досягається за рахунок використання ним продукції високої якості. Взаємна економічна зацікавленість і відповідальність між виробниками та споживачами є основою переходу від ціни виробництва, що діє зі всіма її негативними наслідками до ціни відтворення, в якій заздалегідь відбиваються витрати праці та його економія.

Таким чином, формується *споживчо-вартісний підхід* до забезпечення якості продукції, метою якого є: по-перше, створення умов для зниження витрат виробництва на суму корисного ефекту споживчої вартості, а по-друге, підвищення ступеня задоволення потреб людини за рахунок збільшення корисності і якості продукції. Він повинен органічно входити складовою частиною в механізм економічних відносин між виробництвом і споживанням, виробниками і споживачами.

Якщо з цих позицій проаналізувати ефективність розроблених систем управління якістю, то можна відзначити, що в цілому, вони не зробили значного впливу на підвищення якості і конкурентоспроможності продукції за наступних причин.

1. Цільова функція системи не була спрямована на задоволення вимог конкретного споживача.
2. Чинна законодавча і нормативна бази, система державної стандартизації не створили єдиного правового простору, що регулює взаємовідношення між

державою, підприємствами-виробниками і споживачами (перш за все в питаннях прав споживачів на безпечну продукцію).

3. В організації управління якістю переважав вартісний підхід і практично ігнорувався споживчо-вартісний. Як узагальнена оцінка ефективності систем управління якістю продукції приймалася питома вага продукції високої якості (наприклад, продукція вищої категорії якості) у вартісному виразі в загальному об'ємі вартісного випуску продукції за певний період. Тому була відсутня можливість оцінити вплив системи управління на підвищення якості конкретного виду продукції.
4. Об'єктом управління якістю був відособлений, а не інтегрований виробник. Тому в процесі проектування систем управління якістю не відпрацьовувався механізм взаємодії всіх учасників створення кінцевої продукції, господарські зв'язки між підприємствами-суміжниками не мали стійкого характеру.
5. У багатьох випадках виконання завдань і функцій системи не забезпечувалося необхідною інформацією.

У сучасних ринкових вимогах перебудова стандартизації: здійснюється за рахунок розширення меж самостійності господарських організацій, послаблення вербальних зв'язків при одночасному посиленні зв'язків по горизонталі, заміна директивних методів управління договірними, заснованими на угоді між партнерами.

Складність взаємозв'язків в процесі створення і виготовлення продукції часто призводить до конфліктних ситуацій між розробниками, виробниками і споживачами стосовно техніко-економічних показників продукції, якістю і стабільністю її виготовлення, термінами створення і постачання. По суті справи, повинен бути сформульований ефективний механізм наскрізного управління якістю, що може бути реалізований за рахунок впровадження відповідних систем управління. Все це потребує організації наскрізного управління якістю продукції, яке передбачає цілеспрямовану дію на технічний рівень і якість кінцевої продукції при проведенні досліджень та розробок, виробництві та експлуатації (споживанні).

Єдиною основою всіх форм господарювання є *підвищення ефективності праці*, що виражає собою відношення корисного результату (підвищення якості продукції, що випускається, ступеня задоволення відповідної потреби тощо) до витрат праці і отримання цього результату.

Ефективність праці – це критерій, економічний стимул і джерело оплати праці всіх категорій працівників за підвищення якості продукції, що випускається, за впровадження науково-технічних нововведень на підприємстві, починаючи з робочого місця, за застосування стандартів з підвищеними споживчими властивостями. Аналіз за цим критерієм дозволяє визначити принципові недоліки існуючих систем управління якістю, вказувати шляхи і методи їх комплексного вдосконалення, взаємного узгодження з метою і завданнями соціально-економічного розвитку суспільства в цілому та суспільного виробництва.

У стратегічному плані *ефективність управління якістю продукції* на даному етапі потрібно оцінювати за критерієм «висока якість – низка ціна». Суттєвішою умовою реалізації такого підходу щодо забезпечення якості продукції є те, що підвищення якості продукції на одному підприємстві може здійснюватися тільки заради економії витрат праці споживача, тобто на іншому, технологічно суміжному підприємстві. Це припускає, що в рамках прямих господарських зв'язків між підприємствами вищі показники якості продукції виробника і відповідна економія споживача (підвищення продуктивності праці, зниження матеріальних витрат) повинні складати суттєвий елемент економічних відносин.

У практичному відношенні *критерієм, що відображає загальний стратегічний курс*, може служити приріст коефіцієнта ефективності праці, що обумовлений впливом створюваної системи управління якістю продукції ($K_{\hat{A}_i, \hat{m} \hat{i} \hat{a} \hat{e} \hat{d}}$). Значення цього показника може визначатися за формулою (2.1):

$$\hat{E}_{\hat{A}_i, \hat{m} \hat{i} \hat{a} \hat{e} \hat{d}} = \frac{\Delta \hat{A}_i}{\hat{A}_i}, \quad (2.1)$$

де $\Delta \hat{A}_i$ – значення величини приросту економії праці, або вивільненої праці, в споживанні одиниці продукції після впровадження системи управління якістю продукції;

$\hat{A}_i$ – значення величини приросту витрат живої праці, що обумовлено розробкою і впровадженням системи управління якістю продукції.

При раціонально-функціонуючій системі управління якістю $\Delta \hat{A}_i > \hat{A}_i$ або $\hat{E}_{\hat{A}_i, \hat{m} \hat{i} \hat{a} \hat{e} \hat{d}} > 1$.

Таким чином, замість грошово-вартісного госпрозрахунку з'являється споживчо-результативний госпрозрахунок, що об'єднує підприємства між собою за обміном економії праці шляхом підвищення якості продукції і корисних результатів діяльності кожного з них. При такій системі до збільшення госпрозрахункового доходу приводить вже не підвищення цін на продукцію, що випускається, а їх зниження. Відповідно, до складу госпрозрахункового доходу входить не прибуток, як зараз, а економія витрат у споживачів. Чим вищою є величина сумарної економії витрат, обумовленою роботою даного підприємства, буде вищим значення величини його госпрозрахункового доходу. Віднесена до кількості працівників, вона стає новим показником ефективності праці.

В основі організації таких економічних відносин – розрахунок коефіцієнта ефективності праці ($\hat{E}_{\hat{A}_i, \hat{m} \hat{i} \hat{a} \hat{e} \hat{d}}$) для кожної пари підприємств-суміжників протягом всього ланцюга створення і споживання кінцевої продукції.

Найповніше в кількісному плані $\hat{E}_{\hat{a} \hat{o} \hat{i}}$ може бути виражено як відношення економії від зниження витрат щодо забезпечення даною продукцією споживача ($\hat{A}_{\hat{m} \hat{i} \hat{a} \hat{e} \hat{a}}$) до витрат на виробництво тієї ж продукції ($\hat{A}_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{i} \hat{a}}$).

Модель економічної оцінки в цьому випадку матиме вигляд (2.2):

$$\hat{E}_{\hat{a} \hat{o} \hat{i}} = \frac{\hat{A}_{\hat{m} \hat{i} \hat{a} \hat{e} \hat{a}}}{\hat{A}_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{i} \hat{a}}}, \quad (2.2)$$

Впровадження економічних відносин з економії витрат праці, в свою чергу, зумовлює необхідність взаємодії організації з підприємствами за замкнутим технологічним циклом, тобто від предметів особистого споживання до виробництва відповідних видів сировини. При цьому виробництво в кінцевій ланці повинно бути спрямоване на підвищення якості продукції і ступеня задоволення в ній потреб, на зниження кінцевих споживчих цін. Решта виробництв (проміжні і початкові) повинні забезпечувати підвищення коефіцієнта ефективності праці та якості продукції в кінцевому виробництві. Тим самим створюються об'єктивні основи для інтеграції організаційних структур виробничих систем.

Взаємне узгодження коефіцієнтів ефективності праці, формування на цій основі цін на продукцію, що поставляється, забезпечує єдність економічних інтересів підприємств-суміжників в процесі планування, оцінки та розподілу результатів праці.

Контрольні запитання

1. Які основні цілі стандартизації ви знаєте ?
2. Які органи здійснюють діяльність зі стандартизації?
3. Які категорії стандартів ви знаєте?
4. Перерахуйте методи застосування стандартів.
5. У чому виявляється роль стандартизації в управлінні якістю продукції?
6. У чому полягає суть управління якістю продукції на всіх рівнях?
7. Які заходи ви можете назвати щодо вдосконалення системи управління якістю продукції в нових умовах господарювання?
8. Які основні поняття конкурентоспроможності продукції ви знаєте?
9. Які основні критерії ефективності праці ви знаєте?
10. В чому полягає необхідність сертифікації продукції згідно стандартів ISO 9000?
11. Які види діяльності впливають на якість продукції?
12. Яка роль сертифікації у забезпеченні якості та конкурентоспроможності продукції?

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРТНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

3.1. Підготовка до проведення експертної оцінки і формування експертної групи

При застосуванні експертних методів оцінки якості ключова фігура в процесі оцінювання якості – особа, що розробляє МОЯ (ОРМ).

ОРМ може самостійно, без будь-якої допомоги розробити МОЯ тільки у тому випадку, якщо оцінюваний об'єкт – нескладний, крім того, використовується не експертний чи змішаний, а аналітичний метод.

У загальному випадку для розробки або використання МОЯ складають 3 групи: організаційну (ОГ), технічну (ТГ) і експертну (ЕГ).

ОГ створюється для методичного керівництва розробкою МОЯ. Очолює її ОРМ.

ТГ, іноді її називають робочою групою, яка формується для технічного забезпечення створення МОЯ, тобто для виконання робіт: машинописних, креслярських, обчислювальних. ТГ підпорядковується ОРМ або за його вказівкою іншому членові ОГ.

Зазвичай в ТГ входить 1 – 2 особи. Час їх роботи в ТГ може бути безперервним, наприклад 25 днів, або розбитим на відрізки: 25 днів протягом трьох місяців роботи ОГ. Для спрощеного методу оцінювання якості чисельність експертної групи зазвичай складає 7-10 осіб.

Якщо МОЯ розробляється не спрощеним, а наближеним або тим більше точним методом, то застосовується складніший, але і точніший спосіб визначення чисельності ЕГ. Це пов'язано з тим, що за інших рівних умов забезпечується більш висока достовірність колективної експертної оцінки q^e , оскільки менша відносна погрішність ε і вища довірна вірогідність γ , з якої знайдено значення q^e (3.1) та (3.2):

$$\varepsilon = \frac{\Delta q}{q^{icm}} \quad (3.1)$$

де q^{icm} – істинне значення характеристики, що визначається експертним методом;

Δq – абсолютна погрішність, що визначає довірчий інтервал.

$$\Delta q = |q^{icm} - q^e|, \quad (3.2)$$

Також відомо, що чим більше апіорної, попередньої, інформації відомо ОГ відносно ЕГ і поставлених нею оцінок, тим менше вимагається експертів за інших рівних умов.

Розглянемо методику точнішого розрахунку числа експертів при проведенні експертизи. Згідно з цією методикою, виділяють наступні етапи проведення експертизи:

1. Формування експертної групи;
2. Планування і проведення експертизи;
3. Аналіз і інтерпретація отриманих результатів, і підготовка висновку ОПР.

Розглянемо детальніше перший етап експертизи – формування експертної групи, оскільки він є найбільш загальним для різних видів експертиз і не залежить від методів збору експертної інформації, що включає:

1. Визначення чисельного складу експертної групи;
2. Визначення коефіцієнтів авторитету експертів;
3. Підбір експертів відповідно до їх компетентності.

Визначити необхідний чисельний склад експертної групи дуже важливо. При недостатньому числі експертів результати експертизи будуть ненадійні.

Чисельний склад експертної групи обчислюється за формулою (3.3):

$$k = [(\beta t_{p, k-1}) / \alpha]^2, \quad (3.3)$$

де k – число експертів;

β - варіація (міра надійності проведеної експертизи);

$t_{p, k-1}$ – коефіцієнт Стюдента;

α - відносна ширина довірчого інтервалу.

Варіація визначається за формулою (3.4):

$$\beta = \sigma / \bar{x}, \quad (3.4)$$

де σ – середньоквадратичне розсіювання експертних оцінок;

$\bar{x}$ – середнє значення оцінки.

Відносна ширина довірчого інтервалу визначається за формулою (3.5):

$$\alpha = \Delta x \sqrt{x}, \quad (3.5)$$

Δx - довірчий інтервал оцінок.

Величина варіації визначається за результатами експертизи, але для цього, у свою чергу необхідно знати необхідний склад експертної групи.

Вважатимемо, що для статистичної обробки допускаються лише такі експертні оцінки, відносна відмінність яких від середнього значення за абсолютною величиною не перевищує $\Delta x \sqrt{x}$.

В межах інтервалу Δx біля $\bar{x}$ окремі оцінки можуть розташовуватися по-різному, від чого залежатиме величина варіації β .

На підставі досвіду застосування методу експертних оцінок для вирішення різних завдань, що не формалізуються, встановлено, що результати експертизи можна вважати задовільними при $\beta \leq 0,3$ і хорошими, якщо $\beta \leq 0,2$.

Виходячи з цього, при визначенні чисельного складу експертної групи апріорне значення варіації слід вибирати в межах 0,2-0,3. Коефіцієнт Стюдента $tp, k - 1$ визначається по таблицях.

Вибравши довірчу вірогідність p , для різних k знаходимо відповідні значення $tp, k - 1$.

Потім для кожної пари k і $tp, k - 1$ знаходимо β/α , а для обраної p буде отримана залежність $\beta/\alpha = f(k)$, яку можна записати (3.6):

$$\beta/\alpha = f(k), \quad (3.6)$$

Визначивши співвідношення β/α і задавши довірчу вірогідність p , знаходимо чисельний склад експертної групи k (табл. 3.1).

Також число експертів приблизно можна визначити за допомогою виразу (3.7):

$$\beta/\alpha = \sqrt{k/z(k)}, \quad (3.7)$$

де $z(k)$ – значення інтеграла вірогідності.

Таблиця 3.1

Відносна погрішність визначення експертної групи

Кількість експертів	Довірча вірогідність	k/k, %
10	0,8	7
10	0,9	10
15	0,8	5
15	0,9	7
20	0,8	4
20	0,9	5

На наступному етапі проведення експертизи визначаються коефіцієнти авторитету (ступінь компетентності експерта).

Коефіцієнт авторитету – це число, яке показує, з якою вагою включаються в статистичну обробку оцінки даного експерта. Важливість правильного визначення його величини має велике значення, оскільки він не лише прямо впливає на вірогідність результатів експертизи, але і має важливе психологічне значення для експертів.

Оскільки людині простіше дати порівняльну оцінку двом якісним поняттям, раціональнішим способом визначення таких коефіцієнтів є їх обчислення за допомогою парного оцінювання міри компетентності експертів.

В цьому випадку може виникнути питання про достовірність отриманих таким чином коефіцієнтів авторитету. Проте, якщо врахувати, що до експертизи, як правило, притягуються відомі спеціалісти у відповідній

предметній області, то взаємне порівняння їх компетентності дає об'єктивні результати.

Нехай дана група експертів $E = (E_1, \dots, E_n)$.

Суб'єктивні оцінки компетентності експертів з групи E у вигляді стосунків переваги представляються у вигляді матриці, де a_{ij} показує, в скільки разів компетентність експерта E_i перевершує компетентність експерта E_j , а $a_{ji} = 1/a_{ij}$ при $a_{ii} = 1$ (3.8):

$$M = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{11} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \quad (3.8)$$

Як міра оцінки неузгодження суб'єктивних оцінок використовується так зване відношення узгодженості (ВУ), яке визначає міру порушення властивості транзитивності між оцінками (3.9):

$$ВУ = ІУ / ВУ, \quad (3.9)$$

де ІУ – індекс узгодженості;

ВУ – випадкова узгодженість матриці того ж порядку.

Випадкова узгодженість матриці того ж порядку це число, яке вийшло б при випадковому виборі кількісних суджень зі шкали 1/9, 1/8, 1/7,..., 1,2,..., 9 (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Середнє узгодженості випадкових матриць

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Індекс узгодженості матриці обчислюється за формулою (3.10):

$$ІУ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (3.10)$$

де n – розмірність матриці;

$\lambda_{\max}$ – найбільше власне значення.

Відомо, що завдання знаходження власних чисел матриці M пов'язане з обчисленням кореня характеристичного рівняння (3.11):

$$\det(M - \lambda E) = 0, \quad (3.11)$$

З досвіду експертиз, що проводяться, величина відношення узгодженості має бути не більше 10 – 15%. Якщо вона виходить за ці межі, то експертам пропонується перевірити свої судження. При цьому процес «згладжування» неузгодженості даних, як правило, носить циклічний характер. Цей процес можна істотно спростити, якщо надати можливість експертам уточнити свої оцінки на етапі формування матриці переваг. Зазвичай, кожен експерт витрачає на роботу у складі ЕГ від одного до семи днів (залежно від складності об'єкту). Вибір експертів при спрощеному методі оцінювання якості проводиться ОГ в наступному порядку:

1. Із фахівців, обізнаних в оцінюваному типі об'єкту, відбирається група потенційних експертів чисельністю на 2 – 5 осіб більше, ніж припустило мати в ЕГ (для спрощеного методу це 7 – 10 осіб).
2. Члени ОГ в особистій бесіді з кожним з потенційних експертів прагнуть отримати уявлення про якість самого експерта, тобто визначити, в якій мірі кожен фахівець володіє якостями, необхідними для участі в ролі експерта в кваліметричному аналізі.

Перерахуємо властивості, що характеризують якість експерта.

Компетентність – усебічне знання експертом оцінюваного об'єкту і методів оцінювання його якості.

Упевненість – переконаність експерта в правильності винесеної ним оцінки.

Об'єктивність – здатність експерта не піддаватися відомству, начальницьким або особистим інтересам.

Діловитість – уміння швидко виконувати доручену роботу.

Зацікавленість – бажання робити доручену роботу на підставі матеріального і морального стимулювання.

Найбільш важливим з властивостей, що характеризують якість експерта, являється «компетентність». При спрощеному способі в кількісній формі зазвичай враховується тільки ця властивість. При цьому для знаходження значення показника компетентності $K_{ком}^c$ найчастіше використовують два методи:

- самооцінки (оцінку експерт дає собі сам, наприклад в балах);
- взаємної оцінки (коли кожного експерта оцінюють усі інші члени ЕГ і взаємної оцінка $K_{ком}^6$ визначається як середнє з їх оцінок).

Розрахункова формула обчислення показника компетентності (3.12):

$$K_{ком} = 0,4K_{ком}^c + 0,6K_{ком}^6, \quad (3.12)$$

Результати, отримані при кваліметричному аналізі рівня якості, найчастіше виражаються в одному з трьох видів шкал: шкала порядку, шкала інтервалів і шкала відношення. Порівняємо ці шкали за основними характеристиками: за витратами на їх використання, витратам праці і часу і по результатах – кількості отриманої за допомогою цієї шкали інформації.

Шкала порядку – шкала, сформована після оцінювання якості об'єктів, в якій об'єкти можна упорядкувати тільки в ряд, ранжируваний по збільшенню

або зменшенню значення показника якості. Шкала порядку не дозволяє визначити, на скільки або в скільки разів один об'єкт за якістю відрізняється від іншого. Наприклад, нехай для двох об'єктів (А і Б) в результаті оцінки їх якості в якійсь кількісній шкалі (допустимо, в бальній) набуті наступні значення показників їх якості: $K_A=60$ балів і $K_B=40$ балів. Причому заздалегідь відомо, що інформативність цієї шкали не перевищує можливості шкали по-рядка. В цьому випадку було б неправильним обчислювати відношення $K_A-K_B=20$ балів і $K_A/K_B=1,5$. Єдиний правильний висновок, який можна зробити стосовно цього випадку: оскільки $K_A > K_B$, та якість об'єкту вища за якість об'єкту Б.

Шкала інтервалів – шкала, у якої об'єми отримуваної інформації ті ж, що і у порядкової, але є додаткова інформація: на скільки один об'єкт відрізняється за якістю від іншого (стосовно попереднього прикладу правомірно визначати різницю $K_A-K_B=20$ балів, але не правомірно намагатися визначати відношення $K_A/K_B=1,5$). Шкала відношень – шкала, для якої результати ті ж, що і для шкали інтервалів, але є додаткова інформація: у скільки разів один об'єкт відрізняється за якістю від іншого, можливо вичислити відношення K_A/K_B . Приклад використання шкали стосунків - вимір температури в шкалі Кельвіна. З розглянутих вище за три типи шкал на практиці найчастіше вживаються шкали порядку і відношень.

3.2. Алгоритм оцінювання якості

Для кваліметричного аналізу різних об'єктів в теоретичній частині кваліметрії існує певна послідовність виконуваних при цьому етапів роботи. Сукупність цих етапів може бути представлена у вигляді блок-схеми алгоритму оцінки якості (табл. 3.3.), яка відображає тільки той набір етапів, який відповідає спрощеному методу оцінки якості. З міркувань, відомим ОПР не виключено, невідомим ОРМ, може іноді виявитися необхідним забезпечити співставлення значень показників якості оцінюваного виду об'єкту з аналогічними показниками інших різномірних об'єктів. Ця порівнянність буває тільки двох видів. Функціональна порівнянність – порівнянність, при якій виявляється можливим порівнювати значення показників якості різномірних об'єктів, що належать до різних видів і навіть різних їх класів.

Тимчасова порівнянність – порівнянність, що дозволяє визначати, як змінюватиметься в часі значення показника якості об'єкту. Від функціонального і тимчасового співставлення потрібно відрізнити формальну порівнянність, яка забезпечує вираження якості порівнюваних об'єктів в однакових по розмаху шкалах, але не дозволяє судити, який з порівнюваних об'єктів кращий або гірший за інші.

Таким чином, для цілей зіставлення якості об'єктів різного виду може використовуватися тільки функціональна і тимчасова порівнянність, але не формальна порівнянність.

Значення показників якості, виражені в шкалі відношень, дозволяють визначити, в скільки разів або на скільки якість одного об'єкту вища або нижча за якість іншого.

Алгоритм оцінювання якості спрощеним методом

Розробка МОЯ	
1	Видача завдання на розробку і використання МОЯ (здійснює особа, що приймає рішення, ОПР) і призначення ОРМ (особи, розробленого МОЯ)
2	Визначення ситуації оцінювання (ОПР, ОРМ)
3	Формування груп учасників розробки і використання МОЯ: ОГ, ЕГ і ТГ (ОПР, ОРМ)
4	Побудова дерева властивостей і дерева показників об'єкту ОГ, ЕГ
5	Визначення значень коефіцієнтів важливості показників властивостей ОГ, ЕГ, ТГ
6	Визначення еталонних і бракованих значень показників властивостей ОГ, ЕГ
Використання МОЯ	
7	Визначення значень абсолютних показників властивостей ОГ, ЕГ
8	Визначення значень відносних показників властивостей ТГ
9	Визначення значень показника якості об'єктів ТГ

В той же час шкала рангів (шкала порядку) дає можливість визначити, якість якого з об'єктів, що зіставляються, являється вищою, але не дозволяє відповісти на питання, в скільки або на скільки вища.

Приклад: для двох зразків (А і Б) асфальтоукладальників отримані значення їх показників якості: $K_B=0,80$ і $K_A=0,88$. Якщо оцінка якості вироблена в шкалі рангів, то можна зробити висновок, що якість зразка Б вище, ніж якість зразка А. Якщо ж при оцінюванні якості передбачалася шкала відношень, то в даному випадку може бути отримана і додаткова інформація, а саме: якість зразка Б на 10% або в 1,1 рази вище за якість зразка А.

ОПР повинно встановити характер тих завдань, які вирішуватимуться за допомогою значень показників якості. А ОРМ, виходячи з характеру цих завдань, повинно визначити, яка шкала рангів або відношень повинна закладатися в основу розробленої МОЯ.

Побудова дерева властивостей і виявлення оцінюваних показників складають зміст четвертого етапу алгоритму розробки МОЯ, який міститься в прикладі, приведеному нижче.

Нехай є об'єкти А і Б, показники якості яких (K_A і K_B) виражені в шкалі відношень. Припустимо, що значення цих показників, вичислені при правильно побудованому дереві: $K_A=0,84$ і $K_B=0,76$. Тоді $K_A/K_B=1,1$. Якщо ж дерево буде побудовано неправильно, то, ймовірно, що таке співвідношення значень показників якості відрізнятиметься (у більшу або меншу сторону) від величини 1,1, що, зрозуміло, неприпустимо для будь-яких вимірів.

Якщо ж вимір показників здійснювався за шкалою порядку, і при правильно побудованому дереві було співвідношення $K_A > K_B$, то зовсім не виключена ситуація, коли у разі використання неправильно побудованого дерева для тих же самих об'єктів співвідношення їх якості виражатиметься вже

протилежним ранжуванням $K_A < K_B$. Зрозуміло, що говорити про яку-небудь точність кваліметричних розрахунків при цьому не доводиться.

При побудові дерева творчий підхід потенційно небезпечний проявом суб'єктивізму. Прагненням зменшити міру такого суб'єктивізму і пояснюється розробка правил побудови дерев, що накладають певні рамки на дії, що здійснює ці побудови ОРМ.

У сучасних умовах деревовидні структури найчастіше і широко використовуються в системному аналізі, в прогнозуванні, кваліметрії і теорії ухвалення рішень.

Приведемо ряд основних понять.

Група властивостей – сукупність менш складних властивостей, на яку безпосередньо розкладається складна властивість.

Висота дерева – це загальна кількість рівнів в дереві.

Повне дерево – дерево, на найвищому рівні якого розташовані тільки прості або квазі прості властивості.

Неповне дерево – дерево, у якого на найвищому рівні k , рівні $\overline{1, m-1}$, можуть знаходитися і складні властивості.

Під дерево – будь-яка гілка, що тягнеться не менше, ніж на 2 рівні.

Усічене дерево – повне або неповне дерево, у якого відповідно до специфіки конкретної вирішуваної за допомогою дерева задачі можна виключити одне або декілька властивостей або під дерев.

Властивості призначення – під дерево, що містить в собі усі властивості, які характеризують призначення об'єкту і його основні функції.

Дерево загальних властивостей – неповне дерево, властивості якого є сукупністю усіх властивостей усіх об'єктів даного класу, але не включають властивості, що становлять властивість їх призначення.

Незалежна властивість – властивість, що входить до групи властивостей, але що знаходиться відносно незалежності від інших властивостей цієї групи.

Залежна властивість – властивість, що входить до групи властивостей, при виконанні умови, що хоч би з однією з властивостей цієї групи вона не знаходиться у відношенні незалежності по перевазі.

Найчастіше при побудові дерев використовуються наступні види: нижньосторонні, верхньосторонні, правосторонні, лівосторонні (рис. 3.1).

Правила побудови дерев.

1. Правило максимальної висоти дерева. Дерево потрібно розширювати до тих пір, поки на найвищому його рівні залишаться тільки прості або квазі прості властивості.

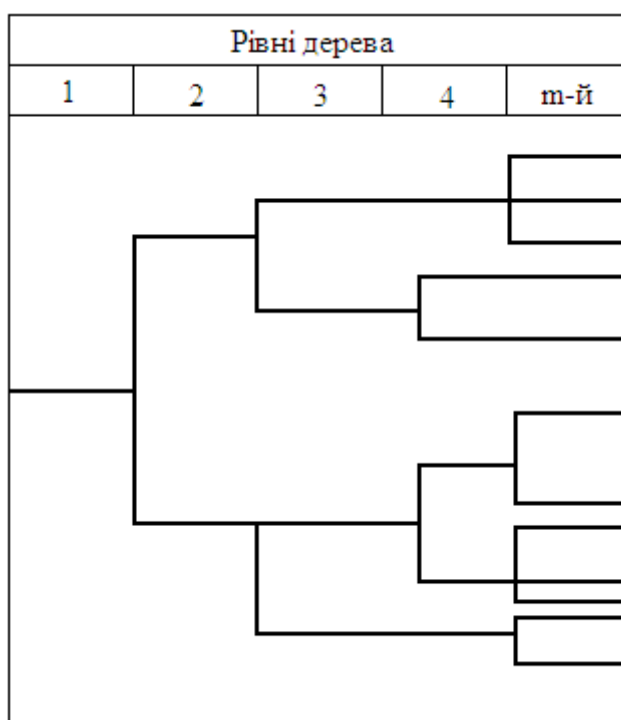


Рис. 3.1. Пример правостороннего дерева

2. Правило про незалежність по перевазі властивостей в групі. Кожна властивість, що входить до групи властивостей, по відношенню до будь-якої іншої властивості з цієї групи повинна задовольняти обґрунтованому в теорії рішень принципу «незалежність по перевазі». Наприклад, нехай є такі дві властивості комунальної техніки прибирання: перше – «вантажне устаткування» і друге – «щітка».

Вони незалежні по перевазі. Насправді, як би не було виражено першу властивість, краще значення іншої властивості завжди прийнятніше гіршому значенню, і навпаки. В той же час такі дві властивості катків для покриття асфальту, як «тиск» і «ширина шарової поверхні», не знаходяться між собою відносно незалежності по перевазі. Якщо не враховувати властивість «ширина шарової поверхні» і залежна від нього властивість «стійкість при роботі», то чим більша маса, тим краще. Існуючі тенденції по оптимізації витрати металу можуть привести до зменшення об'єму металу для вальців, що, у свою чергу, може негативно позначитися на якості виконання робіт катком. Відповідно до цього, в дерево повинні включатися усі властивості, що відображають особливості застосування об'єкту, які були виявлені в ході виконання процедур етапу «Визначення ситуації оцінювання».

3. Правило про виключення властивостей надійності. Властивості, що визначають надійність (наприклад, для більшості промислових продуктів праці – збереження, безвідмовність, ремонтпридатність і довговічність), не повинні включатися в дерево властивостей.
4. Жорсткість структури початкових рівнів дерева. Для більшості об'єктів, що є продукцією, початкові рівні дерева можуть бути отримані як окремі випадки початкових рівнів «дерева загальних властивостей».

4. Жорсткість структури початкових рівнів дерева. Для більшості об'єктів, що є продукцією, початкові рівні дерева можуть бути отримані як окремі випадки початкових рівнів «дерева загальних властивостей».

Специфіка кожного окремого, такого, що піддається аналізу об'єкту враховується таким чином: з дерева загальних властивостей просто виключають ті властивості, які не відповідають специфіці аналізованого об'єкту, і додають під дерево властивостей призначення. Інакше кажучи, з дерева загальних властивостей в цьому випадку прибираються всі ті властивості, які по характеру і по ситуації не потрібно враховувати для оцінювання цього об'єкту.

Правила побудови під дерев призначення.

1. Правило про ділення по рівній основі за однаковою ознакою. У будь-якій групі властивостей має бути єдина для усієї групи ознака ділення. Наприклад, для властивості «зручність для водія» ознакою ділення є «тип людей, що знаходяться в автобусі».

Для властивості «мікроклімат в салоні» ознака ділення – «тип приміщення (салон, кабіна водія), де визначається мікроклімат». Для властивості «висота вхідних дверей в салоні» ознака поділу – «габарити вхідних дверей (ширина, висота)». Таким чином, в одній групі властивостей виявилися три різні ознаки ділення, що неприпустимо. Правило про функціональну спрямованість формулювань властивостей. У групі властивостей бажано застосовувати ті ознаки поділу, які відображають не конструктивну структуру оцінюваного об'єкту, а характер виконуваних ним функцій. Наприклад, оцінку якості бульдозера доцільно вести не по окремих його агрегатах: рамі, відвалу, кабіні, двигуну, тощо, а по окремих аспектах функціонування: риттю котловану, розрівнюванню ґрунту на земляному насипі, розкриття ґрунту на піщаному кар'єрі.

2. Правило про необхідність і достатність числа властивостей в групі. Число властивостей в групі повинне задовольняти вимогам необхідності і достатності. На прикладі, показаному на рис. 3.2., умови задовольняють вимозі «достатність», але не задовольняють вимозі «необхідність»: якщо відомі ширина і довжина, може бути знайдена і площа приміщення.

Розміри складського приміщення	Площа
	Висота
	Ширина
	Довжина

Рис. 3.2. Приклад виконання вимоги «достатність», але не виконання вимоги «необхідність числа властивостей в групі».

3. Еталонне число властивостей призначення в групі. Нехай з допомогою МОЯ оцінюватимуться дві моделі екскаваторів колісних, усі властивості яких однакові (місткість ковша, гідравлічний привід робочих органів, тип двигуна), за виключенням: модель 1 має телескопічну рукоятку, а модель 2 – пристрій для поперечного переміщення робочого органу відносно осі екскаватора.

У групу властивостей призначення треба включати усі загальні властивості і ті, що відрізняються у обох моделей, тобто телескопічну рукоятку і пристрій для поперечного переміщення робочого органу відносно осі екскаватора.

Також існують приватні правила побудови дерев властивостей при визначенні коефіцієнтів важливості експертним методом.

1. Випадковий характер розташування властивостей в групі. При експертному визначенні значень коефіцієнтів важливості можливо збільшення погрішності експертних оцінок, пов'язане з тим, що властивості, поміщені на початку групи властивостей, підсвідомо вважатимуться деякими важливішими експертами. Для нейтралізації цього недоліку доцільно так переставити властивості в групі, щоб порядок їх розташування був випадковим.

2. Мінімум властивостей в групі. Теоретично і експериментально доведено, що чим менше властивостей в групі, тим за інших рівних умов більша достовірність призначених експертами значень коефіцієнтів важливості.

Завершення побудови дерева властивостей.

Дерево властивостей об'єкту складається з окремих під дерев. Для зручності роботи з ним доцільно, щоб в межах кожного під дерева усі прості і квазі прості властивості були «приведені» до найвищого в межах цього під дерева рівня.

Окрім приведення властивостей до останнього рівня дерева, при завершенні його побудови іноді доводиться виключати частину властивостей, наприклад, коли при визначенні ситуації оцінювання було встановлено, що допустиме оцінювання якості виробляється в шкалі рангів. Відповідний алгоритм дій пояснюється нижче.

Операція виключення з під дерева властивостей, які в однаковій мірі виражені в порівнюваних зразках, може проводитися двома способами.

1. Будується під дерево властивостей відповідно до викладених вище правил. Потім з цього під дерева виключаються всі властивості однаково виражених порівнюваних зразків, тому з властивостей, що залишилися, знову складається нове під дерево. (При цьому вже немає необхідності і можливості дотримуватися правила «необхідність і достатність»).

Цей спосіб відносно трудомісткий, оскільки під дерево складається 2 рази, але забезпечує правильність побудови під дерева.

2. Під дерево властивостей призначення будується в один прийом, а не в два, але враховуються усі викладені вище за правило побудови дерев, включаючи «виключення однаково виражених властивостей при допустимості шкали рангів».

Також відмітимо, що якщо у ОГ існує досить сильна переконаність, що побудоване дерево властивостей являється правильним, і не вимагається будь-яка додаткова перевірка з боку ЕГ, то творча частина роботи над деревом властивостей вважається закінченою.

Інакше це дерево пред'являється членам ЕГ, які разом з ОГ виробляють його необхідне корегування, при цьому доповнюючи нові, невраховані властивості або виключаючи непотрібні.

Підготовка дерева властивостей до використання.

Відомо, що при кількісному оцінюванні якості в розрахунках фігурують не властивості, а їх показники. У випадках, коли для виміру будь-якої властивості може бути використаний два (чи навіть більше) різні показники, можуть виникати складнощі з вибором.

Наприклад, для такої властивості кабіни машиніста, як «захист від шуму», можуть бути вибрані два різні показники: зовнішній шум, що визначається рівнем шуму від працюючого двигуна, і звукоізоляція, що визначається видом ізолюючого матеріалу і його кількістю для шумоізоляції.

У цих випадках при виборі показника ОРМ беруть до уваги такі чинники, як трудомісткість отримання інформації, необхідної для визначення значення показника властивості, а також ступінь відповідності показника вимірюваної з його допомогою властивості.

Побудоване організаторами дерево властивостей пред'являється ними для перегляду і корегування експертам, які при необхідності вносять до дерева відповідні виправлення і доповнення.

Далі виправлене і узгоджене з експертами дерево передається технічним працівникам (ТГ) для підготовки документації, необхідної для визначення коефіцієнтів вагомості усіх властивостей, включених в дерево.

Технічні працівники зображують дерево на великому листі або в електронному вигляді для наступної проекції на екран. Одночасно з викреслюванням дерева технічні працівники нумерують усі його прості, квазі прості і складні властивості в порядку.

3.3. Методи забезпечення якості. Контроль якості

Особливе місце в управлінні якістю продукції займає контроль якості. Саме контроль як один з ефективних засобів досягнення намічених цілей і найважливіша функція управління сприяє правильному використанню об'єктивно існуючих, а також створених людиною передумов і умов випуску продукції високої якості. Від міри досконалості контролю якості, його технічного оснащення і організації багато в чому залежить ефективність виробництва в цілому.

Саме в процесі контролю здійснюється зіставлення фактично досягнутих результатів функціонування системи із запланованими. Сучасні методи

контролю якості продукції, що дозволяють при мінімальних витратах досягти високої стабільності показників якості, набувають усе більшого значення.

Контроль – це процес визначення і оцінки інформації про відхилення дійсних значень від заданих або їх збіг і результати аналізу. Контролювати можна цілі (мета/мета), хід виконання плану (мета/буде), прогнози (буде/буде), розвиток процесу (буде/є).

Предметом контролю може бути не лише виконавська діяльність, але і робота менеджера. Контрольна інформація використовується в процесі регулювання. Так говорять про доцільність об'єднання планування і контролю в єдину систему управління (Controlling): планування, контроль, звітність, управління якістю.

Контроль здійснюється особами, прямо або побічно залежними від процесу.

Перевірка (ревізія) – це контроль особами, не залежними від процесу.

Процес контролю повинен пройти наступні стадії:

1. Визначення концепції контролю (усеосяжна система контролю «Controlling» або приватні перевірки);
2. Визначення мети контролю (рішення про доцільність, правильність, регулярність, ефективність процесу правління);
3. Планування перевірки :
 - об'єкти контролю (потенціали, методи, результати, показники тощо);
 - норми (етичні, правові, виробничі), що перевіряються;
 - суб'єкти контролю (внутрішні або зовнішні органи контролю);
 - методи контролю;
 - об'єм і засоби контролю (повний, суцільний, вибірковий, ручний, автоматичний, комп'ютеризований);
 - терміни і тривалість перевірок;
 - послідовність, методики і допуску перевірок.
4. Визначення значень дійсних і вказаних.
5. Встановлення ідентичності розбіжностей (виявлення, кількісна оцінка).
6. Вироблення рішення, визначення його ваги.
7. Документування рішення.
8. Мета перевірки (перевірка перевірки).
9. Повідомлення рішення (усне, письмовий звіт).
10. Оцінка рішення (аналіз відхилень, локалізація причин, керування відповідальністю, дослідження можливостей виправлення, заходи по усуненню недоліків).

Види контролю розрізняють за наступними ознаками:

1. По приналежності суб'єкта контролю до підприємства:
 - внутрішній;
 - зовнішній;
2. По основі для проведення контролю :
 - добровільний;
 - згідно із законом;

- за Статутом.
- 3. По об'єкту контролю :
 - контроль за процесами;
 - контроль за рішеннями;
 - контроль за об'єктами;
 - контроль за результатами.
- 4. По регулярності:
 - системний;
 - нерегулярний;
 - спеціальний.

Контроль якості повинен підтверджувати виконання заданих вимог до продукції, включаючи:

- вхідний контроль (матеріали не повинні використовуватися в процесі без контролю; перевірка продукту, повинна відповідати плану якості, закріпленим процедурам і може мати різні форми);
- проміжний контроль (організація повинна мати спеціальні документи, що фіксують процедуру контролю і випробувань всередині процесу, і здійснювати цей контроль систематично);
- остаточний контроль (призначений для виявлення відповідності між фактичним кінцевим продуктом і тим, який передбачений планом за якістю; включає результати усіх попередніх перевірок і відображає відповідність продукту необхідним вимогам);
- реєстрація результатів контролю і випробувань (документи про результати контролю і випробувань надаються зацікавленим організаціям і особам).

Особливим видом контролю є випробування готової продукції.

Випробування – це визначення або дослідження однієї або декількох характеристик продукції під впливом сукупності фізичних, хімічних, природних або експлуатаційних чинників і умов. Випробування проводяться по відповідних програмах. Залежно від цілей існують наступні основні види випробувань :

- попередні випробування – випробування дослідних зразків для визначення можливості приймальних випробувань;
- приймальні випробування – випробування дослідних зразків для визначення можливості їх постановки на виробництво;
- приймально-здавальні випробування – випробування всієї продукції для визначення можливості його постачання замовникові;
- періодичні випробування – випробування, які проводять 1 раз в 3 – 5 років для перевірки стабільності технології виробництва;
- типові випробування – випробування серійних виробів після внесення істотних змін до конструкції або технології.

Точність вимірювального і випробувального устаткування впливає на достовірність оцінки якості, тому забезпечення його якості особливо важливе.

При управлінні контрольним, вимірювальним і випробувальним обладнанням організація повинна:

- визначити, які виміри мають бути зроблені, якими засобами і з якою точністю;
- оформити документальну відповідність устаткування необхідним вимогам;
- регулярно проводити калібрування (перевірку ділень приладу);
- визначити методику і періодичність калібрування;
- документально оформляти результати калібрування;
- забезпечити умови застосування вимірювальної техніки з урахуванням параметрів довкілля;
- усувати несправні або непридатні контрольно-вимірювальні засоби;
- виробляти регулювання устаткування і програмного забезпечення з допомогою тільки спеціально навченого персоналу.

Проходження контролю і випробувань продукції повинно підтверджуватися наочно (наприклад, за допомогою етикеток, пломб тощо). Ті продукти, які не відповідають критеріям перевірки, відділяються від інших.

Також необхідно визначити фахівців, відповідальних за проведення такого контролю і встановити їх повноваження.

Для ухвалення рішення про контроль і організацію процесів контролю мають значення ряд критеріїв : його ефективність, ефект впливу на людей, завдання контролю і його межі (рис. 3.3).

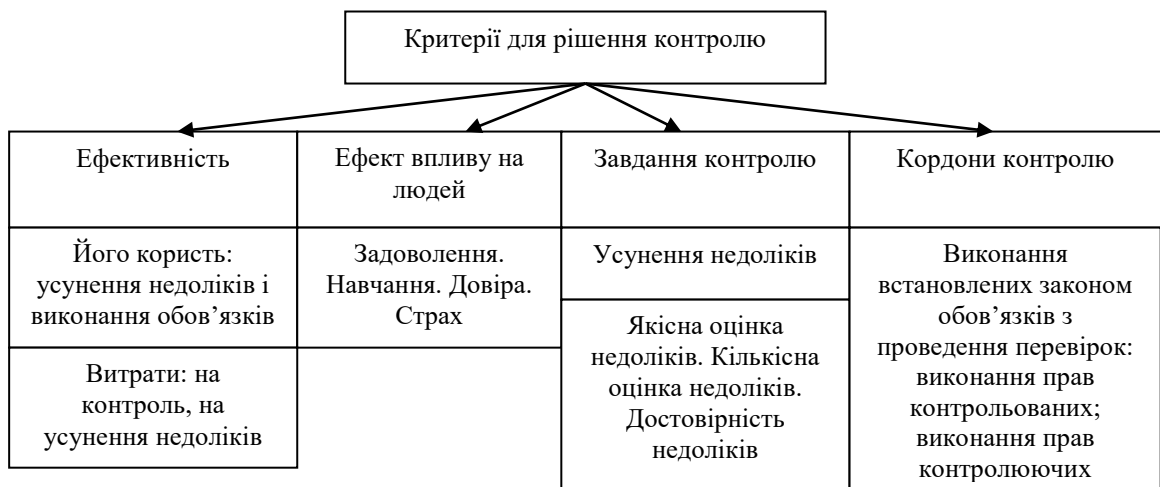


Рис. 3.3. Основні складові критерію для вирішення контролю

Система контролю якості продукції це сукупність взаємозв'язаних об'єктів і суб'єктів контролю, використовуваних видів, методів і засобів оцінки якості виробів і профілактики браку на різних етапах життєвого циклу продукції і рівнях управління якістю. Ефективна система контролю дозволяє в більшості випадків здійснювати своєчасну і цілеспрямовану дію на рівень якості продукції, що випускається, попереджати всілякі недоліки і збої в роботі, забезпечувати їх оперативне виявлення і ліквідацію з найменшими витратами ресурсів. Позитивні результати дієвого контролю якості можна виділити і в

більшості випадків визначити кількісно на стадіях розробки, виробництва, звернення, експлуатації (споживання) і відновлення (ремонт) продукції. У ринкових умовах господарювання істотно зростає роль служб контролю якості продукції підприємств в забезпеченні профілактики браку на виробництві, посилюється їх відповідальність за достовірність і об'єктивність результатів здійснюваних перевірок, не допуску постачання споживачам продукції низької якості. Необхідність першочергового вдосконалення діяльності служб технічного контролю підприємств визначається їх особливим місцем у виробничому процесі. Так, безпосередня близькість до контрольованих об'єктів, процесів і явищ (у часі і просторі) створює працівникам контрольних служб найбільш сприятливі умови для наступного:

- розробки оптимальних планів контролю, заснованих на результатах тривалого спостереження, аналізу і узагальнення інформації про якість початкових компонентів готової продукції, точність обладнання, якість інструменту і оснащення, стабільність технічних процесів, якість праці виконавців і інші чинники, мають безпосередній вплив на якість продукції;
- попередження браку та забезпечення активної профілактичної дії контролю на процеси виникнення відхилень від вимог затверджених стандартів, технічних умов, параметрів діючих технологічних процесів тощо;
- своєчасного проведення в необхідному об'ємі усіх передбачених контрольних операцій;
- цілеспрямованої оперативної зміни умов функціонування об'єкту контролю для усунення виникаючих збоїв в роботі і запобігання виробництву і постачанню споживачам виробів неналежної якості.

Необхідно підкреслити, що контроль якості, здійснюваний відповідними підрозділами підприємств, являється першим (передуванням в часі) по відношенню до контролю з боку інших суб'єктів управління якістю. Ця обставина свідчить про необхідність першочергового вдосконалення діяльності служб технічного контролю на підприємствах. На рис. 3.4 показаний типовий склад структурних підрозділів відділу технічного контролю (ВТК) великого підприємства.

Операції контролю якості – невід'ємна складова частина технологічного процесу виробництва виробів, а також їх наступної упаковки, транспортування, зберігання і відвантаження споживачам. Без проведення працівниками контрольної служби підприємства (цеху, ділянки) необхідних перевірочних операцій в процесі виробництва виробів або після закінчення окремих етапів їх обробки останні не можуть вважатися повністю виготовленими, тому не підпорядковуються щодо відвантаження покупцям.

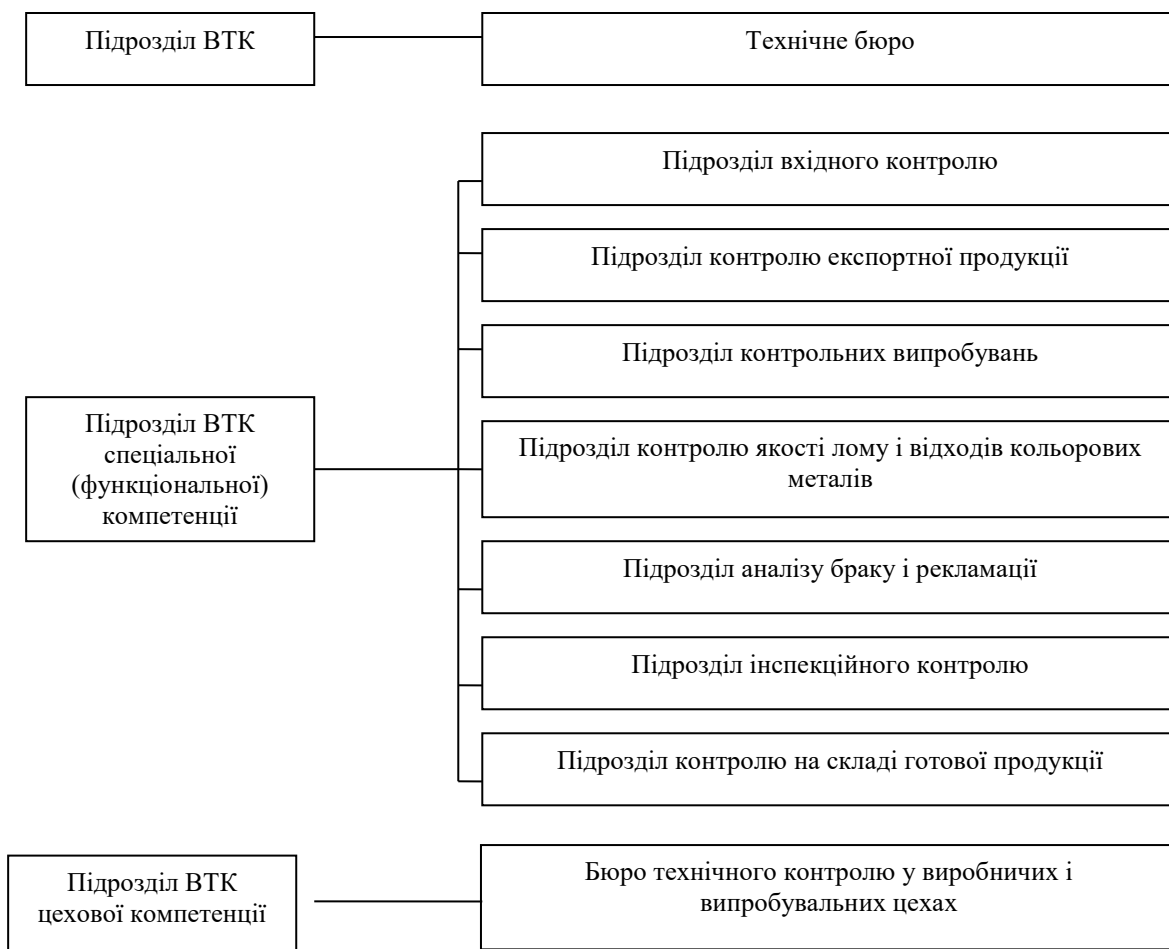


Рис. 3.4. Структурні підрозділи ВТК

Саме ця обставина визначає особливу роль служб технічного контролю. Служби технічного контролю функціонують сьогодні практично на усіх промислових підприємствах. Саме відділи управління контролю якості володіють найбільш важливими матеріально-технічними передумовами (випробувальним обладнанням, контрольно-вимірювальними приладами, оснащенням, приміщеннями і тому подібне) для проведення кваліфікованої і усе сторонньої оцінки якості виробів. Проте, достовірність результатів контролю якості, здійснюваного персоналом цих служб, нерідко викликає обґрунтовані сумніви.

На деяких підприємствах вимогливість і об'єктивність працівників технічного контролю під час прийому виготовленої продукції залишаються на низькому рівні. Послаблення роботи по виявленню внутрішнього браку практично повсюдно супроводжується збільшенням рекламцій на продукцію, що випускається. На багатьох підприємствах спостерігається перевищення суми збитків від претензій і рекламцій на продукцію низької якості над величиною втрат від браку на виробництві.

Виявлення багатьох дефектів виробів лише споживачами продукції свідчить про незадовільну роботу служб технічного контролю підприємств і,

зокрема, про відсутність необхідної зацікавленості і відповідальності персоналу контролюючих підрозділів в повному виявленні браку на обслуговуваних ділянках виробництва. У структурі служб контролю якості продукції багатьох підприємств в основному присутні підрозділи, що забезпечують технічні і технологічні аспекти контролю якості. При цьому недостатньо розвинені організаційно-економічні і інформаційні функції відділів і управлінь технічного контролю. На багатьох підприємствах в роботі названих підрозділів є такі проблеми і недоліки, як:

- низька пропускну спроможність контрольних служб і недостатня чисельність персоналу, що призводять до порушення ритмічності виробництва і реалізації продукції, невиконання окремих робіт по контролю якості, появі безконтрольних ділянок виробництва;
- недостовірність результатів контролю;
- низька вимогливість і суб'єктивізм в оцінці якості продукції;
- слабка технічна озброєність і недоліки метрологічного забезпечення;
- недосконалість методик вимірів, дублювання і паралелізм в роботі за оцінкою якості;
- відносно низька заробітна плата працівників служб контролю якості продукції підприємств;
- недоліки в системах преміювання персоналу контрольних служб, що призводять до не зацікавленості в повному і сучасному виявленні браку;
- невідповідність кваліфікації контролерів розряду виконуваних контрольних робіт, низький освітній рівень працівників ВТК підприємств.

Усунення відмічених недоліків в роботі служб технічного контролю, що перешкоджають досягненню високої профілактики, достовірності і об'єктивності перевірок, може робити різносторонній позитивний вплив на процеси формування і оцінки якості виробів.

По-перше, технічний контроль, спрямований на попередження розбалансованості виробничих процесів і виникнення відхилень від вимог, встановлених до якості виробів, сприяє профілактиці браку, його виявленню на найбільш ранніх стадіях технологічних процесів і оперативному усуненню з мінімальними витратами ресурсів, що, поза сумнівом, призводить до підвищення якості продукції, що випускається, зростання ефективності виробництва.

По-друге, строгий і об'єктивний контроль якості виробів персоналом підприємства ВТК перешкоджає проникненню браку за ворота підприємств - виробників, сприяє зменшенню об'ємів неякісних виробів, що поставляються споживачам, знижує вірогідність появи що неминуче виникають при поганому контролі додаткових непродуктивних витрат по виявленню і усуненню різних дефектів у вже зібраних виробах, зберіганню, відвантаженню і транспортуванню недоброякісної продукції до споживачів, її вхідному контролю спеціальними підрозділами і поверненню дефектної продукції виробникам.

По-третє, надійна робота служби контролю якості створює необхідні передумови для усунення дублювання і паралелізму в роботі інших служб підприємства, зниження об'ємів опрацьованої ними інформації, вивільнення багатьох кваліфікованих фахівців, зайнятих повторною перевіркою продукції, прийнятою службою технічного контролю підприємства, істотного зменшення кількості розбіжностей, що мають місце при оцінці якості продукції різними суб'єктами контролю, зниження витрат на технічний контроль і підвищення його ефективності. Вдосконалення діяльності відділів і управлінь технічного контролю підприємств повинно передбачати в першу чергу створення, розвиток і зміцнення у рамках контрольних служб тих підрозділів, які здатні ефективно вирішувати наступні завдання:

- розробка і реалізація заходів щодо профілактики браку у виробництві, запобіганню виникненню відхилень від затверджених технологічних процесів, попередженню збоїв в роботі, що призводять до погіршення якості продукції, що випускається;
- розробка і впровадження прогресивних методів і засобів технічного контролю, сприяючих зростанню продуктивності і фондоозброєності праці контролерів ВТК, підвищенню об'єктивності перевірок і полегшенню роботи персоналу контрольних служб;
- об'єктивний облік і комплексна диференційована оцінка якості праці різних категорій персоналу контрольної служби, визначення достовірності результатів контролю;
- підготовка необхідних даних для наступної централізованої обробки інформації про фактичний стан і зміну основних умов і передумов виробництва високоякісної продукції (якості що поставляються по кооперації сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів і тому подібне, якості праці, стани технологічної дисципліни в цехах і на ділянках тощо), а також інформацію про досягнутий рівень якості продукції, що випускається;
- проведення робіт по розширенню впровадження самоконтролю основних виробничих працівників підприємства (зокрема, формування переліку технологічних операцій, що передаються на самоконтроль якості, оснащення робочих місць необхідними контрольно-вимірювальними приладами, інструментом, оснащенням і документацією, спеціальне навчання працівників підприємства, вибіркового контролю діяльності виконавців, переведених на роботу з особистим клеймом, оцінка результатів введення самоконтролю у виробництві тощо);
- проведення спеціальних досліджень динаміки якості виробів в процесі їх експлуатації, що припускають організацію ефективного інформаційного взаємозв'язку між постачальниками і споживачами з питань якості продукції;
- планування і техніко-економічний аналіз різних аспектів діяльності служби контролю якості продукції;

- координація роботи усіх структурних підрозділів відділів і управлінь технічного контролю підприємства;
- періодичне визначення абсолютної величини і динаміки витрат на контроль якості продукції, впливу профілактики, достовірності і економічності технічного контролю на якість виробів і основні показники діяльності підприємства, оцінка ефективності роботи контрольної служби.

На невеликих підприємствах через ряд об'єктивних причин створення декількох нових підрозділів у складі служби технічного контролю не завжди можливо. У подібних випадках перераховані вище функції можуть бути передані для постійного виконання на створених підрозділах, а окремим спеціалістам служби контролю якості, таким, що входять до складу тих або інших її структурних ланок. В існуючих виробничих умовах досить швидко і ефективно підвищення об'єктивності контролю якості продукції досягається в результаті зміни неправильної системи оцінки і стимулювання праці різних категорій персоналу контрольних служб, що склалася на багатьох підприємствах, створення справжньої зацікавленості цих працівників в підвищенні якості своєї праці, забезпеченні достовірності здійснюваних перевірок. Для істотного поліпшення результатів діяльності з контролю якості продукції потрібна також концентрація зусиль працівників контрольних служб для забезпечення пріоритетного розвитку прогресивних видів технічного контролю, що дозволяють здійснити профілактику браку на виробництві. На рис. 3.5 показаний склад елементів системи профілактики браку на підприємстві і їх взаємозв'язок. Ефективність її діяльності безпосередньо впливає на якісні показники роботи підприємства, тому має не швидкоплинне значення. Розвиток прогресивних видів технічного контролю припускає необхідність першочергового вдосконалення :

- контролю якості продукції на етапі її розробки;
- норма контролю конструкторської, технологічної і іншої документації на освоєнні і модернізовані вироби; вхідного контролю якості сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів і іншої продукції, що отримується по кооперації використовуваної у власному виробництві;
- контролю дотримання технологічної дисципліни безпосередніми виконавцями виробничих операцій;
- самоконтролю основних виробничих працівників підприємства, бригад, дільниць, цехів і інших підрозділів підприємства.

Правильне використання перерахованих видів контролю сприяє значному підвищенню його активної дії на процес формування якості виробів, оскільки здійснюється не пасивна фіксація браку на виробництві, а профілактика його виникнення.

Застосування вказаних видів контролю дозволяє здійснювати своєчасне виявлення відхилень, що намічаються, від встановлених вимог, оперативне виявлення і усунення різних причин зниження якості продукції, запобігання можливості їх появи надалі.

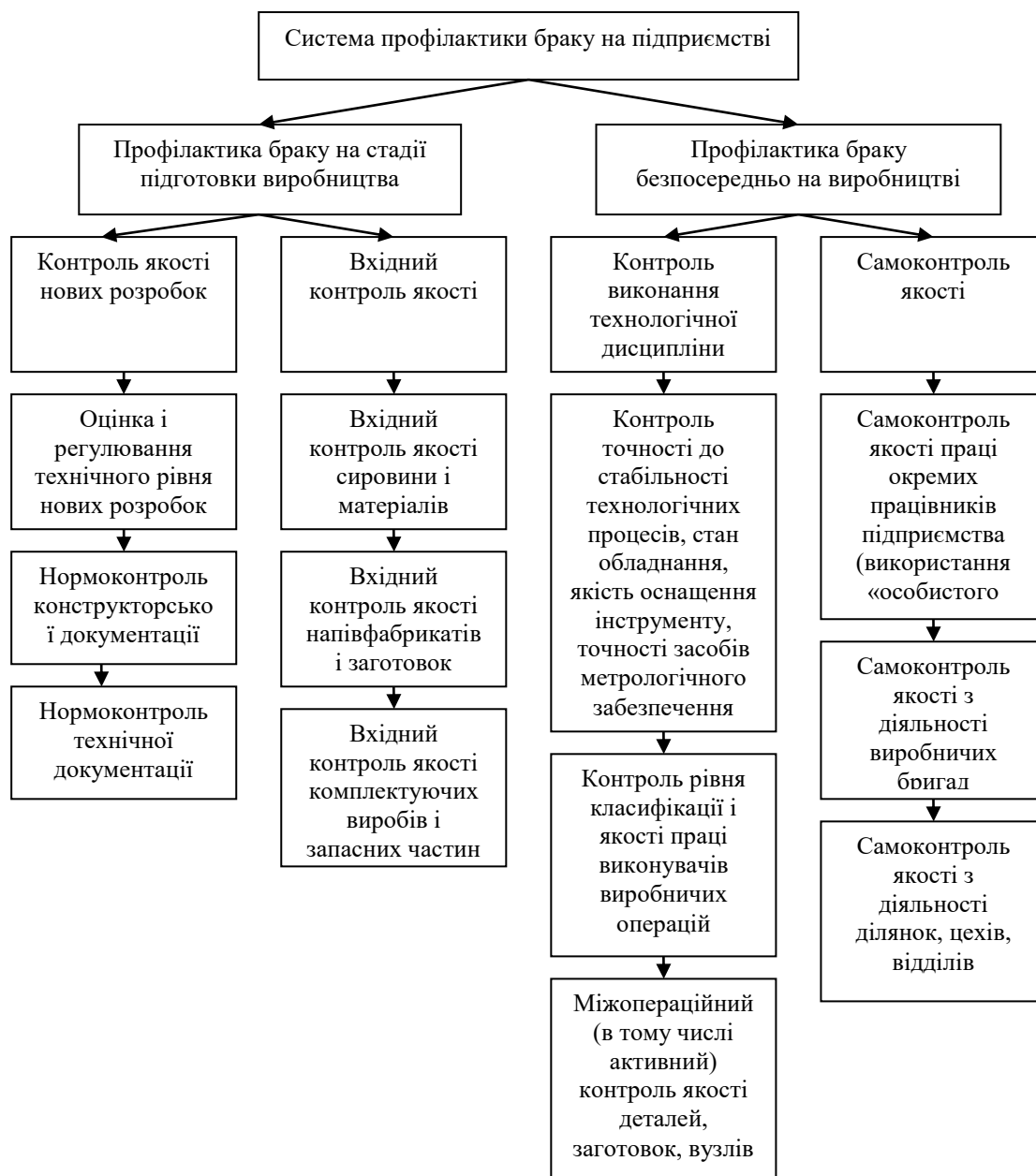


Рис. 3.5. Система профілактики браку на підприємстві

Технічний контроль – це перевірка відповідності об'єкту встановленим технічним вимогам, складова і невід'ємна частина виробничого процесу.

Контролю піддаються:

- сировина, що поступають на підприємство, матеріали, паливо, напівфабрикати, що комплектують вироби;
- вироблені заготівлі, деталі, складальні одиниці;
- готові вироби;
- устаткування, оснащення, технологічні процеси виготовлення продукції.

Основні завдання технічного контролю ґрунтуються на забезпеченні випуску якісної продукції, відповідно до стандартів і ТУ, виявленні і

попередженні браку, проведенні заходів з подальшого покращення якості виробів. До теперішнього часу склалися різноманітні методи контролю якості, які можна розбити на дві групи:

1. *Самоперевірка або самоконтроль* – персональна перевірка і контроль оператором із застосуванням методів, встановлених технологічною картою на операцію, а також з використанням передбачених вимірювальних засобів з дотриманням заданої періодичності перевірки.
2. *Ревізія (перевірка)* – перевірка, здійснювана контролером, яка повинна відповідати змісту карти контролю технологічного процесу.

Організація технічного контролю полягає в:

- проектуванні і здійсненні процесу контролю якості;
- визначенні організаційних форм контролю;
- виборі і техніко-економічному обґрунтуванні засобів і методів контролю;
- забезпеченні взаємодії усіх елементів системи контролю якості продукції;
- розробці методів і систематичному проведенні аналізу браку і дефектів.

Залежно від характеру дефектів браку може бути поправним або непоправним (остаточним). У першому випадку вироби після виправлення можуть бути використані за призначенням, в другому – виправлення технічно виробляти неможливо або економічно недоцільно. Встановлюються винуватці браку і намічаються заходи щодо його попередження. Види технічного контролю показані в табл. 3.4.

При контролі якості продукції використовуються фізичні, хімічні і інші методи, які можна розділити на дві групи: руйнуючі і не руйнуючі.

До руйнівних методів відносяться наступні випробування:

- випробування на розтягування і стискування;
- випробування на удар;
- випробування при повторно-змінних навантаженнях;
- випробування твердості.

До неруйнівних методів належать:

- магнітні (магніто-графічні методи);
- акустичні (ультразвукова дефектоскопія);
- радіаційні (дефектоскопія за допомогою рентгенівських і гамма-променів);

Сенс статистичних методів контролю якості полягає в значному зниженні витрат на його проведення у порівнянні органолептичні (візуальні, слухові і тому подібне). Для контролю технологічних процесів вирішуються завдання статистичного аналізу точності і стабільності технологічних процесів і їх статистичного регулювання. При цьому за еталон беруться допуски на контрольовані параметри, задані в технологічній документації, і завдання полягає в жорсткому утриманні цих параметрів у встановлених межах. Можуть бути поставлені також завдання пошуку нових режимів виконання операцій з метою підвищення якості кінцевого виробництва.

Таблиця 3.4

Види технічного контролю

№ п/п	Класифікаційна ознака	Види технічного контролю
1	За призначенням	Вхідний (продукція від постачальників); виробничий; інспекційний (контроль контролю).
2	По стадіях технологічного процесу	Операційний (в процесі виготовлення); приймальний (готова продукція).
3	По методах контролю	Технічний огляд (візуальний); вимірювальний; реєстраційний; статистичний.
4	По повноті охоплення контролем виробничого процесу	Суцільний; вибірковий; легкий; безперервний; періодичний.
5	По механізації контрольних операцій	Ручний; механізований; напівавтоматичний; автоматичний.
6	По впливу на хід обробки	Пасивний контроль (із зупинкою процесу обробки і після обробки); активний контроль (контроль під час обробки і зупинка процесу досягнувши необхідного параметру); активний контроль з автоматичною під наладкою устаткування.
7	По виміру залежних і незалежних допустимих відхилень	Вимір дійсних відхилень; вимір граничних відхилень за допомогою прохідних і непрохідних калібрів.
8	Залежно від об'єкту контролю	Контроль якості продукції; контроль товарної і супровідної документації; контроль технологічного процесу; контроль засобів технологічного оснащення; контроль технологічної дисципліни; контроль кваліфікації виконавців; контроль проходження рекламаций; контроль дотримання вимог експлуатації.
9	По впливу на можливість наступного використання	Що руйнує; неруйнівний.

Розрізняються дві сфери застосування статистичних методів на підприємстві (рис. 3.6): при регулюванні ходу технологічного процесу з метою утримання його в заданих рамках (ліва частина схеми); при прийманні виготовленої продукції (права частина схеми).

Перш ніж братися за застосування статистичних методів у виробничому процесі, необхідно чітко представляти мету застосування цих методів і вигоду виробництва від їх застосування. Зазвичай для аналізу даних використовуються сім, так званих, статистичних методів або інструментів контролю якості: розшаровування (стратифікація) даних; графіки; діаграма Парето; причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісікаві або «риб'ячий скелет»); контрольний листок і гістограма; діаграма розкладу; контрольні карти.



Рис.3.6. Сфери застосування статистичних методів управління якістю продукції

1. Розширення (стратифікація).

При розподілі даних на групи відповідно до їх особливостей групи іменують шарами (стратами), а сам процес розподілу - розширенням (стратифікацією). Бажано, щоб відмінності усередині шару були якомога менші, а між шарами – якомога більші.

У результатах вимірів завжди є більший або менший розклад параметрів. Якщо здійснювати стратифікацію по чинниках, що породжують цей розклад, легко виявити головну причину його появи, зменшити його і добитися підвищення якості продукції.

Застосування різних способів розширення залежить від конкретних завдань. У виробництві часто використовується спосіб, званий 4М, враховуючи чинники, залежні від: людини (man); машини (machine); матеріалу (material); методу (method).

Тобто розширення можна здійснити так:

- по виконавцях (по стажу роботи, кваліфікації тощо);
- по машинах і устаткуванні (по новому або старому, марці, типу тощо);
- за матеріалом (по місцю виробництва, партії, виду, якості сировини тощо);
- за способом виробництва (по температурі, технологічному прийому тощо).

У торгівлі може бути розширення по районах, фірмах, продавцях, видах товару, сезонах.

Метод розширення в чистому вигляді застосовується при розрахунку вартості продукції, коли вимагається оцінка прямих і непрямих витрат окремо

по виробках і партіях, при оцінці прибутку від продажу виробів окремо по клієнтах і по виробках тощо. Розшарування також використовується у разі застосування інших статистичних методів: при побудові причинно-наслідкових діаграм, діаграм Парето, гістограм і контрольних карт.

2. *Графічне представлення даних широко застосовується на виробничій практиці для наочності і полегшення розуміння сенсу даних.*

Розрізняють наступні види графіків :

1. Графік, що є ламаною лінією (рис. 3.7), використовується, наприклад, для вираження зміни яких-небудь даних з часом.



Рис. 3.7. Приклад «ламаного» графіка і його апроксимації

2. Круговий і стрічковий графіки (рис. 3.7 та рис. 3.8) застосовуються для вираження процентного співвідношення отриманих даних.

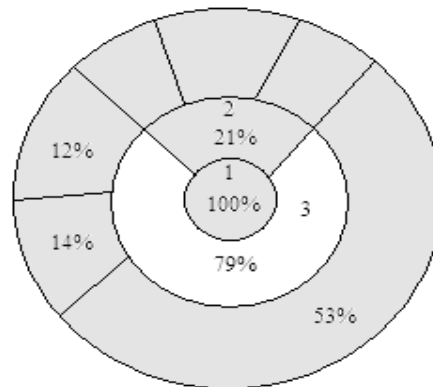


Рис. 3.8 Приклад кругового графіка

Співвідношення складової собівартості виробництва:

1. собівартість виробництва продукції в цілому;
2. непрямі витрати;
3. прямі витрати тощо (рис. 3.9).

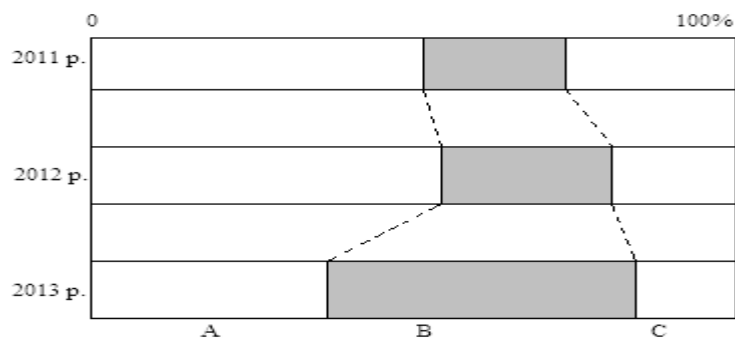


Рис. 3.9 Приклад стрічкового графіка

На рис. 3.10 наведено співвідношення суми прибутку від продажу по окремих видах виробів (А, В, С), видно тенденцію: продукція В перспективно, а А та С – ні.

4. Z – наведений графік застосовується для вираження розумних досягнень цих значень. Наприклад, для оцінки загальної тенденції при реєстрації по місяцях фактичних даних (об'єм збуту, обсяг виробництва тощо).

Графік будується таким чином:

- відкладаються значення параметру (наприклад, об'єм збуту) по місяцях (за період одного року) з січня по грудень і з'єднуються відрізками прямої (ламана лінія 1 на рис. 3.10);
- обчислюється кумулятивна сума за кожен місяць і будується відповідний графік (ламана лінія 2 на рис. 3.10);
- обчислюються підсумкові значення (підсумок, що змінюється) і будується відповідний графік. За підсумок, що змінюється, в даному випадку береться підсумок за рік, передуючий цьому місяцю (ламана лінія 3 на рис. 3.10).

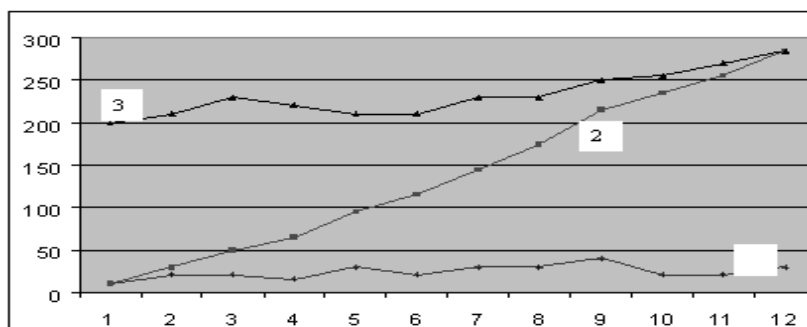


Рис. 3.10. Приклад Z - наведеного графіка

Вісь ординат – прибуток стосовно місяць, вісь абсцис – місяці року.

По підсумку, що змінюється, можна визначити тенденцію зміни за тривалий період. Замість підсумку, що змінюється, можна наносити на графік плановані значення і перевіряти умови їх досягнення.

5. Стовпчастий графік (рис. 3.11) представляє кількісну залежність, що виражається заввишки стовпчика, таких чинників, як собівартість продукції від його виду, сума втрат в результаті браку від процесу тощо.

Різновиди стовпчастого графіка – гістограма і діаграма Парето. При побудові графіка по осі ординат відкладають кількість чинники, що впливають на процес (в даному випадку вивчення стимулів до купівлі виробів), що вивчається. По вісі абсцис – чинники, кожному з яких відповідає висота стовпчика, залежна від числа (частоти) прояву цього чинника.

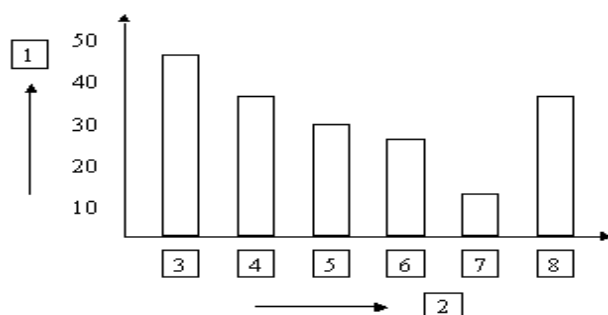


Рис. 3.11. Приклад стовпчастого графіка

1. число стимулів до купівлі;
2. стимули до купівлі;
3. якість;
4. зниження ціни;
5. гарантійні терміни;
6. дизайн;
7. доставка;
8. інші.

Якщо упорядкувати стимули до купівлі по частоті їх прояву і побудувати кумулятивну суму, то отримаємо діаграму Парето.

1. Діаграма Парето.

Схема, побудована на основі групування за дискретними ознаками, ранжирувана в порядку зменшення (наприклад, по частоті появи) і зображує кумулятивну (накопичену) частоту, називається діаграмою Парето (рис. 3.12). Парето – італійський економіст і соціолог, що використав свою діаграму для аналізу багатств Італії.

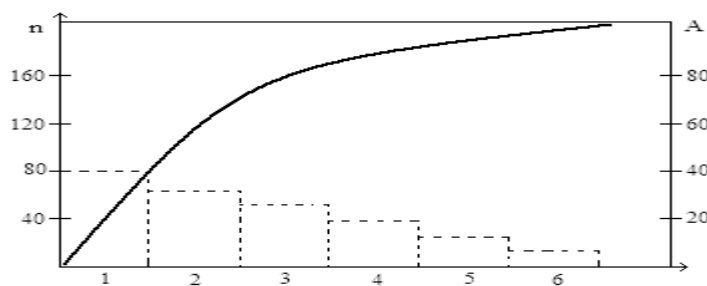


Рис. 3.12. Приклад діаграми Парето

- помилки в процесі виробництва;
- неякісна сировина;
- неякісні знаряддя праці;

- неякісні шаблони;
- неякісні креслення;
- інше;

A – відносна кумулятивна (накопичена) частота, %;

n – число бракованих одиниць продукції.

Приведена діаграма побудована на основі групування бракованої продукції за видах браку і розташування в порядку зниження числа одиниць бракованої продукції кожного виду. Діаграму Парето можна використовувати дуже широко. З її допомогою можна оцінити ефективність прийнятих заходів з поліпшення якості продукції, побудувавши її до і після внесення змін.

2. *Причинно-наслідкова діаграма (рис. 3.13).*

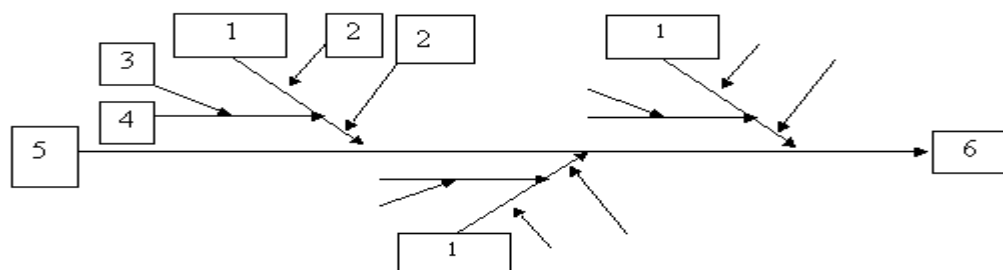


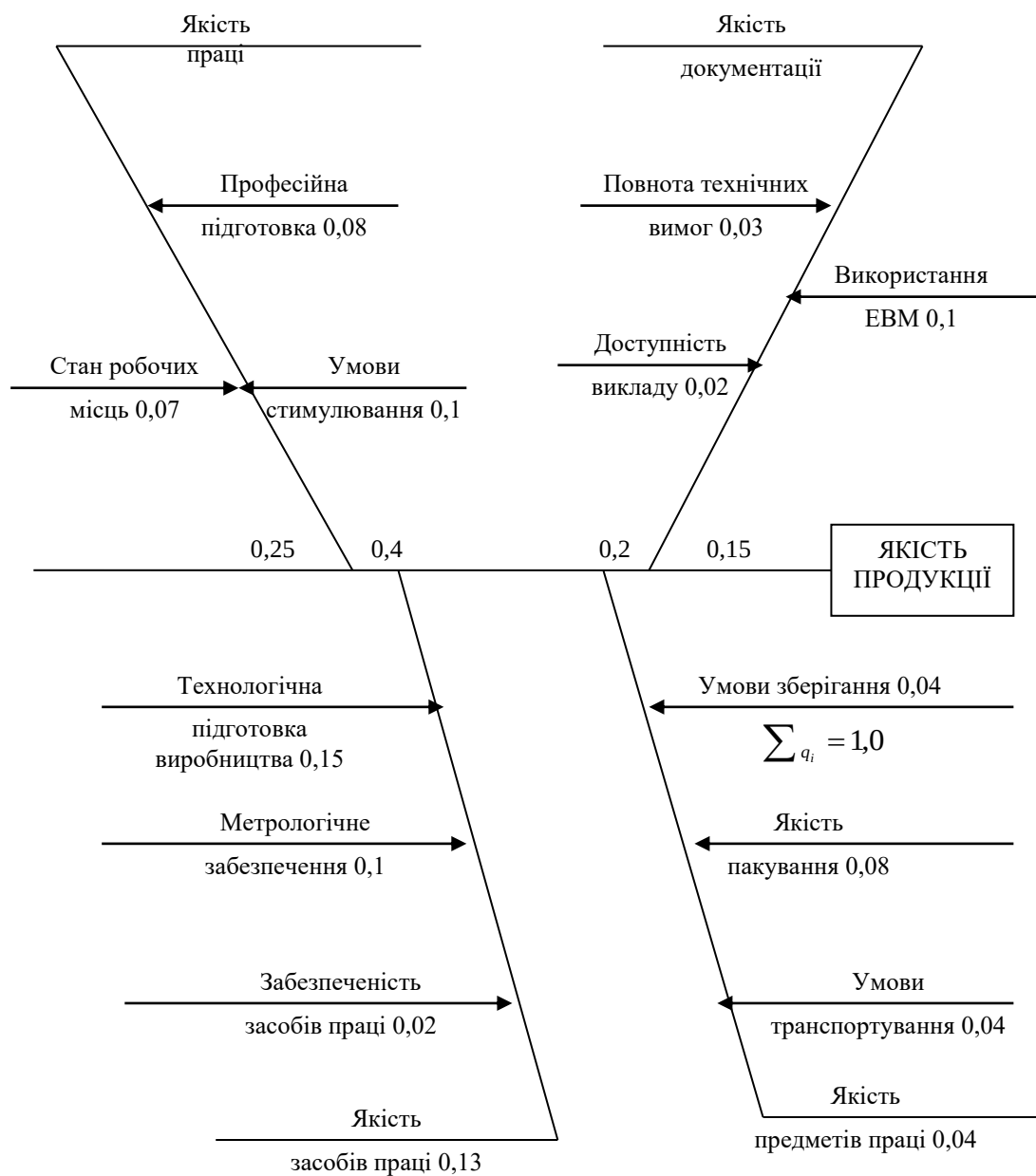
Рис. 3.13. Причинно-наслідкова діаграма

Приклад умовної діаграми, де: чинники (причини); велика «кістка»; мала «кістка»; середня «кістка»; «хребет»; характеристика (результат).

Причинно-наслідкова діаграма використовується, коли вимагається досліджувати і зображувати можливі причини певної проблеми. Її застосування дозволяє виявити і згрупувати умови і чинники, що впливають на цю проблему. Розглянемо форму причинно-наслідкової діаграми на рис. 3.14 (вона називається ще «риб'ячий скелет» або діаграма Ісікаві).

Порядок складання діаграми :

- Вибирається проблема для вирішення – «хребет».
- Виявляються найбільш суттєві чинники і умови, що впливають на проблему - причини першого порядку.
- Виявляється сукупність причин, що впливають на істотні чинники і умови (причини 2-, 3 - і наступних порядків).
- Аналізується діаграма: чинники і умови розставляються за значимістю, встановлюються ті причини, які в даний момент піддаються коригуванню.
- Складається план подальших дій.



б) приклад причинно-наслідкової діаграми чинників, що впливають на якість продукції.

Рис. 3.14. Прикладів причинно-наслідкової діаграми

3. Контрольний листок (таблиця накопичених частот) складається для побудови гістограми розподілу, включає наступні графи (табл. 3.5):

Таблиця 3.5

№ інтервалу	Виміряні значення	Частота	Накопичена частота	Накопичена відносна частота

На підставі контрольного листка будується гістограма (рис. 7.17), або, при великій кількості вимірів, крива розподілу щільності вірогідності (рис. 3.15).

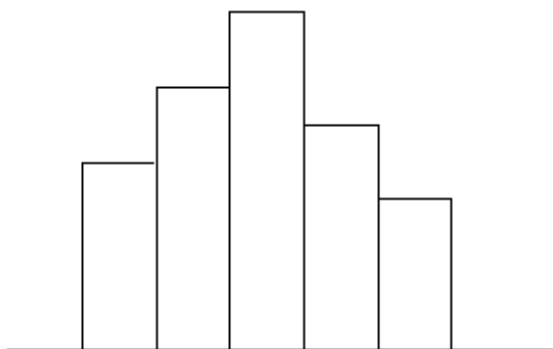


Рис. 3.15. Приклад представлення даних у вигляді гістограми

Гістограма є стовпчастим графіком і застосовується для наочного зображення розподілу конкретних значень параметру по частоті появи за певний період часу. При нанесенні на графік допустимих значень параметра можна визначити, як часто цей параметру потрапляє в допустимий діапазон або виходить за його межу (рис. 3.16).

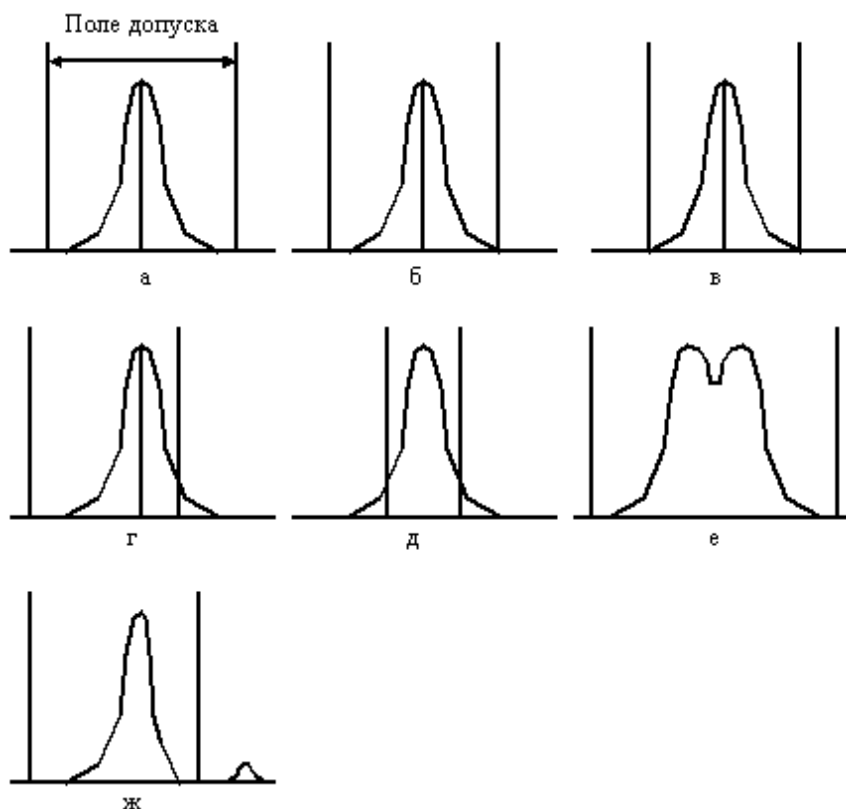


Рис. 3.16. Видів кривих розподілу щільності вірогідності

При дослідженні гістограми можна з'ясувати, чи в задовільному стані знаходяться партія виробів і технологічний процес. Розглядають наступні питання:

- яка ширина розподілу по відношенню до ширини допуску;
 - який центр розподілу по відношенню до центру поля допуску;
 - яка форма розподілу.
- У разі, якщо
- форма розподілу симетрична, то є запас по полю допуску, центр розподілу і центр поля допуску співпадають – якість партії в задовільному стані;
 - центр розподілу зміщений вправо, тобто побоювання, що серед виробів (у іншій частині партії) можуть знаходитися дефектні вироби, що виходять за верхню межу допуску. Перевіряють, чи немає систематичної помилки у вимірювальних приладах. Якщо ні, то продовжують випускати продукцію, відрегулювавши операцію і змістивши розміри так, щоб центр розподілу і центр поля допуску співпадали;
 - центр розподілу розташований правильно, проте ширина розподілу співпадає з шириною поля допуску. Є побоювання, що при розгляді усієї партії з'являться дефектні вироби. Необхідно досліджувати точність устаткування, умови обробки або розширити поле допуску;
 - центр розподілу зміщений, що свідчить про присутність дефектних виробів. Необхідно шляхом регулювання перемістити центр розподілу в центр поля допуску або звужити ширину розподілу, або переглянути допуск;
 - ситуація аналогічна попередній, аналогічні і заходи дії;
 - в розподілі 2 піки, хоча зразки взутті з однієї партії. Пояснюється це або тим, що сировина була 2-х різних сортів, або в процесі роботи було змінено налаштування верстата, або в 1 партію з'єднали вироби, оброблені на 2-х різних верстатах. В цьому випадку слід виробляти обстеження пошарово;
 - і ширина, і центр розподілу - в нормі, проте незначна частина виробів виходить за верхню межу допуску і, відділяючись, утворює відособлений острівцець. Можливо, ці вироби - частина дефектів, які внаслідок недбалості були перемішані з доброякісними в загальному потоці технологічного процесу. Необхідно з'ясувати причину і усунути її.
4. *Діаграма розсіювання (розсіяння) застосовується для виявлення залежності (кореляції) одних показників від інших або для визначення міри кореляції між n парами даних для змінних x і y (3.13):*

$$((x_1, y_1) (x_2, y_2) .. (x_n, y_n), \quad (3.13)$$

Ці дані наносяться на графік (діаграму розсіювання), і для них обчислюється коефіцієнт кореляції за формулами:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (3.14)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i / n = \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i / n - \bar{x}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i / n - \bar{y}^2}}, \quad (3.15)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i / n - \bar{x}^2}, \quad (3.16)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i / n - \bar{y}^2}, \quad (3.17)$$

де σ_{xy} – коваріація;

σ_x, σ_y – стандартні відхилення випадкових змінних x і y ;

n – розмір вибірки (кількість пар даних - x_i і y_i);

$\bar{x}_i$ – середньоарифметичні значення x_i і y_i відповідно.

Розглянемо різні варіанти діаграм розкладу (чи полів кореляції) на рис. 3.17:

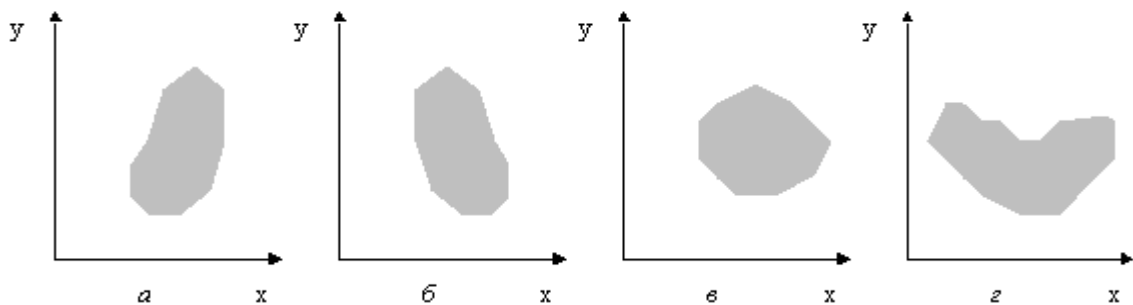


Рис. 3.17. Варіанти діаграм розкладу

У випадку:

- можна говорити про позитивну кореляцію (із зростанням x збільшується y);
- проявляється негативна кореляція (із зростанням x зменшується y);
- при зростанні x y може як рости, так і зменшуватися, говорять про відсутність кореляції. Але це не означає, що між ними немає залежності, між ними немає лінійної залежності. Очевидна нелінійна (експоненціальна) залежність представлена і на діаграмі розкладу.
- коефіцієнт кореляції завжди набуває значень в інтервалі, тобто при $r > 0$ - позитивна кореляція, при $r = 0$ - немає кореляції, при $r < 0$ - негативна кореляція.

Для тих же n пар даних $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ можна встановити залежність між x і y . Формула, що виражає цю залежність, називається рівнянням регресії (чи лінією регресії), і її представляють в загальному вигляді функцією $y = a + bx$.

Для визначення лінії регресії (рис. 3.18) необхідно статистично оцінити коефіцієнт регресії b і постійну a . Для цього мають бути виконані наступні умови:

- лінія регресії повинно проходити через точки (x, y) середніх значень x і y .
- сума квадратів відхилень від лінії регресії значень y по усіх точках має бути найменшою.
- для розрахунку коефіцієнтів a і b використовуються формули.

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad (3.18)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad (3.19)$$

Тобто рівнянням регресії можна апроксимувати реальні дані.

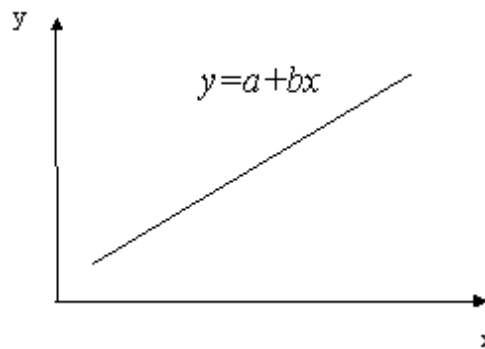


Рис. 3.18. Приклад лінії регресії

5. *Контрольна карта.*

Одним із способів досягнення задовільної якості і підтримки його на цьому рівні являється застосування контрольних карт. Для управління якістю технологічного процесу необхідно мати можливість контролювати ті моменти, коли продукція, що випускається, відхиляється від заданих технічними умовами допусків. Розглянемо простий приклад. Простежимо за роботою токарного верстата протягом певного часу і вимірюватимемо діаметр деталі, що виготовляється на ній (за зміну, годину). По отриманих результатах побудуємо графік і отримаємо просту контрольну карту (рис. 3.19):

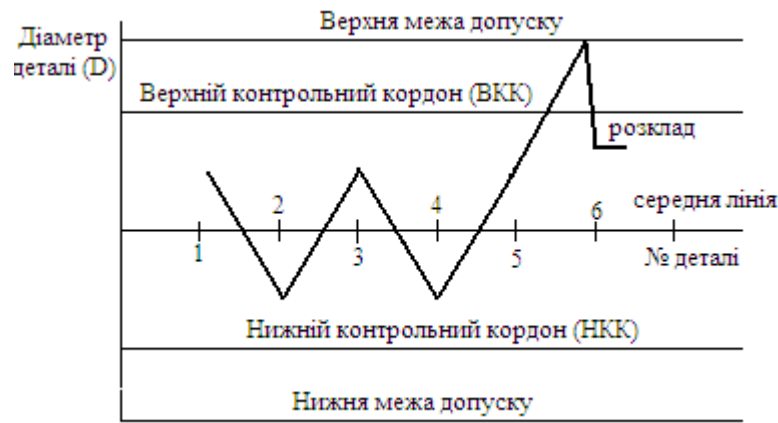


Рис. 3.19. Приклад контрольної карти

У точці 6 сталося розладнання технологічного процесу, необхідно його регулювання. Положення ВКК і НКК визначається аналітично або по спеціальних таблицях і залежить від об'єму вибірки. При досить великому об'ємі вибірки межі ВКК і НКК визначають по формулах.

$$\text{ВКК} = +3$$

$$\text{НКК} = -3$$

$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.20)$$

ВКК і НКК служать для попередження розладнання процесу, коли вироби ще відповідають технічним вимогам.

Контрольні карти застосовуються, коли потрібно встановити характер несправностей і дати оцінку стабільності процесу; коли необхідно встановити, чи має потребу процес в регулюванні або його необхідно залишити таким, який він є.

Контрольною картою можна також підтвердити поліпшення процесу.

Контрольна карта є засобом розпізнавання відхилень через невиннові або особливі причини від вірогідних змін, властивих процесу. Вірогідні зміни рідко повторюються в прогнозованих межах. Відхилення через невиннові або особливі причини сигналізують про те, що деякі чинники, що впливають на процес, необхідно ідентифікувати, розслідувати і поставити під контроль.

Контрольні карти ґрунтуються на математичній статистиці. Вони використовують робочі дані для встановлення меж, у рамках яких очікуватимуться майбутні дослідження, якщо процес залишиться неефективним через невиннові або особливі причини.

Інформація про контрольні карти міститься і в міжнародних стандартах ISO 7870, ISO 8258.

Найбільшого поширення набули контрольні карти середнього значення $\bar{X}$ і контрольні карти розмаху R , які використовуються спільно або окремо. Контролюватися повинні природні коливання між межами контролю. Треба

переконатися, що вибраний правильний тип контрольної карти для певного типу даних. Дані повинні бути взяті точно в тій послідовності, в якій зібрані, інакше вони втрачають сенс. Не слід вносити зміни до процесу в період збору даних. Дані повинні відображати, як процес йде природним чином.

Контрольна карта може вказати на наявність потенційних проблем до того, як почнеться випуск дефектної продукції.

Прийнято говорити, що процес вийшов з-під контролю, якщо одна або більше точок вийшли за межі контролю.

Існують два основні типи контрольних карт: для якісних (придатний - непридатний) і для кількісних ознак. Для якісних ознак можливі чотири види контрольних карт: число дефектів на одиницю продукції; число дефектів у вибірці; частина дефектних виробів у вибірці; число дефектних виробів у вибірці. При цьому в першому і третьому випадках об'єм вибірки буде змінним, а в другому і четвертому – постійним.

Таким чином, метою застосування контрольних карт можуть бути: виявлення некерованого процесу; контроль за керованим процесом; оцінювання можливостей процесу.

Зазвичай підлягає вивченню наступна змінна величина (параметр процесу) або характеристика: відома важлива або найважливіша; передбачувана ненадійна; по якій треба отримати інформацію про можливості процесу; експлуатаційна, така, що має значення при маркетингу.

При цьому не слід контролювати усі величини одночасно. Контрольні карти коштують грошей, тому треба використовувати їх розумно: ретельно вибирати характеристики; припиняти роботу з картами досягши мети: продовжувати вести карти тільки тоді, коли процеси і технічні вимоги стримують один одного.

Необхідно мати на увазі, що процес може бути придатним до статистичного регулювання і давати 100% браку. І навпаки, може бути некерованим і давати продукцію, на 100% що відповідає технічним вимогам.

Контрольні карти дозволяють проводити аналіз можливостей процесу. *Можливості процесу* – це здатність функціонувати належним чином. Як правило, під можливостями процесу розуміють здібність задовольняти технічні вимоги.

Існують наступні види контрольних карт:

1. Контрольні карти для регулювання за кількісними ознаками (виміряні величини виражаються кількісними значеннями):
 - контрольна карта складається з контрольної карти, що відображає контроль за зміною середнього арифметичного, і контрольної карти R, службовки для контролю змін розсіювання значень показників якості. Застосовується при вимірі таких показників, як довжина, маса, діаметр, час, межа міцності при розтягуванні, шорсткість, прибуток тощо;
 - контрольна карта складається з контрольної карти, що здійснює контроль за зміною значення медіани, і контрольної карти R. Застосовується в тих

же випадках, що і попередня карта. Проте вона простіша, тому придатніша для заповнення на робочому місці.

2. Контрольні карти для регулювання за якісними ознаками:

- контрольна карта p (для частини дефектних виробів) або відсоток браку, застосовується для контролю і регулювання технологічного процесу після перевірки невеликої партії виробів і розподілу їх на доброякісні і дефектні, тобто визначення їх за якісними ознаками. Частина дефектних виробів отримана шляхом ділення числа виявлених дефектних виробів на число перевірених виробів. Може застосовуватися також для визначення інтенсивності випуску продукції, відсотка нез'явлення на роботу тощо;
- контрольна карта pn (кількість браку), застосовується у випадках, коли контрольованим параметром є число дефектних виробів при постійному об'ємі вибірки n . Практично співпадає з картою p ;
- контрольна карта c (число дефектів на одиницю продукції), використовується, коли контролюється число дефектів, що виявляються серед постійних об'ємів продукції (автомобілі - одна або 5 транспортних одиниць, листова сталь - один або 10 листів);
- контрольна карта p (число дефектів на одиницю площі), використовується, коли площа, довжина, маса, об'єм, сорт непостійні і поводитися з вибіркою як з постійним об'ємом неможливо.

При виявленні дефектних виробів доцільно прикріплювати до них різні ярлики: для дефектних виробів, виявлених оператором (тип А), і для дефектних виробів, виявлених контролером (тип В). Наприклад, у разі А – червоні букви на білому полі, у разі В – чорні букви на білому полі.

На ярлику вказують номер деталі, найменування продукції, технологічний процес, місце роботи, рік, місяць і число, суть дефекту, число відмов, причину виникнення дефектності, прийняті заходи дії.

Залежно від цілей і завдань аналізу якості продукції, а також можливостей отримання необхідних для його здійснення даних аналітичні методи його проведення істотно розрізняються. Впливає на це і етап життєвого циклу продукції, що охоплюється діяльністю підприємства.

На етапах проектування, технологічного планування, підготовки і освоєння виробництва доцільне застосування функціонально-вартісного аналізу (ФВА): це метод системного дослідження функцій окремої продукції або технологічного, виробничого, господарського процесу, структури, орієнтований на підвищення ефективності використання ресурсів шляхом оптимізації співвідношення між споживчими властивостями об'єкту і витратами на його розробку, виробництво і експлуатацію.

Основними принципами застосування ФВА є:

- функціональний підхід до об'єкту дослідження;
- системний підхід до аналізу об'єкту і виконуваних ним функцій;
- дослідження функцій об'єкту і їх матеріальних носіїв на всіх стадіях життєвого циклу продукції;
- відповідність якості і корисності функцій продукції витратам на них;

– колективна творчість.

Виконувані виробом і його складовими функції можна згрупувати по ряду ознак. По області прояву функції поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні – це функції, що виконуються об'єктом при його взаємодії із зовнішнім середовищем. Внутрішні – функції, які виконують які-небудь елементи об'єкту, і їх зв'язки у межах об'єкту.

По ролі в задоволенні потреб серед зовнішніх функцій розрізняють головні і другорядні. Головна функція відображає головну мету створення об'єкту, а другорядна – побічну.

По ролі в робочому процесі внутрішні функції можна поділити на основні і допоміжні. Основна функція підпорядкована головній і обумовлює працездатність об'єкту. За допомогою допоміжних реалізуються головні, другорядні і основні функції.

По характеру прояву усі перераховані функції діляться на номінальні, потенційні і дійсні. Номінальні задаються при формуванні, створенні об'єкту. Потенційні відображають можливість виконання об'єктом яких-небудь функцій при зміні умов його експлуатації. Дійсні - це фактично виконувані об'єктом функції.

Усі функції об'єкту можуть бути корисними і даремними, а останні нейтральними і шкідливими.

Мета функціонально-вартісного аналізу полягає в розвитку корисних функцій об'єкту при оптимальному співвідношенні між їх значущістю для споживача і витратами на їх здійснення, тобто у виборі найбільш сприятливого для споживача і виробника, якщо йдеться про виробництво продукції, варіанту рішення задачі про якість продукції і її вартості. Математично мету ФВА можна записати таким чином (3.20):

$$\frac{CB}{B} = \max, \quad (3.20)$$

де СВ – споживча вартість аналізованого об'єкту, виражена сукупністю його споживних властивостей ($CB = \sum p_i c_i$);

В – витрати на досягнення необхідних споживних властивостей.

Контрольні питання

1. У чому є основна відмінність між методами контролю якості та інструментами контролю якості?
2. Які із семи інструментів контролю якості можуть застосовуватися для вирішення проблем одночасно?
3. Що показує права вертикальна вісь Діаграми Парето?
4. З яких етапів складається алгоритм побудови Діаграми Ісікаві?
5. У чому полягає основна відмінність між контрольними картами та контрольними листками?
6. Як позначаються контрольні карти, де підраховується частка дефектної продукції у вибірці?

7. При вирішенні яких проблем правильно використовувати гістограму, а не Діаграму Парето?
8. На чому ґрунтуються переваги методу накладення при використанні Діаграми Парето?
9. З яких етапів складається алгоритм побудови діаграми розсіювання?
10. Які параметри можна відстежити, використовуючи графіки контролю?
11. Приведіть алгоритм виконання стратифікації.
12. Для яких цілей використовується стратифікація? Дайте визначення даному терміну.

РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЗМИ ТА ІНСТРУМЕНТИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Якість продукції: основні поняття, терміни і визначення

У ринкових умовах серед безлічі проблем, пов'язаних із забезпеченням нормального розвитку підприємств (організацій), суттєвою є проблема якості продукції (робіт, послуг).

Поняття і терміни, що використовуються у сфері управління якістю, визначаються міжнародними і національними стандартами. Міжнародний стандарт ISO 8402—94 (Управління якістю та забезпечення якості. Словник.) встановлює терміни з якості, пояснює їх суть і межі застосування.

Якість визначена як сукупність характеристик об'єкту, що відносяться до його здатності задовольняти встановлені та передбачувані потреби.

Об'єкт – це те, що може бути індивідуально описане і розглянуте, тобто це широке поняття, що включає не тільки продукцію, але і діяльність або процес, організацію чи особу.

Продукція розглядається як результат діяльності або процесу.

Згідно ДСТУ 3230 – 95 «Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення».

Якість продукції – це сукупність властивостей, що обумовлює її придатність задовольняти певні потреби відповідно щодо призначення.

У цьому терміні продукція розглядається як матеріалізований результат процесу трудової діяльності, що володіє корисними властивостями і призначений для задоволення потреб суспільного або особистого характеру. Результати праці можуть бути упередметненими (сировина, матеріали, технічні пристрої, харчові продукти тощо) та не упередметненими (енергія, інформація). Терміни і поняття, що розглядаються нижче, стосуються тільки упередметнених результатів праці.

Враховуючи, що властивість продукції є вихідною характеристикою її якості, то розглянемо пов'язані з нею поняття та терміни.

Властивість продукції – це об'єктивна особливість, яка виявляється при створенні, експлуатації або споживанні виробу. Термін «експлуатація» застосовується до такої продукції, яка в процесі використання витрачає свій ресурс, а «споживання» відноситься до такої, яка при її використанні витрачається сама. Властивості можна поділити на прості та складні, наприклад: надійність виробу є складною властивістю, яка обумовлена відносно простими його властивостями – безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю та збереженістю.

Ознакою продукції є якісна або кількісна характеристика будь-яких її властивостей або станів. До *якісних ознак* слід віднести колір матеріалу, форми виробу, наявність на поверхні деталі антикорозійного або декоративного покриття, спосіб, що скріплює деталі виробу (зварювання, клепка), спосіб налагоджування або регулювання технічних пристроїв (ручний, дистанційний, напівавтоматичний).

Якісні ознаки можуть носити альтернативний характер і мають тільки два взаємовиключні варіанти, наприклад наявність або відсутність захисного покриття на деталях, наявність або відсутність дефектів.

Кількісна ознака є *параметром продукції* і може бути одним з показників її якості.

Показник якості продукції – кількісна характеристика одного або декількох властивостей продукції, які складають її якість, що розглядається стосовно певних умов її створення, експлуатації та споживання.

Багато показників якості продукції є функціями її параметрів. Так, показник довговічності свердла залежить від ширини направляючої стрічки (геометричного параметра) і від механічних характеристик матеріалу свердла (структурних параметрів).

Розглянуті поняття «ознака», «параметр», «показник якості продукції» дозволяють визначити взаємозв'язок між ними (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Взаємозв'язок ознак, параметрів та показників якості продукції

Номенклатура показників якості залежить від призначення продукції і визначається кількісними характеристиками її властивостей, які забезпечують можливість оцінки рівня її якості. Показники якості мають найменування і чисельне значення.

4.2. Класифікація та система показників якості промислової продукції

Залежно від характеру завдань, що вирішуються, з оцінки якості продукції показники можна класифікувати за різними ознаками (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Класифікація показників якості продукції

Ознака класифікації показників	Групи показників якості продукції
За кількістю властивостей, що характеризуються	Одиничні, комплексні, інтегральні
За властивостями, що характеризуються	Призначення, надійності, економічності, ергономічні, естетичні, технологічності, стандартизації і уніфікації, патентно-правові, екологічні, безпечності, транспортабельності
За способом виразу	В натуральних одиницях (кг, мм, бали тощо), у вартісному виразі
За етапами визначення значень показників	Прогнозні, проектні, виробничі, експлуатаційні

Крім наведених в табл. 4.1 основних ознак класифікації і груп показників якості, використовуються й такі, як однорідність властивостей (функціональні, природоохоронні), що характеризуються, форма надання властивостей, що характеризуються (абсолютні, відносні, питомі).

Одиничні показники, що характеризують одну з властивостей продукції, можуть відноситися як до одиниці продукції, так і до сукупності одиниць однорідної продукції, наприклад: напрацювання виробу на відмову (години), максимальна швидкість руху (км / год.).

Комплексні показники характеризують спільно декілька простих властивостей або одну складну властивість, таку, що складається з декількох простих. Прикладом комплексного показника може служити коефіцієнт готовності виробу (K_g), який характеризує дві властивості – безвідмовність і ремонтпридатність, та обчислюється за формулою (4.1):

$$K_g = \frac{T}{T + T_g}, \quad (4.1)$$

де T – напрацювання виробу на відмову (безвідмовність);
 T_g – середній час відновлення (ремонтпридатність).

Поділ показників на одиничні і комплексні є умовним через умовність поділу властивостей продукції на прості та складні.

Інтегральні показники відображають відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації продукції до сумарних витрат на її створення та експлуатацію.

Розрахунок інтегральних показників (I) за технічними пристроями з терміном служби більш одного року можна провести за формулою (4.2):

$$I = \frac{KEE}{\sum_{t=0}^T (B_{ct} + B_{et})} \cdot a_t, \quad (4.2)$$

де KEE – сумарний корисний ефект від експлуатації технічного пристрою за розрахунковий період або корисний термін використання (наприклад, вироблення електроенергії енергоблоком в кВт / год., робота вантажного автомобіля в т / км.);

B_{ct} – витрати на створення технічного пристрою (розробку, виготовлення, монтаж) в році t ;

B_{et} – витрати на експлуатацію технічного пристрою (технічне обслуговування, ремонт та інші експлуатаційні витрати) в році t ;

a_t – коефіцієнт приведення (дисконтування) будь-яких витрат до одного року;

T – розрахунковий період (корисний або нормативний термін служби).

Найбільш широке застосування при оцінці якості продукції виробничо-технічного призначення знаходять показники, що згруповані за характерними властивостями.

Показники призначення характеризують властивості продукції, що визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, і обумовлюють область її застосування. Вони підрозділяються на показники *функціональної і технічної ефективності* (продуктивність верстата, міцність тканини); *конструктивні* (габаритні розміри, коефіцієнти комплектування і взаємозамінність); *показники складу і структури* (відсотковий вміст сірки в коксі, концентрація домішок в лугах).

Показники надійності характеризують властивості безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збереженості.

Безвідмовність показує властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання, що виражається у вірогідності безвідмовної роботи, середньому напрацюванню, інтенсивності відмов.

Ремонтпридатність – це властивість виробу, що полягає в пристосованості його до попередження і виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень та усуненню їх наслідків шляхом проведення ремонтів та технічного обслуговування. Одиницями показниками ремонтпридатності є вірогідність відновлення працездатного стану, середній час відновлення.

Відновлюваність виробу характеризується середнім часом відновлення до заданого значення показника якості, а також рівнем відновлення.

Збереженість – властивість продукції зберігати справність і працездатність, а також придатність до споживання після зберігання та транспортування. Одиницями показниками збереженості можуть бути середній та призначений термін зберігання.

Довговічність – властивість виробу зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту. Одиницями показниками довговічності можуть бути середній ресурс, середній термін служби.

Поняття «ресурс» застосовується при характеристиці довговічності стосовно напрацювання виробу, а термін служби – при характеристиці довговічності за календарним часом.

Ергономічні показники, які характеризують систему «людина – виріб – середовище використання» та враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, діляться за наступними групами:

- *гігієнічні* (освітленість, температура, випромінювання, вібрація, шум);
- *антропометричні* (відповідність конструкції виробу розмірам і формі тіла людини, відповідність розподілу ваги людини);
- *фізіологічні* (відповідність конструкції виробу силовим і швидкісним можливостям людини);
- *психологічні* (відповідність виробу можливості у сприйнятті і переробці інформації).

Показники економічності визначають досконалість виробу за рівнем витрат матеріальних, паливно-енергетичних, а також трудових ресурсів на його виробництво і експлуатацію (споживання). Це, в першу чергу, відноситься до собівартості, ціни покупки та ціни споживання, рентабельності тощо.

Естетичні показники характеризують інформаційно-художню виразність виробу (оригінальність, стильова відповідність, відповідність моді), раціональність форми (відповідність форми призначення, конструктивному рішенню, особливостям технології виготовлення і використаним матеріалам), цілісність композиції (пластичність, впорядкованість графічних образотворчих елементів).

Показники технологічності мають відношення до таких властивостей конструкції виробу, які визначають його пристосованість щодо досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації і відновленні заданих значень показників якості. Вони є визначальними для показників економічності. Одиницями показників технологічності - питома трудомісткість, матеріалоємність, енергоємність виготовлення і експлуатації виробу, тривалість циклу технічного обслуговування та ремонту тощо.

Показники стандартизації і уніфікації характеризують насиченість виробу стандартними, уніфікованими і оригінальними складовими частинами, якими є вхідні до нього: деталі, вузли, агрегати, комплекти та комплекси. До даної групи відносяться коефіцієнт вживаності, коефіцієнт повторюваності, коефіцієнт уніфікації виробу або групи виробів.

Патентно-правові показники характеризують ступінь патентного захисту патентної чистоти технічних рішень, що використані у виробі, і які визначають її конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринку.

Екологічні показники визначають рівень шкідливих дій на навколишнє середовище в процесі експлуатації або споживання виробу. До них відносяться: зміст шкідливих домішок, що викидаються в навколишнє середовище; вірогідність викиду шкідливих частинок, газів і випромінювань, рівень яких не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації.

Показники безпеки характеризують особливості продукції, що обумовлює при її використанні безпечність людини (обслуговуючого персоналу) та інших об'єктів. Вони повинні відображати вимоги щодо заходів і засобів захисту людини в умовах аварійної ситуації, не санкціонованої і не передбаченої правилами експлуатації в зоні можливої небезпеки.

Показник, за яким ухвалюється рішення оцінювати якість продукції, називається визначальним. Властивості, що враховуються визначальним показником, можуть характеризуватися одиничними та (або) комплексними (узагальнюючими) показниками якості.

Узагальнюючі показники є середньою величиною, що враховує кількісні оцінки основних властивостей продукції та коефіцієнти їх вагомості.

Оптимальним значенням показника якості продукції є таке, при якому досягається *найбільший корисний ефект* від експлуатації (споживання) продукції при заданих витратах на її створення і експлуатацію (споживання), розрахунок якого може бути проведений за попередньою формулою (4.2).

Розглянуті вище показники якості можуть бути використані, в основному, для оцінки продукції виробничого призначення. Їм аналогічні показники якості предметів споживання, проте, повинні звертати на увагу на специфіку призначення і використання цих предметів.

Наприклад, для оцінки якості домашніх електричних холодильників використовуються наступні показники: функціональні (об'єм холодильної і морозильної камер, номінальна температура останньої); естетичні і ергономічні (зовнішній вигляд – дизайн, форми, зручність щодо користування камерами, дверцями); економічності (питоме споживання енергії на одиницю маси продукту, середні міжремонтні терміни, середні втрати від зроблених ремонтів).

При оцінці вітчизняних товарів для населення застосовуються такі показники, як сорт (харчові продукти, продукція легкої промисловості), група

складності (побутова радіоапаратура), марка (цемент, цегла), категорія якості (відеокасети).

У світовій практиці з метою оцінки ступеня переваги продукції використовується *градація (клас, сорт)* – категорія або розряд, які є присвоєними щодо продукції, що мають те ж саме функціональне застосування, але характеризуються різними вимогами щодо якості. При чисельному позначенні вищому класу зазвичай присвоюють число 1 (з пониженням відповідно до 2, 3 тощо), а при позначенні кількісних знаків – зірочки, зазвичай нижчий клас має меншу кількість таких знаків.

Згідно державного Закону України «Про захист прав споживачів» від 12.05.91 р. №1023 – XII для товарів тривалого користування виробник зобов'язаний встановлювати термін служби, а для продуктів харчування, парфумерних товарів, медикаментів, товарів побутової хімії – термін придатності. Ці два показники встановлюють термін, після закінчення якого товар являє собою небезпеку для життя, здоров'я і майна споживача або стає непридатним для використання за призначенням.

Особливості оцінки якості продукції виробничо-технічного призначення і предметів споживання відбиваються в галузевій нормативно-технічній документації, яка регламентує вибір номенклатури показників якості, методики їх розрахунку і область застосування.

4.3. Стадії формування якості

Формування і підтримка якості продукції відбувається на всіх стадіях її життєвого циклу, які включають: дослідження і обґрунтування розробки, розробку, виробництво, експлуатацію (споживання) і ремонт.

На початковій стадії проводяться роботи щодо формування початкових вимог до продукції, які, зазвичай, включають: складання заявки на розробку і освоєння, створення проекту, науково-дослідні роботи, підготовку технічного завдання.

Технічне завдання, складається з наступних розділів: найменування та галузь застосування продукції, підстави для розробки, мети і призначення розробки, технічних вимог, економічних показників, стадій та етапів розробки, порядку контролю та приймання, додатків.

Замовник формує початкові вимоги, що забезпечують реальну можливість для створення продукції необхідного технічного рівня, скорочення термінів і витрат на розробку та постановку продукції на виробництво, уникнення помилок за рахунок ретельного попереднього опрацювання основних питань. Початкові вимоги повинні ґрунтуватися на прогнозуванні потреби ринку в даному виді продукції з урахуванням тенденцій його розвитку, а також вдосконалення виробничих процесів і сфери послуг, де використовуватиметься продукція.

Розробник здійснює розробку технічного завдання на основі початкових вимог замовника, а також з урахуванням результатів виконаних науково-дослідних і експериментальних робіт, аналізу передових досягнень вітчизняної та закордонної техніки, прогресивних типажів, а також систем машин та устаткування, вивчення патентної документації, вимог зовнішнього і внутрішнього ринків. Технічне завдання може розроблятися на конкретний виріб і на їх групу – типорозмірний ряд або його частину. На групу виробів, що характеризуються спільністю конструкції і призначення, може розроблятися типові технічне завдання.

У технічному завданні може бути передбачена розробка технічної пропозиції, в якій на основі аналізу різних варіантів технічних рішень встановлюються остаточні вимоги щодо технічних характеристик і показників якості, не відмічених в технічному завданні. Узгоджена із замовником технічна пропозиція дозволяє розробити конструкторську документацію згідно вимогам ЄСКД (ескізний, технічний проекти та робочу документацію).

Замовник спільно з розробником в технічному завданні визначають порядок процесу здачі і приймання результатів розробки, таких як: види виготовлених зразків (експериментальних, дослідних, головних); категорії випробувань; розгляд результатів на приймальній комісії та її склад; документи, що надаються до приймальної комісії.

Дія технічного завдання закінчується після затвердження акту приймальної комісії.

Виробник визначає необхідність участі розробника в підготовці і освоєнні виробництва продукції. При необхідності, вони спільно розробляють документи, що входять до складу технологічної підготовки виробництва на основі ЄСТПВ, проводять кваліфікаційні випробування. Найважливішими завданнями на стадії виробництва є: забезпечення стабільної якості продукції, аналіз даних про результати експлуатації (споживання), виявлення можливих напрямів вдосконалення виробів, виконання робіт з підготовки щодо сертифікації і організації сервісного обслуговування.

4.4. Зміст оцінки рівня якості продукції

Оцінка рівня якості продукції – це сукупність операцій, що включає вибір номенклатури показників якості продукції, яка оцінюється, визначення значень цих показників і зіставлення їх з базовими.

Структурна схема змісту операцій оцінки рівня якості на різних стадіях життєвого циклу продукції і послідовність їх проведення наведена на рис. 4.2.

Для цілей оцінки рівня якості вся промислова продукція поділяється на два класи.

Перший клас (продукція, що витрачається при використанні) підрозділяється на три групи:

- 1) сировина і паливно-природні копалини, що пройшли стадію переробки (рідке, тверде і газоподібне паливо тощо);
- 2) матеріали і продукти (лісоматеріали, штучне паливо, масла і мастила, хімічні продукти тощо);
- 3) витратні вироби (рідке паливо в бочках, балони з газом тощо).



Рис. 4.2. Послідовність оцінки значень показників та рівня якості продукції

Другий клас (продукція, що витрачає свій ресурс) складає дві групи:

- 1) вироби, що не ремонтуються (електровакуумні і напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори, підшипники, шестерні тощо);

2) вироби, що ремонтуються (технологічне устаткування, автоматичні лінії, вимірювальні прилади, транспортні засоби тощо).

Наведена класифікація застосовується для вибору номенклатури одиничних показників певної групи продукції, визначення області їх застосування, обґрунтування вибору конкретного виробу або декількох виробів як базових зразків, створення системи державних стандартів на номенклатуру показників якості продукції.

Номенклатуру показників якості продукції встановлюють з урахуванням призначення та умов її застосування, вимог споживачів (замовників), основних вимог щодо показників якості продукції, а також галузі їх застосування. При виборі номенклатури показників якості визначають: групу однорідної продукції та підгрупи і види, що до неї входять, номенклатуру груп показників якості, номенклатуру показників якості груп і підгруп. Вихідну номенклатуру показників якості продукції встановлюють за рекомендаціями, наведеними в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Використання основних показників якості за класами і групами продукції

Показники якості продукції	Перший клас продукції			Другий клас продукції	
	1-а група	2-а група	3-а група	1-а група	2-а група
Призначення	+	+	+	+	+
Економічності	+	+	+	+	+
Надійності:					
безвідмовність	-	-	-	+	+
довговічність	-	-	-	+	+
ремонтпридатність	-	+	+	-	+
зберігання	+	+	+	+	+
Ергономічні	-	+	+	+	+
Естетичні	-	+	+	+	+
Технологічності	+	+	+	+	+
Транспортабельності	+	+	+	+	+
Стандартизації і уніфікації	-	-	+	+	+
Патентно-правові	-	+	+	+	+
Екологічні	+	+	+	+	+
Безпечності	+	+	+	+	+

Примітки:

1. Знак «+» означає застосування показників, знак «—» — не застосування.
2. Замість показників ремонтпридатності для 2-ої і 3-ої груп продукції застосовуються показники відновлюваності.
3. За узгодженням із замовником (споживачем) можуть бути допущені відхилення від рекомендацій, наведених в таблиці.

Методи визначення значень показників якості продукції поділяються на дві групи: за способами отримання інформації – вимірюваний, реєстраційний, органолептичний і розрахунковий; за джерелами її отримання – традиційний, експертний і соціологічний.

Вимірюваний – заснований на інформації, що отримується з обов'язковим використанням технічних вимірювальних засобів, передбачених конструкцією виробу або додаткових (амперметри, вольтметри, тахометри, спідометри і тому подібне).

Реєстраційний – використовується інформація, яка отримується шляхом підрахунку (реєстрації) числа певних подій, предметів або витрат, наприклад: реєстрація кількості відмов виробу при випробуваннях; витрат на створення і експлуатацію виробу. За допомогою цього методу можна визначити показники технологічності, економічності, патентно-правові, стандартизації і уніфікації.

Органолептичний показник характеризується використання інформація, що отримується в результаті аналізу сприйняття органів чуття: зору, слуху, нюху, дотику і смаку. Точність і достовірність результатів при даному методі залежить від здібностей, кваліфікації і навиків осіб, що виконують цю роботу, а також від можливості використання спеціальних технічних засобів, що підвищують розподільні здатності організму людини (мікроскопи, мікрофони, лупа). Цей метод найширше застосовується при оцінці якості предметів споживання, зокрема продуктів харчування (напої, кондитерські, тютюнові і парфумерні вироби), а також їх ергономічності, екологічності, естетичності.

Розрахунковий – заснований на використанні теоретичних або емпіричних залежностей показників якості продукції від її параметрів. Застосовують, зазвичай, при проектуванні продукції, коли вона не може ще бути об'єктом експериментального дослідження (відсутній дослідний зразок) і служить для визначення продуктивності, потужності, міцності тощо.

Розглянуті методи можуть застосовуватися спільно на різних стадіях життєвого циклу продукції. Так, вимірювання та реєстрація використовуються на стадіях розробки, виробництва і експлуатації (споживання) продукції виробничо-технічного призначення і побутової техніки, органолептичний і вимірювання – на стадіях розробки і виробництва предметів споживання.

Традиційний – показники якості, які визначаються посадовими особами (працівниками) спеціалізованих експериментальних лабораторій, полігонів, стендів і розрахункових підрозділів підприємств – конструкторських відділів, обчислювальних центрів, служб надійності. Інформація про показники формується в процесі випробувань продукції, умови проведення яких повинні бути наближені до нормальних або форсованих експлуатаційних, наприклад в умовах полігонів автомобільних і тракторних підприємств, випробувальних майданчиків і стендів енергетичних турбін авіаційних двигунів, телеграфних апаратів тощо.

Експертний – визначення значень показника якості здійснюється на основі рішення, що приймається групою фахівців-експертів. До таких груп об'єднуються фахівці різних напрямів знань і практичних навичок залежно від

виду продукції, що оцінюється. Кожен з членів групи володіє правом вирішального голосу. Цим методом користуються в тих випадках, коли показники якості продукції не можуть бути визначені більш об'єктивними методами.

Соціологічний заснований на збиранні і аналізі інформації про думку фактичних або можливих споживачів продукції. Збір інформації здійснюється в ході усного опитування, або за допомогою розповсюдження анкет, а також шляхом організації конференцій, виставок, аукціонів тощо.

Методи визначення значень показників якості, що входять до другої групи, при необхідності можуть використовуватися спільно, які підвищують достовірність результатів.

4.5. Методи оцінки рівня якості продукції

Рівень якості продукції – це відносна характеристика її якості, яка заснована на порівнянні значень показників якості продукції, що оцінюється, з базовими значеннями відповідних показників. Базовим значенням показника є *оптимальний рівень*, реально досягнутий на деякий період часу. У якості базових можуть бути наступні значення показників якості: найкращих вітчизняних і закордонних зразків, за якими є достовірні дані про якість, а також досягнуті в деякому попередньому періоді часу або знайдені експериментальним та теоретичним методами.

Для оцінки рівня якості продукції застосовують диференціальний, комплексний або змішаний методи.

Диференціальний метод заснований на використанні одиничних показників для того, щоб визначити, за якими з них досягнутий рівень базового зразка і значення яких найбільш відрізняються від базових. Розрахунок відносних показників якості продукції (Q_i) проводиться за формулою (4.3):

$$Q_i = \frac{P_i}{P_{ib}}, \quad (4.3)$$

де P_i – значення i -го показника якості продукції, що оцінюється;

P_{ib} – значення i -го базового показника;

$i = 1, \dots, n$ кількість показників якості, що оцінюються.

В результаті розрахунків, проведених за формулою (4.3), поліпшенню якості може відповідати як збільшення, так і зменшення відносного показника, наприклад збільшення відносного показника для одиничної потужності (продуктивності тощо) або його зменшення для матеріалоемності. За наявності нормативних (проектних) обмежень для показників якості відносний показник розраховується за формулою (4.4):

$$Q_i = \frac{P_i + P_{in}}{P_{ib} + P_{in}} \quad (4.4)$$

де P_{in} – нормативне (проектне) значення i -го показника.

У випадку, коли одні відносні показники (за наслідками розрахунків) виявилися кращими, а інші гіршими, застосовують комплексний або змішаний метод оцінки. Рівень якості продукції, що оцінюється, для якої суттєвим є значення кожного показника, вважається нижчим за базовий, якщо хоч б один з відносних показників є гіршим.

Комплексний метод заснований на застосуванні узагальненого показника якості продукції, який є функцією від одиничних (комплексних) показників. Узагальнений показник може бути виражений головним показником, що відображає основне призначення продукції, інтегральним або середнім зваженим.

Якщо існує необхідна інформація, визначають *головний* показник і встановлюють функціональну залежність його від вихідних показників. Наприклад, головним показником вантажних автомобілів є річна продуктивність в т/км.; автобусів – продуктивність в пасажиро-кілометрах; енергетичних турбін – річне вироблення енергії в кВт / год.; в металорізальних верстатах – продуктивність в кількості оброблених деталей тощо.

Інтегральний (узагальнений) показник використовується тоді, коли можна встановити сумарний корисний ефект від експлуатації або споживання продукції, а також сумарні витрати на створення і експлуатацію продукції. Його розрахунок проводиться за наведеною раніше формулою (4.2).

Середні зважені показники застосовують, в тому випадку, якщо не можна встановити функціональну залежність головного показника від вихідних показників якості, але можливо з достатнім ступенем точності визначити параметри вагомості середніх показників.

Наприклад, середній зважений арифметичний показник обчислюють за формулою (4.5):

$$W = \sum_{i=1}^n m_i(\omega) \times P_i \quad \text{або} \quad W' = \sum_{i=1}^n m_i(\omega') \times Q_i \quad (4.5)$$

Середній зважений геометричний показник визначається за формулою (4.6):

$$V = \prod_{i=1}^n (P_i)^{m_i(\nu)} \quad \text{або} \quad V' = \prod_{i=1}^n (Q_i)^{m_i(\nu')} \quad , \quad (4.6)$$

де P_i – значення i -го показника якості;

Q_i – відносний i -й показник якості;

$m_i(\omega)$ – параметр вагомості i -го показника, що входить в узагальнений показник (W);

$m_i(\nu)$ – параметр вагомості i -го показника, що входить в узагальнений показник (V);

$i = 1, \dots, n$ – кількість показників, що складають середній зважений показник.

В тому випадку, коли параметри вагомості задовольняють умові $\sum_{i=1}^n m_i = 1$,

вони називаються *коефіцієнтами вагомості*. Це кількісна характеристика значущості даного показника серед інших показників якості продукції. Виходячи з наявності і можливості отримання вихідної інформації, параметри (коефіцієнти) вагомості можуть визначатися методами вартісних регресивних залежностей, граничних і номінальних значень, еквівалентних співвідношень та експертним методом.

Змішаний метод заснований на одночасному використанні одиничних і комплексних (узагальнених) показників оцінки якості продукції. Він застосовується в тих випадках, коли сукупність одиничних показників є достатньо поширеною і аналіз значень кожного з них диференціальним методом не дозволяє отримати узагальнених висновків або коли узагальнений показник при комплексному методі недостатньо повно враховує всі істотні властивості продукції і не дозволяє отримати висновки про групи властивостей.

При змішаному методі необхідно частину одиничних показників об'єднати в групи і для кожної визначити відповідний комплексний показник, при цьому, окремі важливі показники можна не об'єднувати, а застосовувати як одиничні. На основі отриманої сукупності комплексних і одиничних показників можна оцінювати рівень якості продукції вже диференціальним методом.

Для оцінки якості сукупності видів різномірної продукції використовуються індекси якості та дефектності.

Індекс якості ($I_{\text{я}}$) – це комплексний показник якості різномірної продукції (яка випущена за період часу, що розглядається), який дорівнює середньому зваженому відносному значенню показників якості цієї продукції. Визначається він за формулою (4.7):

$$I_{\text{я}} = \sum_{i=1}^n B_i \frac{K_i}{K_{i0}}, \quad (4.7)$$

де B_i – коефіцієнт вагомості i -го виду продукції;

K_i – комплексний показник якості i -го виду продукції;

K_{i0} – базовий комплексний показник якості i -го виду продукції;

$i = 1, \dots, n$ – кількість видів продукції.

У свою чергу, коефіцієнт вагомості B_i визначається за формулою (4.8):

$$B_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i}, \quad (4.8)$$

де C_i - собівартість продукції i -го виробу у періоді, що розглядається.

Індекс дефектності I_o – це комплексний показник якості різнорідної продукції, випущеної за період, що розглядається, який дорівнює середньому зваженому коефіцієнту дефектності цієї продукції (коефіцієнтом дефектності називається середня зважена кількість дефектів, що припадає на одиницю продукції). Цей індекс визначається за формулою (4.9):

$$I_o = \sum_{i=1}^n B_i Q_i, \quad (4.9)$$

де Q_i – відносний коефіцієнт дефектності продукції i -го виробу, який є показником якості продукції, що виготовляється.

Коефіцієнт дефектності (Q) можна обчислити за формулою (4.10):

$$Q = \frac{D}{D_o}, \quad (4.10)$$

де D – значення коефіцієнта дефектності продукції, виробленої в періоді, що розглядається;

D_o – базове значення коефіцієнта дефектності продукції, що вироблена в базовому періоді.

Індекси якості і дефектності є універсальними показниками, за допомогою яких можна оцінити якість продукції підприємства в цілому і проаналізувати його зміни за певний проміжок часу.

4.6. Оцінка технічного рівня продукції

Оцінка технічного рівня продукції – сукупність операцій, що включає вибір номенклатури показників, які характеризують технічну досконалість оцінюваної продукції, визначення значень цих показників і зіставлення їх з базовими. *Технічний рівень продукції* є відносною характеристикою, що заснована на зіставленні показників, які відображають тільки *технічну досконалість* оцінюваної продукції в порівнянні з базовими відповідними показниками (остання визначається за спеціальними картами технічного рівня).

Принциповий підхід в оцінці технічного рівня заснований на зіставленні значень одиничних показників якості продукції із значеннями відповідних показників найкращих світових аналогів, обліку значущості кожного показника в умовах експлуатації, визначенні комплексного показника технічного рівня (КПТР) і ухваленні висновку про відповідність продукції сучасному світовому технічному рівню.

Аналог – продукція вітчизняного або закордонного виробництва, що є подібною до порівнюваного виробу, яка володіє схожістю функціонального призначення і умов застосування.

Аналіз вихідних даних і оцінки технічного рівня, зазвичай, проводить група експертів, склад якої комплектується фахівцями в даній галузі науки і техніки, що представляють замовника, розробника, виробника і споживача. Послідовність проведення робіт за оцінкою технічного рівня продукції наведена на рис. 4.3.

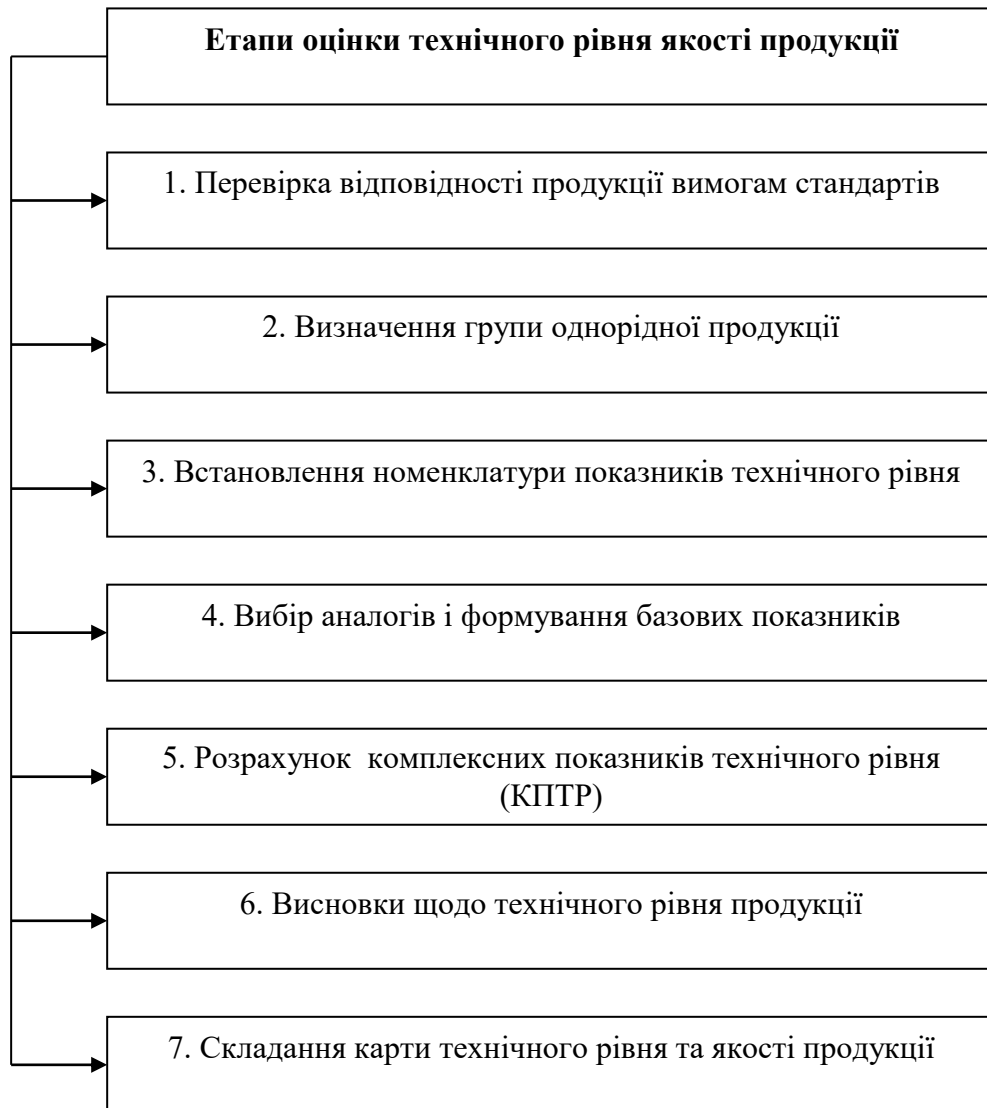


Рис. 4.3. Етапи оцінки технічного рівня якості продукції

Зміст робіт за етапами оцінки

1. Продукція, що підлягає оцінці, перевіряється на відповідність вимогам міжнародних, державних і галузевих стандартів, які є чинними на дану групу продукції. При невиконанні вимог стандартів щодо безпеки і екології вона повинна виключатися з процесу подальшої оцінки, як та, що не має права на реалізацію.

2. Належність до групи однорідної продукції встановлюється за Переліком груп однорідної продукції, що є чинною, а при необхідності виділяються й підгрупи.
3. Встановлення номенклатури основних і додаткових показників технічного рівня здійснюється згідно методичних рекомендацій, що наведені в табл. 4.2.
4. Аналоги обираються з вітчизняної і закордонної нової продукції, що випускається, і перспективних зразків тієї ж групи однорідної продукції, що розробляються. За відсутності прямих аналогів можуть бути розглянуті непрямі аналоги, близькі за призначенням. Значення параметрів аналогів встановлюються таким чином: для закордонних зразків – за довідниками, каталогами, проспектами провідних фірм, протоколами вимірювань, розрахунків і випробувань, міжнародними стандартам; для вітчизняних зразків, що знаходяться в розробці, на основі вимог, які встановлені в технічному завданні, актів експертних або приймальних комісій, а для виробів, що знаходяться у виробництві, на основі технічних умов на постачання. Базовий зразок вибирається із заздалегідь відібраної групи аналогів, включаючи оцінюваний виріб.
5. Методи розрахунку комплексних (узагальнених) показників оцінки технічного рівня засновані на раніше розглянутих положеннях.
6. Для остаточної оцінки технічного рівня розрахований КПТР порівнюється із значенням узагальненого показника базового зразка, рівного одиниці. Рішення ухвалюється з урахуванням наступного: якщо КПТР є більшим і рівним одиниці – виріб відповідає або перевищує світовий технічний рівень, а якщо він є меншим одиниці – не відповідає.

4.7. Статистичний і вхідний контроль якості продукції

Статистичний приймальний контроль – це вибірковий контроль якості продукції, що заснований на застосуванні методів математичної статистики для перевірки відповідності якості виробів встановленим вимогам. Основним його завданням є відбракування партій, нагромадження яких дефектними екземплярами виробів перевищує рівень, який регламентовано нормативною документацією для нормального ходу виробництва.

На жаль, доводиться відзначати, що розроблені технологічні процеси часто не враховують вже впроваджені у вітчизняну і закордонну практику передові досягнення науки і техніки. Буває й так, що технологія контрольних операцій не розробляється або вказується тільки засіб контролю, а методика його застосування передовіряється контрольному апарату. Насправді ж, повинно бути так: технологи одночасно з розробкою технології виробництва повинні розробляти технологічні процеси контрольних операцій і призначати засоби контролю, а апарат відділу технічного контролю (ВТК) повинен їх послідовно і без відступів виконувати.

Впровадженню методів статистичного регулювання технологічних процесів повинен передувати аналіз точності і стійкості кожної з його операцій. Потрібно, щоб коефіцієнт розсіювання (K_p) був меншим або рівним одиниці. Ця умова є гарантом відсутності грубих порушень технологічного процесу та дозволяє оперативно виявляти і усувати причини основних розладнань.

Коефіцієнт розсіювання характеризує ступінь відповідності розсіювання полю допуску (δ):

$$K_p = \frac{\omega}{\delta}, \quad (4.11)$$

де ω – поле розсіювання контрольованого параметру відповідної вибірки.

У свою чергу, поле розсіювання визначається за формулою (4.12):

$$\omega = l \cdot s \quad (4.12)$$

де l – коефіцієнт, який залежить від закону розподілу значень параметрів (визначається за таблицями);

s – середнє квадратичне відхилення значень параметрів у відповідній вибірці (визначається за таблицями).

Суть статистичного регулювання технологічних процесів полягає в тому, що в певні моменти часу з сукупності одиниць продукції, що пройшли даний процес, відбирають вибірку і вимірюють контрольований параметр. За наслідками вимірювань визначають одну із статистичних характеристик, значення якої наносять на контрольну карту, і залежно від цього значення ухвалюють рішення про корегування процесу або про його продовження без корегування.

Контрольна карта – карта, на якій для наочності відображення стану технологічного процесу відзначають значення відповідної регульованої вибіркової характеристики суміжних вибірок або проб.

Проба – певна кількість нештучної продукції, відібрана для контролю.

Вибірка – виріб або певна сукупність виробів, відібраних для контролю з партії або потоку продукції.

Потік продукції – продукція одного найменування, типу номіналу або типорозміру і виконання, що знаходиться в русі на технологічній лінії.

За значеннями контрольованого параметра в послідовних вибірках контрольні карти дозволяють своєчасно виявити порушення технологічного процесу і прийняти заходи щодо його усунення. Сигналом порушення технологічного процесу є вихід регульованої статистичної характеристики за межу регулювання. Час відбору вибірок встановлюють рівним фактичному відрізку часу між розладнаннями процесу в попередньому періоді. За кількісною ознакою контрольні карти можна розділити на дві групи: для регулювання рівня налагодження технологічних операцій – карти $(x_1, \bar{x}, \tilde{x})$; для регулювання точності технологічних операцій – карти (X_1, S, R) . Одночасне ведення двох карт називається *методом статистичного регулювання*.

Статистичне регулювання технологічного процесу – це корегування значень параметрів технологічного процесу за наслідками вибіркового

контролю параметрів продукції, що виготовляється та здійснюється для технологічного забезпечення необхідного рівня її якості.

Використовуються *три методи статистичного регулювання*: середніх арифметичних значень і середніх квадратичних відхилень ($\bar{x} - S$); середніх арифметичних значень і розмахів ($\bar{x} - R$); медіан і індивідуальних значень ($\tilde{x} - x_1$).

Вибір плану статистичного регулювання рівня налагодження проводиться в такій послідовності: задається середнє квадратичне відхилення показника якості σ в припущенні, що ця величина не змінюється за налагоджувальний період, середнє значення показника якості μ_0 (як правило, середина поля допуску), якому відповідає продукція якнайкращої якості; μ_1 – середнє значення показника якості, якій відповідає максимально допустима частка браку; призначається карта середніх арифметичних значень або карта медіан.

Рівняння нормального закону розподілу має вигляд (4.13):

$$Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (4.13)$$

де Y – щільність вірогідності, або частота;

σ – середнє квадратичне відхилення величини;

x – випадкова величина, що має межі від $-\infty$ до $+\infty$;

$\bar{x}$ – середнє значення величини;

e – основи натурального логарифма.

Метод медіан і індивідуальних значень ($\tilde{x} - x_i$) рекомендується застосовувати за умов відсутності автоматичних засобів вимірювання, обчислення і управління процесами за статистичними оцінками ходу процесу. Метод середніх арифметичних значень і розмахів ($\bar{x} - R$) доцільно використовувати для процесів з високими вимогами щодо точності, експрес-лабораторія аналізів, вимірювання, обчислення і управління процесами за наслідками визначення статистичних характеристик за наявності автоматичних пристроїв.

Більш детально розглянемо метод статистичного регулювання за середніми арифметичними значеннями і розмахом ($\bar{x} - R$), оскільки він застосовується частіше.

Відхилення, що виникають в процесі виробництва (незалежно від того, викликані вони випадковими або не випадковими причинами), зазвичай є дуже незначними. Якщо, наприклад, деталь, що виготовляється, повинна мати довжину $3\text{мм} + 0,075\text{мм}$ або $3\text{мм} - 0,005\text{мм}$, то довжина багатьох деталей фактично складе від $2,925\text{мм}$ до $3,075\text{мм}$, тобто трохи більше або менше. Після виготовлення деякої кількості деталей відхилення приймає постійний характер.

У випадку, коли б деталі падали в бункери відповідно до їх точних розмірів, велика частина їх потрапила б в бункер, призначений для 3-мм деталей. Деякі впали б в інші бункери, проте кількість деталей в наступних бункерах, що призначені для деталей завдовжки менше або більше 3 мм, скорочувалося б пропорційно їх відстані від центрального бункера. Чим більше виготовлялося б деталей, тим асиметричнішим був би їх розподіл. При цьому, крива розподілу прийняла б симетричну форму: по обидві сторони від її середини утворюються дві подібні рівномірно спадні гілки, якщо асимптота наближається до осі X (рис. 4.4).

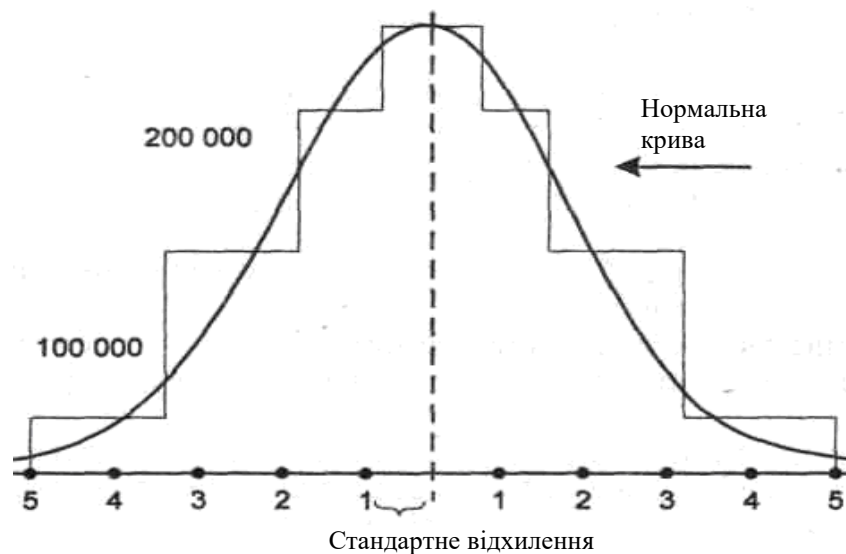


Рис. 4.4. Стандартне відхилення

Симетричний розподіл ймовірних величин називається нормальним. Будь-яка нормальна крива повністю характеризується двома параметрами: середньою арифметичною величиною і мірою розсіювання або розкиду, що називається *стандартним відхиленням*, тобто середнім квадратичним відхиленням, рівним квадратному кореню з середньої арифметичної квадратів відхилень індивідуальних значень відхилень, що спостерігаються, від їх середньої арифметичної (4.15):

$$\sqrt{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 / n} \quad (4.14)$$

або

$$\sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (4.15)$$

де $\bar{x}$ – середнє арифметичне відхилення;
 x – значення, що спостерігається;
 n – кількість значень, що спостерігаються.

При нормальному розподілі середня арифметичне відхилення плюс або мінус одне стандартне відхилення ($x \pm 1$) складає у межах, куди потрапляють 68,3% виробів; те ж саме при двох відхиленнях ($x \pm 2$) – 95,5%; при трьох ($x \pm 3$) – 99,7% виробів. На контрольних картах, по суті, використовуються нормальна крива і контрольні межі, що наведені на нормальній кривій. При використанні контрольних карт арифметичних середніх ($\bar{x}$) і контрольних карт розмахів (R) відбір зразків виробів проводиться через певні проміжки часу, а контрольована ознака вимірюється та усереднюється. В нашому прикладі якісною ознакою є довжина деталі.

Служба контролю якості вивішує контрольні карти для кожного окремого верстата або виробничого процесу. Ці карти часто поміщають біля верстатів, і їх можуть вести самі робочі або контролери. Контрольна карта дозволяє встановити зміни процесу обробки в часі, які викликані затупленням інструменту, ослабленням кріплення матеріалу, що оброблюється, та інструменту, людським чинником тощо.

Одним із головних компонентів виробництва, що безпосередньо забезпечує якість продукції, є *технологічний процес*. Від його досконалості, точності і стійкості залежить стабільність якості, надійності і довговічності виробів.

Точність технологічного процесу – це ступінь відповідності результатів його виконання встановленим вимогам. *Стійкість (надійність)* – це властивість зберігати точність ознак якості при перебігу процесу без зупинки. *Об'єктами контролю точності* є всі елементи технологічного процесу: продукція на різних стадіях її виготовлення; устаткування і оснащення, що були використані при виготовленні продукції; діяльність працівників, що беруть участь в технологічному процесі. Контроль точності технологічних процесів проводиться на стадіях технологічної підготовки виробництва і серійного випуску виробів. Перевірки можуть бути *систематичними (плановими)*, які проводяться за графіками, що затверджені керівником підприємства, і *спеціальними* – у випадках впровадження нових технологічних процесів, їх зміни або вдосконалення, запуску у виробництво нової продукції тощо.

Для проведення контролю точності технологічних процесів продукція представляється різними способами. Існують такі способи: «ряд», «розсип», «потік», «в упаковці».

При способі «ряд» одиниці продукції, що поступають на контроль, повинні бути впорядковані: пронумеровані суцільною нумерацією і розташовані так, щоб будь-яку з них можна було легко знайти і взяти (одиниці продукції повинні поступати на контроль у вигляді однорідних партій).

При способі «розсип» одиниці продукції неврегульовані, їх важко нумерувати і майже неможливо відшукати та взяти. Вони поступають на контроль у вигляді партій, сформованих незалежно від кількості продукції, виготовленої в процесі виробництва (у кожній партії велика кількість одиниць продукції).

При способі «потік» одиниці продукції поступають безперервним потоком одночасно з випуском продукції. На контроль поступає велика їх кількість у впорядкованому вигляді, так що будь-яку можна легко відшукати та взяти.

На практиці способи «розсип» і «в упаковці» застосовуються одночасно. При цьому, вибрані пакувальні одиниці слід брати приблизно в рівних кількостях.

Залежно від способу представлення продукції на контроль застосовуються наступні методи відбору одиниць продукції.

Відбір із застосуванням випадкових чисел є придатним для однорідної продукції, що представляється на контроль за допомогою способу «ряд». Він використовується при всіх способах представлення однорідної продукції, якщо це не веде до великих труднощів економічного або технічного характеру. Метод припускає попередню суцільну нумерацію одиниць продукції. Всі номери повинні мати одну й ту ж кількість цифр. Номери з різною кількістю цифр спочатку слід доповнити нулями (зліва).

Багатоступеневий відбір є зручним, коли на контроль представляють однорідну продукцію в упаковці, тобто в пакувальних одиницях, що містять однакову кількість одиниць продукції. Вибірку роблять за сходинками, а одиниці продукції в кожному ступені відбирають випадковим чином з одиниць, що відібрані в попередньому ступені. Слід заздалегідь вказувати об'єм вибірки і кількість пакувальних одиниць, що входять до неї.

Відбір «всліпу» (метод найбільшої об'єктивності) використовується для продукції, що представлена на контроль «розсипом», а також у тому випадку, коли використання методу відбору із застосуванням випадкових чисел є технічно ускладненим або економічно не вигідним. Цей метод є не придатним, коли браковані одиниці продукції можна визначити органолептично.

Систематичний відбір застосовується для продукції, яка представлена на контроль у вигляді потоку. Одиниці продукції або кількість одиниць продукції потрібно відбирати через певний інтервал часу. Наприклад, якщо вибірка повинна скласти 5% від партії, що контролюється, то відбирають кожну 20-у одиницю. Даним методом можна утворити вибірку, якщо є певний порядок проходження одиниць продукції. При цьому потрібно враховувати, що одиниці продукції не повинні змінюватися з тією ж періодичністю, що і періодичність відбору одиниць у вибірку.

Заходи щодо організації вхідного контролю є невід'ємною частиною технологічної підготовки виробництва і передбачаються графіками її проведення. Під *вхідним контролем якості продукції (ВКЯП)* розуміється контроль виробів постачальника, що поступили до споживача і призначених для використання при виготовленні, ремонті або експлуатації виробів. Основною його метою є виключення можливості проникнення у виробництво сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструменту з відступами від параметрів якості, які передбачені нормативною документацією.

При проведенні вхідного контролю застосовують плани і порядок проведення статистичного приймального контролю якості продукції за альтернативною ознакою.

План контролю – це сукупність значень об'ємів вибірок і приймальних чисел браку.

Контроль за альтернативною ознакою – це контроль за якісною ознакою, в ході якої кожну перевірену одиницю продукції відносять до категорії придатних або дефектних, а подальше рішення ухвалюють залежно

від виявлених у вибірці або пробі дефектних одиниць продукції, або ж від кількості дефектів, що доводяться на певну кількість одиниць продукції.

Приймальне число – це контрольний норматив, що є критерієм для приймання партії продукції. Він може бути рівним максимальному числу дефектних одиниць (дефектів) у вибірці або пробі у разі статистичного приймального контролю за альтернативною ознакою чи відповідним граничному значенню контрольованого параметра у вибірці (пробі) у разі статистичного приймального контролю за кількісною ознакою.

Число бракування – це контрольний норматив, що є критерієм для бракування партії продукції. Він може бути рівним мінімальному числу дефектних одиниць (дефектів) у вибірці (пробі) у разі статистичного приймального контролю за альтернативною ознакою або відповідним граничному значенню контрольованого параметра у вибірці або пробі в разі статистичного приймального контролю за кількісною ознакою.

Одиниця продукції – окремий екземпляр штучної продукції або певна в установленому порядку кількість нештучної чи штучної продукції.

Дефектна одиниця продукції – це одиниця продукції, що має хоч би один дефект.

При вибіркового контролю план вхідного контролю повинен відповідати плану контролю приймально-здавальних випробувань, встановлених в стандартах і ТУ.

Суцільний контроль проводиться за відсутності даних про фактичну дефектність продукції, при підвищених вимогах до неї на підставі технологічних процесів і СТП, розроблених технологічними службами, узгоджених з ВТК і затверджених керівником підприємства. Методи і засоби, що вживаються при вхідному контролі, вибираються з урахуванням вимог, що пред'являються до точності вимірювання показників якості продукції, що контролюється. Відділи матеріально-технічного постачання, зовнішній кооперації спільно з ВТК, технічними і юридичними службами формують вимоги щодо якості і номенклатури продукції, що постачається за договорами з підприємствами-постачальниками.

Для здійснення ВКЯП в системі ВТК створюються спеціалізовані підрозділи вхідного контролю.

Основними завданнями підрозділів ВКП є проведення вхідного контролю якості продукції, що поступає на підприємство, оформлення документів за наслідками контролю; контроль за проведенням технологічних випробувань продукції в цехах, лабораторіях, контрольно-випробних станціях та інших підрозділах; контроль за дотриманням складськими працівниками правил зберігання і видачі у виробництво сировини, що поступила; виклик представників постачальників для участі в складанні акту про дефект, який виявлено на вхідному контролі; аналіз причин виникнення дефектів в продукції, що постачається; підготовка статистичної інформації про дефекти, їх характеристика для використання її в системі управління якістю продукції на заводі-постачальнику.

Ефективність вхідного контролю є тим вищою, чим меншою є кількість випадків надходження до виробництва зі складу недоброякісної продукції. В цілях компенсації підприємству-споживачеві витрат на проведення вхідного контролю для сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, що надходять, доцільно встановити порядок, при якому вхідний контроль проводиться за рахунок підприємства-постачальника продукції. Це змусить постачальника скорочувати узгоджену із споживачем номенклатуру предметів і засобів праці, що піддається вхідному контролю, шляхом суттєвого підвищення їх якості, забезпечення збереження під час упаковки і в межах проходження щодо пункту призначення, відшкодовувати втрачені засоби за рахунок винних осіб.

4.8. Інформація як особлива властивість виробничої та споживчої якості продукції

Результати спеціальних статистичних спостережень за виробничою і споживчою якістю продукції обробляються методами кореляційного аналізу. *Статистико-математична обробка результатів спостережень за якістю продукції* складається з наступних етапів: підготовка інформації про якість продукції; розробка алгоритмів знаходження, розрахунок рівнянь і коефіцієнтів кореляції; оцінка надійності і точності отриманих рівнянь кореляції.

Підготовка інформації про якість продукції для математико-статистичної обробки за допомогою сучасних інформаційних технологій полягає у визначенні прийнятності вихідної інформації, узгодженні інформації про виробничу і споживчу якість продукції, складанні таблиць-матриць для обробки даних на комп'ютерній техніці.

Для цього визначається *однорідність сукупності значень за кожною ознакою виробничої і споживчої якості продукції*, а також встановлюється *незалежність між окремими значеннями даних ознак*. Перш за все, встановлюється однорідність вихідних даних, тобто їх належність до однієї сукупності і за ними обчислюється *коефіцієнт варіації* V (4.16):

$$V = \frac{\sigma}{x}. \quad (4.16)$$

Отримане значення V порівнюється в разі нормального розподілу ознаки з нормативним значенням величини коефіцієнта варіації V_n та розрахованого за формулою (4.17):

$$V_n = \frac{0,3290n(K-1)}{(n-1)(K+1)}, \quad (4.17)$$

де n – число інтервалів ряду розподілу ознаки;
 K – відношення максимального значення ознаки до мінімального.

Граничне значення V_n при $K \rightarrow \infty$ і $n \rightarrow \infty$, $\frac{K-1}{K+1} \rightarrow 1$ та $\frac{n}{n-1} \rightarrow 1$ складає 0,3290.

Значення цієї величини є максимальною межею між однорідністю і неоднорідністю ознаки. Всі ознаки за коефіцієнтом варіації поділяються на три групи: з коефіцієнтом варіації від 0 до 1,17 (високий ступінь однорідності); від 0,17 до 0,33 (достатній ступінь однорідності); понад 0,33 (неоднорідність).

Після оцінки однорідності за всією сукупністю вихідних даних порівнюються дисперсії, отримані за окремими проміжками часу, до яких відноситься зібрана інформація і, перш за все, максимальна дисперсія $\sigma_{\max}^2$ з мінімальною $\sigma_{\min}^2$ за допомогою критерія $F:F = \frac{\sigma_{\max}^2}{\sigma_{\min}^2}$. Отримане відношення

порівнюється з табличним значенням. У випадку, якщо воно є більше за табличне, то відмінність між дисперсіями є істотною, якщо менше – неістотною.

За наявності неістотних відмінностей аналіз однорідності сукупності закінчується, оскільки відмінність проміжних дисперсій буде тим більш неістотною (при одному і тому ж або близькому числі мір ступенів свободи). У разі істотних відмінностей необхідно прийняти заходи щодо більш обґрунтованої організації збору вихідної інформації про якість продукції. При рівному числі мір свободи в окремих групах сукупності обчислюється за критерієм Бартлета (4.18):

$$X^2 = \frac{2,3026}{C} \left(f \lg \sigma^2 - \sum_{i=1}^n f_i \lg \sigma_i^2 \right), \quad (4.18)$$

де σ_i^2 – дисперсія за вибірками;

σ^2 – загальна дисперсія за всією сукупністю;

f_i – частота кожної вибірки;

f – сума всіх частот або загальне число спостережень;

Показник C визначається за формулою (4.19):

$$C = \frac{1}{B(k-1)} \left(\sum_{i=1}^k \frac{1}{f_i} - \frac{1}{f} \right), \quad (4.19)$$

де B – витрати на вибірковий контроль;

k – число вибірок в сукупності.

В окремому випадку, коли $f_1 = f_2 = f_3 = f_n = f_0$ показник X^2 визначається за формулою (4.20):

$$X^2 = \frac{2,3026}{C} k f_0 \left(\lg \sigma^2 \frac{1}{k} - \sum_{i=1}^k \lg \sigma_i^2 \right), \quad (4.20)$$

Набуте значення X^2 за допомогою мір свободи та оцінюється за відповідною таблицею: якщо воно перевищує табличне значення, то припущення про рівність дисперсій, тобто про однорідність сукупності, відкидається, і навпаки.

Після того як виявлена однорідність сукупності вихідних даних, вирішується питання про наявність або відсутність їх автокореляції. Для цього обчислюється коефіцієнт кореляції між середніми членами ряду (4.21):

$$r_{i,i+1} = \frac{n \sum x_i x_{i+1} - \sum x_i \sum x_{i+1}}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum x_{i+1}^2 - (\sum x_{i+1})^2}}. \quad (4.21)$$

де n – число спостережень;
 x_i – характеристика виробничої якості.

При цьому важливо визначити коефіцієнт кореляції між i -ми ($i+1$) членами ряду. Якщо отриманий коефіцієнт кореляції є рівним нулю, має місце незалежність між членами ряду, що дозволяє використовувати інформацію про показники якості для подальших розрахунків. За наявності залежності між членами ряду отримана інформація про показники якості є непридатною для подальшого використання. У цьому випадку, потрібно звернути особливу увагу на організацію спостереження для збору первинної інформації за якістю продукції.

Узгодження інформації про виробничу і споживчу якість продукції полягає в тому, щоб забезпечити відповідність характеристик виробничої якості за кожним екземпляром продукції, який випущено у певний момент часу, з показниками споживчої якості за тим же екземпляром. Для цього потрібно точно знати проміжок часу, який відокремлює момент випуску продукції з виробництва від моменту закінчення процесу її споживання.

Для точного визначення такого проміжку часу в ряді випадків використовується часовий лаг. При цьому, проводиться кореляція між будь-якими властивостями виробничої якості і показником споживчої якості в декількох варіантах: спочатку обрана властивість виробничої якості зв'язується з показником споживчої якості, потім вони відділяються один від одного через проміжок часу передбачуваної тривалості i , потім – через проміжок часу тривалістю $i-1$, $i-2$ тощо, після цього через проміжок тривалістю $i+1$, $i+2$ тощо. Для кожного варіанту зв'язку між виробничою і споживчою якістю обчислюється коефіцієнт кореляції.

За найбільшим значенням величини коефіцієнта кореляції, що має знак та відповідає логічному змісту даного зв'язку, визначається необхідна тривалість проміжку часу між моментами випуску продукції з виробництва та закінченням процесу її споживання. Відповідно, до обчисленої тривалості проміжку часу показники споживчої якості узгоджуються з показниками виробничої якості.

При узгодженні виробничої і споживчої якостей потрібно також правильно обрати конкретний момент часу. Наприклад, показники виробничої якості можуть фіксуватися щодня, а показники споживчої якості – протягом тижня, місяця тощо. В цьому випадку, всі показники споживчої і виробничої якості приводяться до одного періоду часу і за ними обчислюються відповідні середні величини, наприклад середньо-тижневі, середньомісячні тощо.

Після узгодження між виробничою і споживчою якістю продукції складається *таблиця-матриця* (табл. 4.3), де $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – характеристики виробничої якості; Y – показник споживчої якості; n – число спостережень.

Таблиця 4.3

Таблиця – матриця якості продукції

№ п/п	Дата	$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$	Y	№ п/п	Дата	$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$	Y
1				1			
2				2			
3				3			
...				...			
n				n			

При складанні такої таблиці-матриці виникає питання про оцінку початкових даних, тому що об'єм продукції на момент перевірки її виробничої якості не співпадає з об'ємом продукції на момент визначення споживчої якості. В цьому випадку, величина ваги m визначається за формулою середньо гармонічної величини (4.22):

$$m = m_i m_j / m_i + m_j \quad (4.22)$$

де m_j – об'єм продукції, що перевіряється у споживача;

m_i – об'єм продукції, що перевіряється у виробника. У цілому ряді випадків можна рахувати, що $m=1$.

Підготовлена таблиця-матриця є основною для знаходження рівнянь і коефіцієнтів кореляції в наступному порядку: обчислення рівнянь і коефіцієнтів множинної кореляції; оцінка значущості коефіцієнтів рівняння множинної кореляції; обчислення рівнянь і коефіцієнтів парної кореляції кожної характеристики виробничої якості з споживчими та іншими характеристиками виробничої якості при проведенні відповідної оцінки значущості коефіцієнтів рівняння.

Найбільшу складність представляє визначення форми зв'язку і виду рівнянь множинної кореляції споживчої якості продукції. У цьому випадку потрібно спиратися на інженерний аналіз закономірностей, що розглядаються, а також на аналіз отриманих рівнянь парної кореляції. В межах фактичної варіації за параметрами виробничої якості можна обмежитися лінійною формою кореляції за вихідними даними або їх логарифмами. В інших випадках потрібно використовувати форму криволінійної кореляції між споживчою і виробничою якістю продукції.

Рівняння можуть бути отримані також за даними лабораторних досліджень, оскільки якість продукції потрібно оцінювати в реальних умовах її виробництва та споживання. Крім того, лабораторні експерименти проводяться за схемою: один чинник змінюється, а останні є постійними. Завдання ж полягає в отриманні рівнянь і коефіцієнтів кореляції для реальних умов, коли змінюються відразу всі чинники. Дослідження, що проводяться, за даною

методикою дають корисний матеріал для застосування приватної кореляції, що дозволяє вирішувати завдання лабораторних досліджень.

За значенням величини сукупного коефіцієнта кореляції визначається достатність набору характеристик виробничої якості продукції, а саме: якщо цей коефіцієнт опиниться значно меншим за 0,7 – набір характеристик необхідно розширити; якщо він не відрізнятиметься від величини 0,7 – є підстави вважати набір достатнім. При недостатньому наборі характеристик виробничої якості проводяться повторні дослідження, передбачені даною методикою при розширенні кількості цих характеристик.

Проте, якщо при введенні додаткових характеристик (і збільшенні числа спостережень) сукупний коефіцієнт не вдасться підвищити, то це свідчить про велику варіацію умов споживання. В даному випадку, можна рахувати дослідження кореляційної залежності споживчої якості від виробничої закінченими, якщо не представляється доцільним повторити їх за більш жорстких умов споживання (з внесенням в майбутньому відповідних змін щодо правил експлуатації).

Обчислення рівнянь і коефіцієнтів множинної кореляції проводиться в наступному порядку. У випадку, коли можна обмежитися лінійним зв'язком, рівняння множинної кореляції має вигляд (4.23):

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad (4.23)$$

Для цього рівняння складається система нормальних рівнянь відповідно до загального правила їх складання (4.24):

$$\begin{aligned} na_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 + \dots + a_n \sum x_n &= \sum y; \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1x_2 + \dots + a_n \sum x_1x_n &= \sum x_1y; \\ a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_1x_2 + a_2 \sum x_2^2 + \dots + a_n \sum x_2x_n &= \sum x_2y; \\ a_0 \sum x_k + a_1 \sum x_1x_k + a_2 \sum x_2x_k + \dots + a_n \sum x_k^2 &= \sum x_ky; \end{aligned} \quad (4.24)$$

Окрім рівнянь і коефіцієнтів множинної кореляції між споживчою і виробничою якістю продукції, можуть обчислюватися рівняння і коефіцієнти парної кореляції між споживчою якістю і кожною характеристикою виробничої якості. При цьому, кожного разу проводиться оцінка значущості коефіцієнтів керування та коефіцієнтів кореляції.

В результаті обчислень рівнянь і коефіцієнтів парної кореляції кожної характеристики виробничої якості із споживчою визначається ступінь впливу кожного параметра виробничої якості на споживчу окремо. За значенням величини коефіцієнта парної кореляції визначаються головні параметри виробничої якості, які найсуттєвіше впливають на споживчу якість. Критерієм для виділення головних параметрів служить *мінімальна величина коефіцієнта кореляції*, яка дозволяє робити висновок про істотність впливу даного параметру. Так, значення величини коефіцієнта кореляції при числі спостережень, рівному 100, складає 0,2 – 0,3.

Контрольні питання

1. Назвіть ознаки класифікації і групи показників якості продукції.
2. Які завдання щодо підвищенню якості вирішуються на різних стадіях життєвого циклу продукції?
3. Як ви розумієте методи оцінки значень показників якості та методи оцінки рівня якості продукції?
4. Які види технічного контролю ви знаєте?
5. Які завдання виконує статистичний контроль? У чому полягає його ефективність?
6. З якою метою виконується контроль точності технологічних процесів?
7. У чому полягає сутність підготовки інформації про якість продукції, що отримується за допомогою математичної статистики?

РОЗДІЛ 5. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

5.1. Вимоги до системи управління якістю

Системи управління якістю (СУЯ) сприяють організаціям у підвищенні задоволеності споживачів і стають соціальною необхідністю сьогодення.

Споживачам необхідна продукція, характеристики якої задовольняли б їх потреби і очікування. Ці потреби і очікування відображаються в технічних умовах на продукцію (послуги) і вважаються вимогами споживачів. Вимоги встановлюються споживачем в контракті або визначаються самою організацією (підприємством). Отже, в будь-якому випадку прийнятна цінність продукції встановлюється споживачем.

Однак потреби і очікування споживачів швидко змінюються. Тому організації також знаходяться під постійним тиском, який обумовлений конкуренцією і технічним прогресом. Все це потребує від підприємств постійного удосконалення своєї продукції і технологічних процесів.

Системний підхід до управління якістю спонукає організації аналізувати вимоги споживачів, визначати процеси, які забезпечують виготовлення конкурентоспроможної продукції. Система управління якістю дає впевненість організації в її здатності постачати продукцію, що повністю відповідає швидкоплинним вимогам споживача.

Організація повинна розробити, задокументувати, впровадити і підтримувати в робочому стані систему управління якістю, постійно покращувати її результативність, наближаючи ефект результативності до максимуму.

Організація визначає процеси системи управління якістю, їх послідовність і взаємодію. *Процеси* відносять до будь-якої діяльності, в якій використовуються ресурси для перетворення входів у виходи. Щоб результативно функціонувати, організації повинні визначати і управляти багаточисленними взаємозв'язаними і взаємодіючими між собою процесами. Систематична ідентифікація процесів і забезпечення їх взаємодії являє собою *процесний підхід*.

Обов'язковою вимогою процесного підходу є визначення критеріїв і методів, необхідних для оцінки результативності процесів як при здійсненні, так і при управлінні. Однак без кількісного виразу ефекту результативності не вдається правильно і об'єктивно вирішити проблему оптимального управління якістю. Чисельний показник критерію дозволяє застосовувати математичні методи, оцінювати різні заходи та ухвалювати оптимальні рішення.

В *процесному підході системи управління якістю* передбачається необхідність забезпечення наявності сировинних, енергетичних і інформаційних ресурсів для підтримки процесів та їх моніторингу. Обмеженість запасів, ресурсів, обумовлена розвитком індустріальної потужності і являє собою господарсько-технічну і кібернетичну проблему. Отже, моніторинг важливий як природоохоронний засіб в зв'язку з активною

господарською діяльністю людини і розгортанням науково-технічного прогресу, а також все більш зростаючим їх впливом на природне середовище.

Здійснення моніторингу, вимірювання і аналізу процесів відносять до важливих складових системи управління якістю. Вимірювання мають об'єктивний і суб'єктивний характер, відносяться до галузей метрології і кваліметрії, спільно з аналізом приймаються щодо вихідних положень ухвалених рішень.

Плануванням процесів життєвого циклу продукції завершують дотримання загальних вимог до системи управління якістю, закріплюють досягнення запланованих результатів і постійного поліпшення цих процесів. Організація повинна планувати і розробляти процеси, які необхідні для забезпечення життєвого циклу продукції. Планування цих процесів повинно бути узгодженим з вимогами до інших процесів системи управління якістю. При плануванні процесів організація встановлює:

- області якості і вимоги до продукції;
- потребу в розробці процесів, документів, а також в забезпеченні ресурсами для конкретної продукції;
- необхідну діяльність щодо верифікації і валідації, моніторингу, контролю і випробуванням для конкретної продукції, а також критерію прийняття продукції;
- нотатки, які необхідні для забезпечення свідчення стосовно того, що процеси життєвого циклу продукції і вироблена продукція відповідають вимогам управління нотатками.

Результат такого планування повинен бути виконані у формі, що відповідає практиці організації. Документ, що визначає процеси системи менеджменту якості і ресурси, може розглядатися як план якості.

Вимоги щодо оформлення документації

Документація надає можливість передати послідовність виконання процесів. Її застосування сприяє:

- досягненню відповідності вимогам споживача і поліпшенню якості;
- забезпеченню відповідної підготовки кадрів;
- повторюваності і простежуваності;
- забезпеченню об'єктивних свідчень;
- оцінюванню ефективності і постійної придатності системи управління якістю.

У системах управління якістю застосовуються наступні види документів:

- документи, що надають узгоджену інформацію про систему управління якістю організації, яка призначена як для внутрішнього, так і для зовнішнього користування (до таких документів відноситься керівництво з якості);
- документи, що описують процеси застосування системи управління якістю до конкретної продукції, проекту або контракту (до таких документів відносяться плани з якості);

- документи, що встановлюють вимоги (до них відносяться документи, що містять технічні вимоги);
- документи, що містять рекомендації або пропозиції (до них відносяться методичні документи);
- документи, що містять інформацію послідовність виконання дій і процесів (такі документи включають документовані процедури, робочі інструкції і креслення);
- документи, що містять об'єктивні свідчення стосовно виконаних дій або досягнутих результатів (до таких документів відносяться нотатки).

Кожна організація визначає обсяг необхідної документації та її носії. Насамперед, це залежить від вигляду і розміру організації, складності і взаємодії процесів, складності продукції, вимог споживачів, здібностей персоналу, а також від глибини вимог стосовно системи управління якістю.

Документація системи управління якістю повинна включати:

- документально оформлені заяви стосовно політики і мети в сфері якості;
- настанову з якості;
- задокументовані методики (процедури);
- документи, які необхідні організації для забезпечення ефективного планування, здійснення процесів і управління ними.

Системні поняття відображають інваріантний зміст менеджменту якості і формально пояснюються шістьма поясами, які не можливо визначити відокремлено, незалежно один від одного. Всі вони утворюють деяку концептуальну основу системи менеджменту якості, компоненти якої є взаємозв'язаними і в своїй цілісності дають уявлення про логічний каркас цієї системи.

Системи класифікують за самими різними ознаками в рамках менеджменту якості: складні, абстрактні, органічні і неорганічні, інформаційні, цільові, ієрархічні (одно- і багаторівневі), агрегатні.

До понять системного поясу відносяться:

- 1) *зворотний зв'язок* – властивість системи; частина їх виходів (або результати їх поведінки) знов впливають на вхід з тим, щоб викликати подальші виходи для підтримки ефективності і результативності. У системах управління якістю різновидом *зворотного зв'язку* є координуючий зв'язок через об'єкт «вимірювання, аналіз і поліпшення» до керівника. Кількість зворотних зв'язків пропорційна квадрату числа об'єктів системи;
- 2) *управління якістю продукції* – дії, які здійснюються при створенні і споживанні продукції з метою встановлення, забезпечення і підтримки необхідного рівня її якості;
- 3) *раціональність* – припускає задоволення деяких обмежень, межових або якісних вимог, що дозволяють відрізнити «нераціональне» від «раціонального»;
- 4) *організація об'єктів складних систем управління якістю* – процес, коли регульована поведінка приводить до об'єднаних дій з метою виробництва

певного продукту. Цей же процес називається самоорганізацією, якщо зовнішні дії, що упорядковують, відсутні, а персонал працює колективно завдяки взаєморозумінню.

У цьому системному поясі складаються уявлення про розвиток систем і вводяться поняття: зростання (простий і структурний, тобто не зв'язаний, або, навпаки, пов'язаний із зміною структури об'єкту), еволюція, генезис, відбір (природний або штучний). Деякі з понять, що характеризують розвиток систем, застосовуються і при описі процесів функціонування. Такі, наприклад, поняття зміна, адаптація, навчання. Це пов'язано з тим, що грань між процесами функціонування і розвитку далеко не завжди є виразною, нерідко ці процеси переходять один в інший. Зокрема, такі переходи особливо характерні для систем, що набувають самоорганізації.

Поняття даного системного поясу характеризують процес композиційного проектування систем, а в ширшому плані – процес дослідження систем, що складається з трьох видів – аналізу, синтезу, контролю (табл. 5.1). Використовується модульний принцип, що підвищує строгість організації системи управління якістю, та виражається чотирма основними характеристиками організації: змістом, структурою, зв'язками, процедурами ухвалення рішення, заснованих на фактах.

Таблиця 5.1

Методи дослідження систем управління якістю

Назва методу	Вхід	Процес	Вихід
Аналіз	+	+	–
Синтез	+	–	+
Контроль	–	+	+

Даний і подальший системні пояси пов'язані зі структурними рівнями – горизонтальними і вертикальними. У даному випадку, розглядається горизонтальний рівень. На сьогодні системи з горизонтальним рівнем є добре розвиненими та формалізованими, тобто мають могутні математичні методи, які широко використовуються в практиці стандартизації (по суті належать до теорії однорівневих рішень). У нормативних системах управління якістю рішення відносять до одного елементу (процеси життєвого циклу продукції); до комплексів елементів (послідовний, паралельний, змішаний). На горизонтальному рівні всі змінні простору станів розподіляють на множини із трьох взаємопов'язаних об'єктів: *вхід, процес, вихід*.

До входу відносять суспільну потребу, вимоги до систем управління якістю і вимоги до продукції, менеджмент ресурсів, будь-яку діяльність, що додає цінність. Споживачі грають суттєву роль у формуванні вхідних даних.

Виходом є готова продукція, цінність і вартість якої визначають попит у споживача.

Будь-яка діяльність або комплекс діяльностей, в якій використовуються ресурси для перетворення входів у виходи і розглядаються як процес. Щоб

результативно функціонувати, організації повинні визначати і керувати багаточисленними взаємозв'язаними і взаємодіючими ключовими процесами. Часто вихід одного процесу безпосередньо утворює вхід наступного.

Сам процес являє собою сукупність взаємопов'язаних ресурсів (кадри, устаткування, методи виготовлення, стандарти) і діяльність. По мірі виготовлення продукції (на різних стадіях процесу виробництва) зростають витрати на її виготовлення і відповідно росте додана вартість продукції. Головна мета процесу – додавання цінності продукції при мінімальних витратах на кожній операції. Отже, якість процесу дорівнює якості його результатів, тому витрати на процес повинні дорівнювати доданій вартості продукції для споживача.

Якість процесу характеризується його результативністю, ефективністю і гнучкістю.

Ефективність процесу показує, наскільки добре використовуються відокремлені процеси. Її оцінюють відношенням вихідних ресурсів процесу до вхідних. Зазвичай, ефективність виробництва визначається через витрати часу і ресурси, які повинні бути мінімальними, у зв'язку з цим її іноді прирівнюють до продуктивності процесу.

Безліч об'єктів за межами системи називаються навколишнім середовищем і являються компонентом входу.

У вертикальному напрямі даються поняття ієрархічної побудови систем управління різними процесами менеджменту якості (виробничо-технологічними, економічними, технічними, організаційними тощо). Ієрархічним системам управління відповідають багатоцільові і багаторівневі системи ухвалення рішень.

У нормативному варіанті дається вербальний опис цих систем і переважає гіпотетичне відображення рівнів опису, рівнів послідовних стадій вироблення рішень і організаційних рівнів. Для їх відмінності вводяться відповідні терміни: страти, шари і ешелони. Поняття систем в неявному вигляді підсистем і їх взаємозв'язку формують вербально (по ідеології теорії множин). У топологічному моделюванні використовується граф моделі системи управління якістю, яка заснована на процесному підході. Модель не показує процеси на детальному рівні, але помітно підкреслює роль керівника-координатора. Увага акцентується на принципах координації з виділенням:

- прогнозування взаємодій;
- оцінки взаємодій;
- узгодження взаємодій.

Суттєву роль грає постулат сумісності (узгодженості) цілей, на досягнення яких спрямована діяльність органів управління різних рівнів. Виконання цього постулату еквівалентне правильному вибору цілей і постановці завдань перед всіма органами управління, що входять до системи, і гарантує можливості розумного поєднання централізованого і децентралізованого керування складною системою управління якістю. В цьому випадку, просування до глобальної мети, що постає перед системою, може бути здійснено за рахунок відповідної

координації діяльності автономних підсистем. При сумісності цілей в ієрархічній системі глобальна мета системи і мета керівника не повинні суперечити один одному, а останній чинник координує рішення.

Керівники впливають на організацію із середини, щоб поліпшити її функціонування. Для цих цілей модель організації, побудована за принципом «вхід – вихід» в горизонтальному напрямі, виявляється непридатною і обмежується внутрішнім описом систем управління якістю. Керівник може впливати на працівника – члена організації – за допомогою:

- чинників, що пов'язані з його цілями;
- чинників, що пов'язані з очікуваними наслідками його рішень;
- чинників, що пов'язані з набором альтернативних дій і які існують на момент ухвалення рішення. Це означає втручання відповідно на рівні цілей, на рівні уявлень (моделей) і на рівні обмежень.

Системні поняття розглянутих поясів в сукупності складають загальну структурну базу системи управління якістю і не зводяться до простого їх набору, а потребують розробки власних методів побудови. Вони особливо важливі для системи управління якістю з вербальним описом.

Вимоги до якості продукції

Для задоволення потреб необхідно їх виявлення і приведення до характеристик у відповідності з заданими вимогами на основі певних критеріїв, що повністю відображають встановлені і передбачувані потреби споживача.

Вимоги до якості продукції – це вираз певних потреб або їх переклад в набір кількісно або якісно встановлених вимог щодо характеристик об'єкту для подальшої їх реалізації або перевірки.

Задані кількісні вимоги до характеристик якості є номінальними значеннями, відносними значеннями, граничними відхиленнями і допусками. Вони утворюють градацію: клас, сорт, категорія або розряд, які привласнені різним вимогам (потреbam або очікуванням, що встановлені, передбачаються або є обов'язковими) до якості продукції або систем, що мають те ж саме функціональне використання. При визначенні вимог до якості існує необхідність встановлення градації.

Вимоги, які не можуть бути виражені кількісно, представлені у вигляді описів і характеристик.

Встановлення кількісних вимог до якості продукції – найважливіша умова їх розробки, виробництва, постачання, реалізації, споживання.

Зміст вимог визначається рівнем економічного розвитку країни; цілями і завданнями, які ставлять перед собою суспільство, організація; ступенем насичення потреб та багатьма іншими чинниками.

З досвіду управління якістю підприємств, що успішно виготовляють продукцію високої якості, витікає, що основними орієнтирами при розробці нової продукції є перш за все явні, приховані і потенційні потреби споживача. Безпомилкове визначення потреб і ретельне використання інформації про них при формуванні вимог до продукції є першорядним завданням підприємств.

Законодавчою основою вимог щодо якості служать закони України «Про захист прав споживачів» від 12.05.91 № 1023 - XII, «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.91 р. № 1268 - XII, «Про пожежну безпеку» від 17.12.93 № 3247 – XII, «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.94 р. № 4005 - XII, нормативні документи, санітарні правила, норми і гігієнічні нормативи.

До нормативних документів відносяться:

- державні стандарти України;
- використані в установленому порядку міжнародні (регіональні) стандарти, правила, норми і рекомендації;
- стандарти галузей, стандарти підприємств;
- стандарти науково-технічних, інженерних суспільств та інших суспільних об'єднань.

Державні стандарти України розробляються на продукцію і послуги, що мають міжгалузеве значення. Вони повинні містити:

- вимоги до безпеки продукції і послуг для навколишнього середовища, життя, здоров'я і майна, вимоги до техніки безпеки і виробничої санітарії;
- вимоги технічної і інформаційної сумісності, а також взаємозамінності продукції;
- основні споживчі (експлуатаційні) характеристики продукції; методи їх контролю, вимоги до упаковки, маркування, транспортування, зберігання, застосування і утилізації продукції;
- правила і норми, що забезпечують технічну і інформаційну єдність при розробці, виробництві, використанні (експлуатації) продукції.

Для забезпечення державного захисту інтересів України і конкурентоспроможності вітчизняної продукції в ДСТУ містяться попередні вимоги на перспективу, що випереджають можливості традиційних технологій. Стандарти, що не містять перспективних вимог, оновлюються відповідно до потреб населення і економіки країни.

Стандарти встановлюють вимоги до якості на всіх стадіях життєвого циклу продукції і застосовуються всіма учасниками цих процесів.

Вимоги до якості продукції містяться також в загальних технічних умовах (ТУ).

Вимоги до якості продукції конкретних груп складні і багатогранні, в узагальненому вигляді описуються в спеціальній літературі.

Вимоги до якості продукції підрозділяються на соціальні, функціональні, ергономічні, естетичні, надійності, безпеки, екологічні, а також вимоги до якості виготовлення.

Ступінь документування системи управління якістю однієї організації може відрізнятися від системи іншої за:

- розміром організації та видом її діяльності;
- складністю і взаємодією процесів;
- компетенцією персоналу.

Документація може бути надана в будь-якій формі і на будь-якому носії.

Організація повинна розробити і підтримувати в робочому стані керівництво з якості, що містить:

- галузь застосування системи управління якістю;
- документування процедури, розробленої для системи управління якістю;
- опис взаємодії процесів системи управління якістю.

Документами і нотатками системи управління якістю потрібно керувати.. Записи повинні вестися і підтримуватися в робочому стані для надання свідоцтв відповідності вимогам і результативності функціонування системи. Вони повинні бути чіткими, такими, що легко ідентифікувалися і відновлювалися. Потрібно розробити документовану процедуру для визначення засобів керування, які потрібні при ідентифікації, зберіганні, захисті, відновленні, визначенні термінів збереження і вилучення записів.

Організація повинна розробити і підтримувати в робочому стані керівництво з якості.

5.2. Нормативне супроводження систем управління якістю

Успішне керівництво і управління організацією вимагає систематичного і відкритого менеджменту. Менеджмент організації включає загальний менеджмент адміністративної діяльності і менеджмент якості. Організація повинна розробити, задокументувати, впровадити, підтримувати в робочому стані систему управління якістю, постійно покращувати її результативність за рахунок вдосконалення процесів.

Організація повинна:

- визначати процеси, які необхідні для системи управління якістю, і їх застосування на всіх рівнях організації;
- визначати послідовність і взаємодію цих процесів;
- визначати критерії і методи, необхідні для забезпечення результативності як при здійсненні, так і при керуванні цими процесами;
- забезпечити наявність ресурсів і інформації, необхідних для підтримки цих процесів і їх моніторингу;
- здійснювати моніторинг, вимірювання і аналіз цих процесів;
- приймати заходи, що необхідні для досягнення запланованих результатів і постійного поліпшення цих процесів.

У випадку, коли організація вирішує передати стороннім організаціям виконання будь-якого процесу, що впливає на відповідність продукції вимогам, вона повинна забезпечувати зі свого боку контроль за таким процесом. Керування, в цьому випадку, повинно бути визначене в системі управління якістю.

В процеси слід включати процеси управлінської діяльності керівництва, забезпечення ресурсами, процеси життєвого циклу продукції і вимірювання.

Після визначення специфічних процесів для організації проводять оцінку ефективності кожного з них. При цьому, орієнтація на визначення внеску даного процесу в створенні доданої вартості є основою для об'єктивної оцінки. Під створенням доданої вартості розуміється вся діяльність і всі процедури, які потрібні для функціонування підприємства в цілому (розглядаються з позиції

довгострокового виживання підприємства). При цьому, вищими пріоритетами і цілями є прибуток, продуктивність і поліпшення положення підприємства на ринку, підвищення задоволеності замовника, мотивація співробітників і поліпшення результатів діяльності підприємства. Виходячи з цього, на підприємстві не може бути підрозділів, які не беруть участь в процесі створення доданої вартості.

Безперервне поліпшення менеджменту систем і процесів на підприємстві, поліпшення якості продукції створюють атмосферу довіри всередині підприємства і забезпечують довготривалий успіх.

Технічним Комітетом міжнародної організації ISO ТК–176 «Управління якістю і забезпечення якості» прийняті в новій версії міжнародні стандарти сімейства ISO 9000 для системи менеджменту якості – ISO 9000, ISO 9001 і ISO 9004. Держстандарт України затвердив і ввів в дію відповідні їм українські державні стандарти та почав їх впроваджувати в організаціях. До нових нормативних документів прямого використання, що встановлюють основні положення систем управління якістю, відносяться наступні: ДСТУ ISO 9000–2001 «Системи менеджменту якості. Основні положення і словник».

Даний стандарт можуть використовувати:

- організації, які прагнуть добитися переваги за допомогою впровадження системи управління якістю;
- організації, які прагнуть отримати впевненість в тому, що їх задані вимоги до продукції будуть виконані постачальниками;
- користувачі продукції;
- особи, які зацікавлені в єдиному розумінні термінології, яка вживається в менеджменті якості;
- ті сторони, які є внутрішніми або зовнішніми по відношенню до організації, що оцінюють систему управління якістю або перевіряють її на відповідність вимогам ДСТУ ISO 9001 (наприклад, аудитори, органи по сертифікації/реєстрації);
- ті сторони (внутрішні або зовнішні по відношенню до організації), які консультують або проводять навчання за системою управління якістю, яка відповідає даній організації;
- розробниками відповідних стандартів.

ДСТУ ISO 9001–2001 «Системи менеджменту якості. Вимоги» встановлює вимоги щодо системи управління якістю, які можуть використовуватися для внутрішнього застосування організаціями в цілях сертифікації або укладення контракту. Стандарт спрямований на результативність системи управління якістю при виконанні вимог споживачів.

ДСТУ ISO 9004–2001 «Системи менеджменту якості. Рекомендації по поліпшенню діяльності» містить рекомендації, які виходять за рамки вимог, наведених в ДСТУ ISO 9001, і включають розгляд результативності і ефективності системи менеджменту якості, а отже, і потенціалу щодо поліпшення всієї діяльності організації. В порівнянні з ДСТУ ISO 9001, мета яких спрямована на задоволеність споживачів і якість продукції є розширеними: до них включені задоволеність всіх зацікавлених сторін

і діяльність організації в цілому. Особлива увага в даному стандарті зосереджена на досягненні постійного поліпшення, яке вимірюється ступенем задоволеності споживачів та інших зацікавлених сторін; він містить методичні вказівки і рекомендації.

Стандарти сімейства ISO 9000 не містять конкретних рекомендацій відносно інших систем управління, таких, як системи охорони навколишнього середовища, системи професійного здоров'я і безпеки, фінансовий менеджмент або менеджмент ризику. Проте, вони дозволяють організації погоджувати або інтегрувати власну систему управління якістю з відповідними процесно-орієнтованими системами.

Підходи систем управління якістю, наведені в сімействі стандартів ДСТУ ISO 9000-2001 «Система управління якістю. Основні положення і словник» і моделі досконалості засновані на загальних принципах. Обидва цих підходи:

- дають можливість організації виявити свої сильні і слабкі сторони;
- містять положення щодо оцінки порівняно із загальними моделями;
- забезпечують основу для постійного поліпшення;
- включають способи зовнішнього визнання.

Відмінність між підходами систем управління якістю сімейства ISO 9000 та моделями досконалості полягають в їх областях застосування. Стандарти сімейства ISO 9000 містять вимоги до систем управління якістю і рекомендації щодо поліпшення діяльності; оцінювання систем управління якістю встановлюється виконанням цих вимог. Моделі досконалості містять критерії, що дозволяють проводити порівняльну оцінку всіх видів діяльності організації, і забезпечують організації базу для порівняння її діяльності з діяльністю інших організацій.

Впровадження стандартів ISO 9000–2000 дозволяє досягти:

- взаєморозуміння і довіру між постачальниками і споживачами продукції з різних країн світу при підписанні контрактів;
- взаємне визнання сертифікатів на системи якості, виданих акредитованими органами з сертифікації в різних країнах світу на основі використання єдиних стандартів при проведенні сертифікаційних перевірок (аудитів);
- надання методичної допомоги організаціям в створенні ефективно функціонуючих систем управління якістю.

Нові версії стандартів ISO 9000 з нормативною моделлю носять яскраво виражений ринковий характер (рис. 5.1) і відрізняються тим, що орієнтовані на споживача. Вони включають в свій арсенал менеджмент ресурсів і процесний підхід, припускають лідируючу роль керівництва організації і активне залучення персоналу до всіх аспектів її діяльності. Механізм досягнення цих переваг розроблений в стандартах ISO 9000 і широко застосовується в Україні, де гостро відчувається необхідність в створенні конкурентоздатної продукції і підвищенні ефективності роботи підприємств.

Вербальний опис систем з формалізованими елементами в стандартах спрямований на виконання формальних вимог і є початковим етапом

організації робіт стосовно управління, що є явно недостатнім на сьогоднішній час. Розробники систем управління якістю, які ухвалюють вирішальні технічні, економічні і управлінські рішення, вимушені переважно покладатися на розвиток комп'ютерної техніки і математичних методів кібернетики, системного аналізу, дослідження операцій і ухвалення рішення, економіко-математичного моделювання, а також теорії автоматичного управління.

Управління документацією здійснюється з метою забезпечення підрозділів і посадових осіб необхідною документацією для виконання ними своїх функцій і встановлює порядок її обліку, видачі, зберігання і анулювання. Документація включає конструкторську документацію; технологічну документацію; нормативну документацію за стандартизації; внутрішню організаційно-розпорядну документацію; документи зовнішнього походження. Управління документацією здійснюється відповідно до нормативної методичної документації.



Рис. 5.1. Модель системи управління якістю, заснована на процесному підході

Керівництво і плани з якості розробляються згідно вимог стандартів серії ISO 9000.

Принципи менеджменту якості – це керівна ідея, основні положення, вимоги, рекомендації щодо поліпшення діяльності, яким слідують керівники в здійсненні управління; вони є однією із основних форм свідомого використання об'єктивних законів керування в практику систем управління якістю.

Для успішного керівництва організацією та її функціонуванням необхідно здійснювати управління систематично, відкрито, а також прозорим способом. Успіх досягається в результаті впровадження і підтримки в робочому стані системи управління якістю, що розроблена для постійного поліпшення діяльності з урахуванням потреб всіх зацікавлених сторін.

З метою підвищення ефективності керівництва і поліпшення діяльності організації визначені наступні принципи менеджменту якості.

1. *Орієнтація на споживача.* Організації залежать від своїх споживачів і тому повинна розуміти їх поточні і майбутні потреби, виконувати їх вимоги і прагнути перевершити їх очікування.
2. *Лідерство керівника.* Керівники забезпечують єдність мети і наряду діяльності організації. Їм слід створювати і підтримувати внутрішнє середовище, в якому працівники можуть бути повністю залучені до вирішення поставлених завдань організації.
3. *Залучення працівників.* Працівники всіх рівнів складають основу організації та їхнє повне залучення дає можливість організації з користю використовувати їхні здібності.
4. *Процесний підхід.* Бажаний результат досягається ефективніше у випадку, коли діяльністю і відповідними ресурсами управляють як процесом.
5. *Системний підхід до управління.* Виявлення, розуміння і управління взаємопов'язаними процесами як системи сприяють результативності і ефективності організації при досягненні її цілей.
6. *Постійне поліпшення.* Постійне поліпшення діяльності організації в цілому слід розглядати як її незмінну мету.
7. *Ухвалення рішень, що засноване на фактах.* Ефективні рішення ґрунтуються на аналізі даних і інформації.
8. *Взаємовигідні відносини з постачальниками.* Організація та її постачальники є взаємозалежними особами, і відносини взаємної корисності підвищують здатність обох сторін створювати цінності. Постачальником може бути організація, що надає продукцію (виробник, оптовик, підприємство роздрібної торгівлі або продавець продукції, постачальник інформації, виконавець послуг).

5.3. Декомпозиція систем управління якістю

Нормативна система управління якістю, що розчленована при аналізі, має структуру з концептуальною декомпозицією. Процеси також підлягають розчленуванню до тих пір, поки їх тривалість не стає рівною нулю, оскільки окремо взятий процес завжди можна розділити на попередній і подальший процеси відповідно до певного моменту. Така декомпозиція характерна для системи управління якістю, тому що вона пов'язана з причиною і наслідком в тимчасовій послідовності. Вона є кінцевою з складовими системи, об'єктом, елементом та бути розчленованою за базовими поясами у вигляді дерева декомпозиції із наявним складом.

Склад – це потенційно інтегрована база даних, що використовується при подальшій композиції похідних систем управління якістю. Необхідною умовою декомпозиції системи управління якістю є моделювання.

Склад нормативної системи управління якістю розглядається нижче.

Лідерство вищого керівництва, його зобов'язання і активна участь є вирішальними при розробці і підтримці в робочому стані результативної і ефективної системи управління якістю з метою досягнення корисності для всіх зацікавлених сторін. Цього можна досягти шляхом виявлення, підтримки і підвищення задоволеності споживачів.

Отже, перед вищим керівництвом стоїть завдання розглянути наступні заходи:

- розробка прогнозу, політики і стратегічних цілей, що відповідають призначенню організації;
- демонстрація на власному прикладі стилю управління, що забезпечує довіру персоналу;
- доведення до відома персоналу до наряду діяльності організації, цінностей, що пов'язані з якістю і системою управління якістю;
- участь в проектах щодо поліпшення, пошуку нових методів, рішень та розробки нової продукції;
- отримання зворотнього зв'язку безпосередньо за результативністю та ефективністю системи управління якістю;
- визначення процесів життєвого циклу, що додають цінність продукції на користь організації;
- визначення допоміжних процесів, що впливають на результативність і ефективність процесів життєвого циклу продукції;
- створення середовища, яке сприятиме залученню і розвитку працівників;
- забезпечення організаційної структури і ресурсів, необхідних для підтримки стратегічних планів організації.

Вищому керівництву слід також визначити методи вимірювання діяльності організації, щоб встановити, чи є досягнутими заплановані цілі, які включають:

- вимірювання фінансових показників;
- вимірювання показників виконання процесів по всій організації;
- зовнішні вимірювання, такі, як порівняння з кращими досягненнями і оцінка третьою стороною;
- оцінку задоволеності споживачів, працівників організації та інших зацікавлених сторін;
- оцінку сприйняття споживачами та іншими зацікавленими сторонами характеристик продукції, що постачається;
- вимірювання інших показників успіху, визначених керівництвом організації.

Інформацію, отриману в результаті таких вимірювань і оцінок, рекомендується розглядати як вхідні дані для аналізу з боку керівництва, щоб

переконатися, що постійне поліпшення системи управління якістю є рушійною силою вдосконалення діяльності організації.

При розробці, впровадженні і управлінні системою управління якістю організації вищому керівництву необхідно слідувати принципам управління якістю.

Виходячи з цих принципів, вищому керівництву потрібно підтверджувати лідерство і зобов'язання у відношенні:

- розуміння поточних і майбутніх потреб та очікувань споживачів, що доповнюють вимоги;
- роз'яснення політики і цілей для підвищення розуміння, мотивації і залучення працівників організації;
- постановки мети постійного поліпшення всіх процесів, що виконуються в організації;
- планування майбутніх змін організації та менеджменту;
- встановлення і доведення до персоналу основ діяльності щодо досягнення задоволеності зацікавлених сторін.

На додаток до постійного поліпшення вищому керівництву необхідно також розглядати проекти прориву, що ведуть до зміни процесів, як способу поліпшення діяльності організації. В ході таких змін керівництву слід робити кроки до забезпечення ресурсами і обміну інформацією, необхідні для підтримки функцій системи управління якістю.

Вищому керівництву необхідно визначити процеси життєвого циклу продукції, оскільки від них безпосередньо залежить успіх організації. Вищому керівництву слід також визначити ті допоміжні процеси, які впливають на результативність і ефективність процесів життєвого циклу, або на запити і очікування зацікавлених сторін.

Керівництву треба переконатися, що процеси є результативною і ефективною системою. Керівництво повинно аналізувати і оптимізувати взаємодію цих процесів, розглядаючи при цьому як процеси життєвого циклу продукції, так і допоміжні процеси.

Необхідно звернути увагу на:

- проектування послідовних і взаємодіючих процесів для ефективного досягнення бажаних результатів;
- чітке визначення і управління входами процесів, їх реалізацією і виходами;
- моніторинг входів і виходів для верифікації того, що окремі процеси є взаємозв'язаними і виконуються результативно та ефективно;
- визначення та усунення ризику, а також використання можливостей для поліпшення діяльності;
- проведення аналізу даних, що сприяють постійному поліпшенню процесів;
- визначення керівників процесів і надання їм повноти відповідальності та певних повноважень;
- менеджмент кожного процесу для досягнення цілей цього процесу;
- потреби і очікування зацікавлених сторін.

В будь-якій організації є зацікавлені в її діяльності сторони, кожна з яких має свої потреби і очікування.

Зацікавлені сторони організацій включають:

- споживачів і кінцевих користувачів;
- працівників організації;
- власників/інвесторів (таких, як акціонери, окремі особи або групи, що включають суспільний сектор та мають конкретний інтерес в організації);
- постачальників і партнерів;
- різні об'єднання і державні структури, на які організація або її продукція мають безпосередній вплив.

Успіх організації залежить від розуміння і задоволення поточних і майбутніх потреб, а також очікувань нинішніх і потенційних споживачів і кінцевих користувачів, що в першу чергу залежить від розуміння і обліку потреб та очікувань зацікавлених сторін.

Для розуміння і задоволення потреб, очікувань зацікавлених сторін організації необхідно:

- визначити свої зацікавлені сторони і підтримувати здатність збалансовано відповідати на їх потреби і очікування;
- перетворити певні потреби і очікування у вимоги;
- довести вимоги до відома всього персоналу організації;
- концентруватися на поліпшенні процесів з метою забезпечення цінностей для зацікавленості сторін.

Для задоволення потреб і очікувань споживачів і кінцевих користувачів керівництву організації слід:

- зрозуміти потреби і очікування своїх споживачів, зокрема потенційних;
- встановити основні характеристики продукції, що призначена для її споживачів і кінцевих користувачів;
- визначити і оцінити конкурентну обстановку на ринку;
- визначити можливості ринку, слабкі сторони і майбутні переваги в конкурентній боротьбі.

Приклади потреб і очікувань споживачів і кінцевих користувачів продукції організації полягають у наступному:

- відповідність вимогам;
- надійність;
- наявність;
- постачання;
- діяльність після завершення життєвого циклу продукції;
- ціна і вартість життєвого циклу продукції;
- безпека продукції;
- відповідальність за якість продукції;
- вплив на навколишнє середовище.

Організації слід визначити потреби і очікування своїх працівників, у визнанні їх діяльності, задоволеності роботою, а також в їх розвитку. Така

увага допомагає забезпечувати якнайповніше залучення і найбільш сильну мотивацію працівників. Організації слід визначити фінансові та інші результати, що відповідають встановленим потребам і очікуванням власників та інвесторів.

Керівництву необхідно враховувати потенційну корисність для організації від встановлення партнерства з постачальниками з метою створення цінності для обох сторін. Партнерство слід базувати на основі сумісної стратегії, обміну знаннями, а також на розподілі доходів і збитків.

При встановленні партнерських відносин організації потрібно:

- визначити основних постачальників та інші організації як потенційних партнерів;
- спільно досягти чіткого розуміння потреб щодо очікувань споживачів;
- спільно досягти чіткого розуміння потреб і очікувань партнерів;
- поставити цілі, що забезпечують можливості постійного партнерства.

При розгляді своїх відносин з суспільством організації необхідно:

- демонструвати свою відповідальність в області здоров'я і безпеки;
- враховувати вплив на навколишнє середовище, включаючи при цьому збереження енергії і природних ресурсів;
- ідентифікувати застосовувані законодавчі вимоги;
- ідентифікувати поточну і потенційну дію своєї продукції, процесів і діяльності на суспільство.

Керівництву слід забезпечувати знання організацією законодавчих та інших обов'язкових вимог, які застосовні до продукції, процесів і діяльності, і включити ці вимоги в систему управління якістю. Слід також звертати увагу на:

- роз'яснення відповідності поточним і перспективним вимогам з погляду етики, результативності і ефективності;
- корисність для зацікавлених сторін від підвищення відповідності вимогам.

Політика і цілі у сфері якості. Політика і цілі у сфері якості встановлюються для того, щоб служити орієнтиром для організації. Вони визначають бажані результати і сприяють використанню організацією ресурсів для її досягнення. Політика у сфері якості забезпечує основу для розробки і аналізу цілей в області якості. Мету у сфері якості потрібно узгоджувати з політикою у сфері якості та прихильністю до постійного поліпшення, а результати повинні бути такими, що вимірюються. Досягнення цілей у сфері управління якістю може позитивно впливати на якість продукції, ефективність роботи і фінансові показники і, відповідно, на задоволеність та упевненість зацікавлених сторін.

Політика у сфері якості – це ті основні напрями і цілі організації в області якості, що офіційно сформульоване вищим керівництвом.

Першими питаннями, з якими стикаються при визначенні політики якості як елементу загальної політики, є питання щодо з'ясування її ролі в діяльності підприємства і співвідношенні політики і стратегії підприємства.

В управлінні якістю встановлена наступна ієрархія понять: місія підприємства, мета, тактика, політика. При цьому, політика розуміється як набір додаткових орієнтирів для правильного напрямку діяльності щодо реалізації прийнятої стратегії. Так, місія підприємства полягає в задоволенні суспільних потреб в продукції, а головна мета – в підвищенні частки на ринках збуту, що характеризується стратегією нарощування виробництва. Для реалізації такої стратегії підприємством приймається загальна політика, яка передбачає зниження витрат і підвищення конкурентоспроможності, підвищення продуктивності праці, тісну співпрацю з постачальниками, введення нічної зміни. В цьому випадку, політика якості наочно витікає із загальної політики – із завдання підвищення конкурентоспроможності продукції, що випускається, і, у свою чергу, повинна містити основні напрями робіт та цілі підприємства в області якості. Інакше кажучи, політика якості – це орієнтир для загального напрямку діяльності підприємства в області якості.

Оформляється політика з якості у вигляді короткої заяви керівника підприємства і, як правило, включається до «Керівництва з якості», яке є описом системи якості і представляється замовникам при наданні контрактів.

Основними чинниками, що впливають на формування політики в області якості, є: ситуація на ринках збуту, науково-технічний прогрес і досягнення рівня конкурентів, положення справ всередині підприємства, а також загальний стан економіки і наявність інвестицій для розвитку підприємства.

В умовах стабільного розвитку економіки основними напрямками політики з якості повинні бути: активне проведення досліджень, розробка перспективних проектів, впровадження передових технологій з метою випередження конкурентів на ринках збуту.

У кризові періоди, при спаді виробництва і браку інвестицій, у політиці з якості передбачають збереження досягнутого рівня якості, здатної на певний проміжок часу підтримати попит на продукцію. Тому, головним напрямом у політиці з якості в кризових ситуаціях повинно бути використання всіх наявних внутрішніх резервів для підтримки якості і пошуку таких рішень, які дозволили б без зниження якості скоротити витрати. Додатково, до цього доцільно передбачити більш активну співпрацю із замовниками і постачальниками з метою сумісного подолання труднощів.

В такі періоди необхідно також передбачити постійний аналіз економічної ситуації в країні з метою оперативного використання будь-яких можливостей для поліпшення якості, які з'являтимуться на тлі виходу економіки з кризи.

Політика організації у сфері якості повинна бути рівноправною і узгодженою частиною загальної політики і стратегії організації. При розробці політики в області якості вищому керівництву слід враховувати:

- рівень і вид майбутніх покращень, які необхідні для успішної діяльності організації;
- очікуваний або бажаний ступінь задоволеності споживачів;
- розвиток працівників організації;
- потреби і очікування інших зацікавлених сторін;

- ресурси, які необхідні для виходу за рамки вимог ISO 9001;
- потенційний внесок постачальників і партнерів.

Політика у сфері якості може використовуватися для поліпшення, якщо вона:

- узгоджується з прогнозом і стратегією вищого керівництва за перспективами організації;
- дозволяє зрозуміти і досягати цілі в області якості у всій організації;
- підтверджує прихильність вищого керівництва до якості і зобов'язання забезпечувати досягнення цілей адекватними ресурсами;
- допомагає роз'ясненню прихильності до якості всіма членами організації при чіткому лідерстві вищого керівництва;
- включає постійне поліпшення, що пов'язане із задоволенням потреб і очікувань споживачів та інших зацікавлених сторін;
- ефективно сформульована та уміло доведена до відома всього персоналу.

Як і інші види політики, що відносяться до бізнесу, політику в області якості слід періодично аналізувати.

Цілі у сфері якості – це цілі, яких досягають, до яких прагнуть або які повинні бути досягнуті в майбутньому в області якості. Цілі у сфері якості, зазвичай, базуються на політиці організації у сфері якості і виявляються в системній впорядкованості парадигми якості, яка пов'язана в наступному:

- процеси існують, щоб задовольняти потреби людей та суспільства;
- процеси є корисними, якщо вони додають цінність для людей і суспільства;
- бажання і потреби різні в часі та просторі (для різних націй і культур);
- процеси різні в різних культурах і у різних націй;
- потреби і процеси їх задоволення можуть бути змодельовані і відстежені з використанням статистичного аналізу;
- краща модель процесу задоволення потреб суспільства повинна бути прийнята керівництвом при безпосередній участі кожного члена суспільства.

Вказаний прояв цілей носить яскраво виражений ринковий характер. Головною перевагою прояву є те, що воно орієнтоване саме на споживача, включає в свій арсенал менеджмент ресурсів і процесний підхід, припускає пріоритетну роль керівництва організації і активне залучення персоналу у всі аспекти її діяльності. Цілі системи повинні відповідати наявним в її розпорядженні ресурсам.

Цілі у сфері якості орієнтовані на певний інтервал часу, конкретні, адресні, контрольовані, несуперечливі і узгоджені з іншими цілями і ресурсами організації; разом із стратегічними вони спрямовані на велику кількість поточних і оперативних завдань. Процес усвідомлення і формулювання цілей є одним з перших і найсуттєвіших елементів процесу управління якістю.

Кількість і різноманітність цілей менеджменту якості настільки велика, що без комплексного системного підходу до визначення їх складу не може обійтися жодна організація, незалежно від її розмірів, спеціалізації, вигляду,

форми власності. Як зручний і апробований на практиці інструмент використовують побудову цільової функції у вигляді деревовидного графу – дерева цілей. За допомогою дерева цілей описується їх впорядкована ієрархія, для чого здійснюється послідовна декомпозиція головної мети на підцілі за наступними правилами:

- загальна мета, що знаходиться у вершині графу, повинна містити опис кінцевого результату;
- при розгортанні загальної мети в ієрархічній структурі цілей, виходять з того, що реалізація підцілей кожного подальшого рівня є необхідною і достатньою умовою досягнення мети попереднього рівня;
- при формулюванні цілей різних рівнів необхідно описувати бажані результати, але не способи їх отримання;
- підцілі кожного рівня повинні бути незалежні один від одного;
- фундамент дерева цілей повинен складати завдання, що є формулюванням робіт, які можуть бути виконані певним способом і в заздалегідь встановлені терміни.

Кількість рівнів декомпозиції залежить від масштабів і складності поставлених цілей, від прийнятої в організації структури, від ієрархічності побудови її менеджменту якості.

Важливим моментом цілеполягання є моделювання не тільки ієрархії цілей, але і їх динаміки в аспекті якості за певний період часу. Динамічна модель є особливо корисною при розробці перспективних планів підприємства і прогнозуванні менеджменту якості на певний проміжок часу. Процес цілеполягання тісно пов'язаний з прогнозом і планом та знаходиться ніби між ними.

Цілеполягання у невідповідності до фактичного стану якості призводить до виникнення проблеми. Розробка плану дії щодо усунення проблеми покладається на політику у сфері управління якістю. Проблема завжди пов'язана з певними умовами менеджменту якості, які узагальнено називають *ситуацією*. Сукупність проблеми і ситуації утворює *проблемну ситуацію* в управлінні якістю.

Під *проблемою управління* розуміють досягнення визначених за величиною показників якості продукції відповідно до поставлених цілей, при яких досягаються максимальна раціональність, ефективність, вдосконалення використання.

Інформацію про фактичний стан якості об'єкту управління отримують із зіставлення реальних його параметрів з параметрами, що задані програмою управління якістю продукції. Програма управління гарантує якість за цілями фаз створення виробів. Програмою в системі управління якістю є стандарт на технічні умови продукції.

Суб'єктом, що встановлює цілі, є особа, яка формує політику в області якості. Це може бути одна особа або група осіб, що розробляють колективне групове рішення.

У встановленні цілей формуються альтернативні (взаємовиключні) варіанти рішень та оцінюється їх перевага.

Перевага – це інтегральна оцінка цілей в області якості, заснована на об'єктивному аналізі (знанні, досвіді, постановці обчислювальних і натурних

експериментів) і суб'єктивному розумінні цінності, ефективності поставлених цілей.

Для здійснення вибору найсуттєвіших цілей визначають критерії вибору цілей. Групові рішення проводять вибір цілей на основі принципу узгодженості. Кінцевим результатом вибору цілей є розпорядження до дії. Дія допустима, якщо вона задовольняє обмеженням: ресурсним, правовим, морально-етичним; у граничному позитивному рішенні воно буде оптимальною.

Узагальненою характеристикою вибору цілей є ефективність, яка включає ефект рішення, що визначає ступінь досягнення цілей, який віднесено до витрат на їх досягнення. Вибір є тим ефективнішим, чим більшим є ступінь досягнення цілей та меншими є витрати на їх реалізацію.

Вище керівництво організації забезпечує, щоб цілі в області якості включали в себе ті, які необхідні для виконання вимог стосовно продукції, були встановлені у відповідних підсистемах і на відповідних її рівнях. Цілі в області якості повинні бути вимірними та узгодженими з політикою в області якості.

Відповідальність, повноваження і обмін інформацією. Вищому керівництву слід визначити і довести до персоналу відповідальність і повноваження з метою впровадження та підтримки в робочому стані результативної, ефективної системи управління якістю. Персонал наділяється повноваженнями брати участь в досягненні цілей в області якості, а також відповідальністю за прийняті ним зобов'язання. Призначається представник з складу керівництва, який незалежно від інших обов'язків повинен нести відповідальність і мати повноваження, що розповсюджуються на:

- забезпечення розробки, впровадження і підтримки в робочому стані процесів, що потрібні для системи управління якістю;
- представлення звітів вищому керівництву про функціонування системи МК і про необхідність поліпшення;
- сприяння розповсюдженню розуміння вимог споживачів по всій організації.

Забезпечується розробка в організації відповідних процесів обміну інформацією, зокрема по питанням результативності системи управління якістю. Забезпечення такою інформацією може допомогти в поліпшенні діяльності організації і безпосередньо залучає її працівників щодо досягнення цілей в області якості. Керівництву слід активно заохочувати зворотній зв'язок і отримання інформації від працівників організації.

Обмін інформацією може включати:

- інформування, що проводиться керівництвом на робочих ділянках;
- групові брифінги та інші наради – наприклад щодо визнання досягнень;
- використання дошок оголошень, внутрішньої преси;
- електронні засоби.

Планування. Стратегічне планування і політика в області якості забезпечують організації основу для постановки цілей в області якості. Вищому керівництву слід розробити цілі, спрямовані на поліпшення діяльності

організації. Метою організації є вимірність, що дає можливість сприяти результативному і ефективному аналізу, який проводиться керівництвом.

При розробці цих цілей необхідно враховувати:

- фактичні і майбутні потреби організації та ринків, що обслуговуються;
- відповідний аналіз з боку керівництва;
- фактичні характеристики продукції і показники процесів;
- рівні задоволеності зацікавлених сторін;
- результати самооцінки;
- порівняння з кращими досягненнями, результатами аналізу конкурентів, можливості для поліпшення;
- ресурси, необхідні для досягнення цілей.

Метою в області якості є доведення до відома працівників організації засобом, який дає їм можливість брати участь в їх досягненні. Слід визначити відповідальність за розгортання цілей в області якості. Мету необхідно систематично аналізувати і переглядати. Вище керівництво організації повинно забезпечувати встановлення цілей в області якості у відповідних підрозділах і на відповідних її рівнях. Цілі у сфері якості повинні бути вимірними і такими, що можуть погоджуватись з політикою в області якості.

Керівництво повинно взяти на себе відповідальність за планування якості продукції організації. Це планування слід спрямувати на визначення процесів, які необхідні для результативного і ефективного досягнення цілей, а також виконання вимог щодо якості, відповідних стратегії організації.

Вхідними даними для результативного і ефективного планування є:

- стратегія організації;
- певна мета організації;
- певні потреби і очікування споживачів та інших зацікавлених сторін;
- оцінка законодавчих та інших обов'язкових вимог;
- оцінка даних стосовно характеристики продукції;
- оцінка даних стосовно показників процесів;
- уроки, що удосконалюють попередній досвід;
- вказані можливості для поліпшення;
- оцінка відповідних ризиків та даних про їх зменшення.

Вихідні дані планування якості продукції для організації визначають процеси життєвого циклу продукції і допоміжні процеси, що включають:

- необхідні для організації навички і знання працівників;
- відповідальність і повноваження для здійснення планів щодо поліпшення процесів;
- необхідні ресурси, такі, як фінансові і інфраструктурні;
- сукупність показників для оцінки поліпшення діяльності організації;
- потреби в поліпшенні, які включають засоби і методи;
- потреби в документації, які включають нотатки.

Вихідні дані необхідно систематично аналізувати для забезпечення результативності і ефективності процесів організації.

Аналіз з боку керівництва. Вищому керівництву необхідно розповсюдити аналіз з боку керівництва за межі верифікації результативності і ефективності системи управління якістю і перетворити цей аналіз на процес, що охоплює всю організацію, який також оцінює ефективність системи. Аналіз з боку керівництва слід перетворити на критерій по обміну новими ідеями з лідерством вищого керівництва, що стимулює, відкриту дискусію і оцінку вхідних даних.

З боку керівництва треба управляти здійсненням процесів життєвого циклу продукції і допоміжних процесів за допомогою системного аналізу, заснованого на принципах менеджменту якості. Частота аналізу встановлюється, виходячи з потреби організації. Вхідні дані до процесу аналізу необхідно перетворити у вихідні дані, які охоплюють не тільки результативність і ефективність системи управління якістю. Результати аналізу надають дані, які використовують при плануванні поліпшення діяльності організації.

Вище керівництво повинно аналізувати через заплановані інтервали систему управління якістю організації з метою забезпечення її постійної придатності, адекватності і результативності. В аналіз слід включати оцінку можливостей поліпшення і потреби в змінах у системі управління якістю організації, зокрема в політиці і цілях в області якості.

Нотатки стосовно аналізу з боку керівництва повинні підтримуватися в робочому стані.

Вхідні дані щодо оцінки результативності і ефективності системи управління якістю враховують інтереси споживачів та інших зацікавлених сторін, і містять:

- статус і результати досягнення цілей в області якості і діяльності щодо поліпшення;
- статус пунктів, за якими були потрібні дії на основі аналізу з боку керівництва;
- результати аудитів (перевірок) і самооцінки організації;
- зворотний зв'язок стосовно задоволеності зацікавлених сторін;
- чинники, що пов'язані з ринком (технології, дослідження і розробки, діяльність конкурентів тощо);
- результати порівняння з кращими досягненнями;
- відомості про роботу постачальників;
- нові можливості поліпшення;
- управління невідповідностями процесів і продукції;
- оцінку ринку і стратегію;
- статус діяльності згідно стратегічного партнерства;
- фінансові результати діяльності, які пов'язані з якістю;
- інші чинники, які можуть впливати на організацію (фінансові, соціальні або екологічні умови і відповідні зміни законів та регламентів).

Вхідні дані для аналізу з боку керівництва повинні включати наступну інформацію:

- результати аудитів (перевірок);
- зворотній зв'язок від споживачів;
- функціонування процесів і відповідність продукції;
- статус попереджувачих і корегуючих дій;
- подальші дії, які витікають з попереднього аналізу з боку керівництва;
- зміни, які могли б вплинути на систему управління якістю;
- рекомендації щодо поліпшення.

При розповсюдженні вихідних даних аналізу з боку керівництва на питання, що виходять за межі верифікації системи управління якістю, результати такого аналізу можуть використовуватися вищим керівництвом як вхідні дані для процесів поліпшення. Вище керівництво може застосовувати цей процес як могутній засіб для визначення можливостей поліпшення діяльності організації. Графік проведення аналізу сприяє своєчасному забезпеченню даних стосовно стратегічного планування. Відібрані вихідні дані слід доводити до відома працівників організації, демонструючи їм, при цьому як процес аналізу з боку керівництва веде до постановки нових цілей, які принесуть користь організації.

Додаткові вихідні дані для підвищення ефективності включають, наприклад:

- цілі, що стосуються характеристик продукції і показників процесів;
- цілі поліпшення діяльності організації;
- оцінку придатності організаційної структури і ресурсів;
- стратегію і ініціативи по маркетингу, продукції задоволеності споживачів і інших зацікавлених сторін;
- скорочення втрат і плани зниження ідентифікованих ризиків;
- інформацію по стратегічному плануванню майбутніх потреб організації.

Необхідно вести нотатки для забезпечення щодо простеження та полегшення оцінки самого процесу аналізу з боку керівництва для того, щоб переконатися в його постійній ефективності і в додаванні цінності організації.

Вихідні дані аналізу повинні включати рішення і дії, що спрямовані на підвищення результативності системи управління якістю і її процесів на поліпшення продукції згідно вимогам споживачів.

Контрольні питання

1. В чому полягає значення системи управління якістю?
2. Що повинна включати в себе документація на систему управління якістю?
3. Назвіть основні принципи менеджменту якості.
4. Охарактеризуйте основні вимоги щодо перевірки якості продукції.
5. Перелічіть основні пріоритети організації при нормативному супроводженні системи управління якістю.

РОЗДІЛ 6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КЛЮЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

6.1. Контроль та оцінка якості виробничого процесу

Технологічний процес (ТП)– це сукупність всіх дій і знарядь праці, що необхідні для виготовлення або ремонту продукції.

До складу виробничого процесу входять основні технологічні процеси, які безпосередньо впливають на предмет праці і допоміжні процеси, що забезпечують можливість виготовлення продукції. Допоміжними процесами є: контроль якості, транспортні операції, виготовлення інструменту і пристосувань, ремонт устаткування, енергозабезпечення виробництва тощо. Складовими частинами виробничого процесу також є процеси постачання, технічного обслуговування і управління виробничими підрозділами підприємства, технічна і технологічна підготовка виробництва тощо.

Головним фактором управління якістю продукції є профілактика, а не виправлення допущених помилок. Отже, недоцільно чекати кінцевого результату (виходу), оцінювати його якість, а потім виправляти допущені помилки (відхилення, невідповідності). Для отримання якості продукції, що регламентована нормативними документами, потрібно впливати безпосередньо на сам процес виробництва цієї продукції, тобто впливати на процес перетворення *входу у вихід*. Це можна здійснити за умови проведення контролю на всіх етапах процесу *перетворення*. Тобто потрібно вимірювати параметри якості як етапів процесу, так і перетворюємої на них продукції, а результати вимірювань порівнювати з вимогами, яким вони повинні відповідати. У випадку, коли виявлені невідповідності стосовно вимог технології або необхідних параметрів продукції, виробничий процес підлягає керуванню. Контроль правильності і точності виконання технології процесу здійснюється *від входу до виходу*, тобто передбачається постійний самоконтроль процесу його виконавцем, а також систематичний аудит етапів або операцій і, отже, процесу в цілому. Поетапний контроль якості технологічного процесу продукції, що виготовляється, являє собою двоєдину систему контролю процесу.

За наслідками контролю (у разі виявлення будь-якої невідповідності та ухваленні управлінських рішень) виконавець робіт здійснює «зворотній зв'язок», тобто корегуючий вплив. Структурна схема системи контролю і оперативного управління процесом наведена на рис. 6.1.

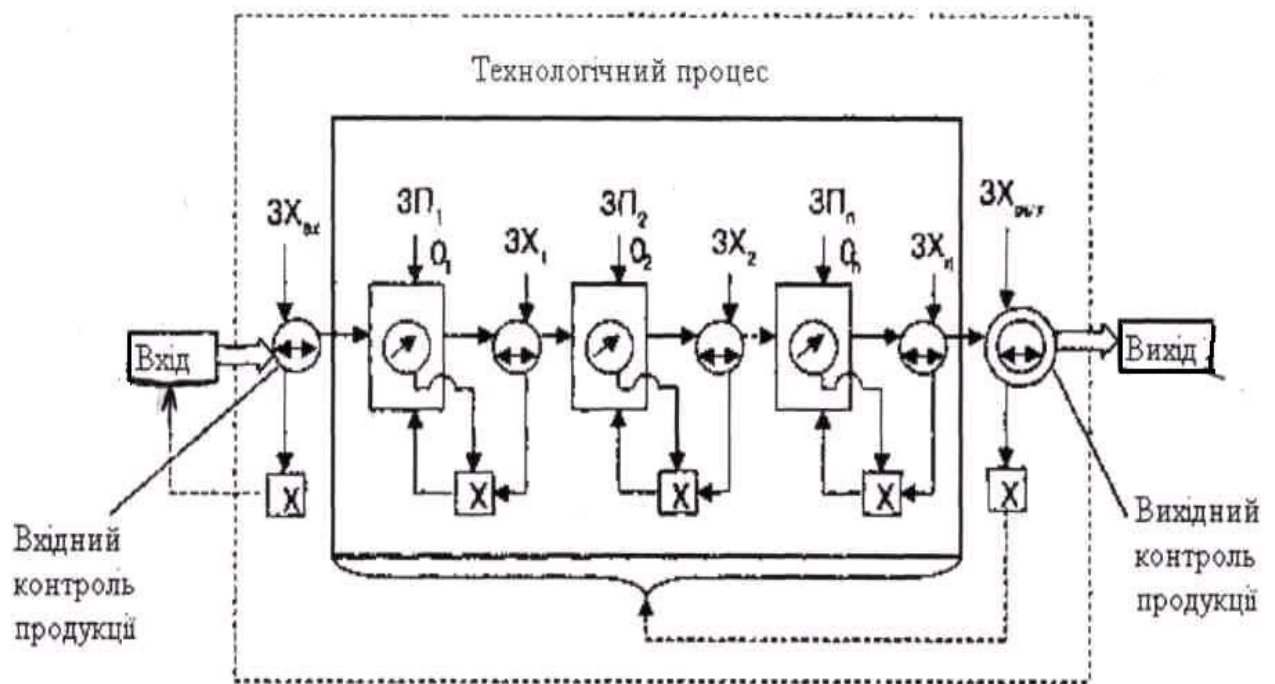


Рис. 6.1. Схема системи контролю і оперативного управління якістю виробничого процесу

Умовні позначення: $O_1, O_2, \dots, O_n$ – етапи (технологічні операції);

- точки операційного контролю продукції;
- ЗХ** — задані характеристики продукції, що виготовляється;
- післяопераційний контроль параметрів технологій;
- аналіз вимірювань і прийняття рішень;
- ЗП** — задані параметри етапу або операції (підпроцесу);
- зворотний зв'язок (керуюча дія).

Поопераційний контроль процесу (на відміну від контролю продукції) по суті є суцільним, тобто виконується без пропуску етапів або операцій виробництва. У випадку, коли процес контролюється не повністю виникає значна вірогідність появи на неконтрольованих етапах (операціях) невідповідностей процесу і, як наслідок, дефектів готової продукції.

Причину появи дефектів на неконтрольованій операції встановити і усунути практично неможливо. У цьому випадку, процес стає некерованим, а дефект продукції – постійним.

Таким чином, контроль процесу є базою для управління якістю продукції, що випускається, і зазвичай здійснюється в межах наступних процедур.

1. *Простеження*, що полягає у фіксації показників, які є на індикаторах і в порівнянні їх з необхідними значеннями.
2. *Оперативний контроль* параметрів процесу на етапі, що контролюється, змін характеристик вхідного продукту або ресурсів процесу.
3. *Самоконтроль* – виконується працівниками або операторами як контроль етапів або всього процесу в цілому.

До працівників ставиться ряд вимог, відповідно до яких вони повинні:

- знати нормовані параметри якості виходу процесу (незалежно від того, на якому етапі або операції вони працюють);
- знати, де і як здійснити корегуючі дії для приведення процесу в норму;
- вміти усунути причини появи невідповідності в своїй операції (без залучення до цього керівника процесу).

Керівник (менеджер) процесу підключається до рішення питання тоді, коли власник процесу або операції не в змозі усунути невідповідність самостійно. Завдання менеджера процесу полягає не тільки в усуненні невідповідностей, але і в розробці такого корегуючого процесу, який гарантував би відсутність подібних відхилень в майбутньому.

Будь-який процес є недосконалим. Його нестабільність обумовлена розкидом параметрів машин, устаткування, оснащення, матеріалів, комплектуючих тощо. Значення величини цих розсіювань здійснює вплив на якість процесу. Таким чином, для того, щоб управляти якістю процесу, потрібно:

- визначити надійність технологічних процесів з метою встановлення рівня вірогідності результативного виконання роботи;
- виявити запас потужностей і продуктивності процесу, а також у випадку, якщо це потрібно, визначити можливість їх збільшення до необхідного рівня;
- встановити, чи можливо здійснювати контроль процесу за умови нестабільних розсіювань параметрів входу в процес.

Перераховані вище дії здійснюються за допомогою використання статистичних методів (інструментів) контролю процесу та аналізу його результатів.

Внутрішньовиробничий контроль технологічного процесу проводиться для того, щоб всі операції і встановлені технологічні вимоги можливо було виконати. В ході виробничого процесу може виконуватися безліч контрольних операцій, які потрібні для перевірки прийнятності характеристик процесу, або якості продукції з метою оперативного керування процесом, або для визначення суттєвих характеристик, які не можуть бути визначені, або змінені при подальшому виконанні процесу.

Як вже наголошувалося, *виробничий процес* являє собою сукупність всіх дій людей та знарядь праці, які необхідні для виробництва або відновлення продукції.

Технологічний процес – це основна частина виробничого процесу, що полягає в цілеспрямованих діях, спрямованих на зміну предмету праці. При цьому ці дії здійснюються людьми за допомогою відповідних знарядь праці (інструментів, обладнання, машин, приладів тощо).

Технологічність продукції являє собою залежно від пристрою (конструкції) продукції можливості оптимізації витрат праці, матеріальних і фінансових засобів, часу та інших ресурсів, які потрібні при підготовці виробництва, виготовленні, ремонту та обслуговуванні.

Технологічність виробництва – це комплексна властивість технологічного процесу, що характеризується рівнем і можливістю його вдосконалення.

Одним з основних показників якості процесу є надійність.

Загальне поняття надійності являє собою комплексну властивість об'єкту, яка, залежно від умов його функціонування, може включати в себе: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість, транспортабельність, стійкість, режимну керованість, життєвий цикл, безпеку та інші показники. Частина цих показників відноситься до продукції і процесів, а деякі з них – тільки до продукції або до процесів.

Наприклад, *надійність виробу* – це властивість виробу зберігати значення всіх параметрів, що характеризують його здатність виконувати свої функції протягом регламентованого часу, який використовується за призначенням.

Надійність технологічного процесу – це здатність забезпечити стійкість всього процесу виготовлення продукції протягом встановленого періоду виробництва. Інакше кажучи, надійність технологічного процесу – це властивість забезпечувати протягом встановленого часу стійкість і керованість показників процесу, які можуть впливати на якість продукції, яка виготовляється.

Надійність технологічного процесу являє собою комплексну, узагальнену характеристику. При цьому одиничними показниками надійності є безвідмовність, довговічність, точність, ефективність тощо.

Схема функціонування технологічного процесу наведена на рис. 6.2.

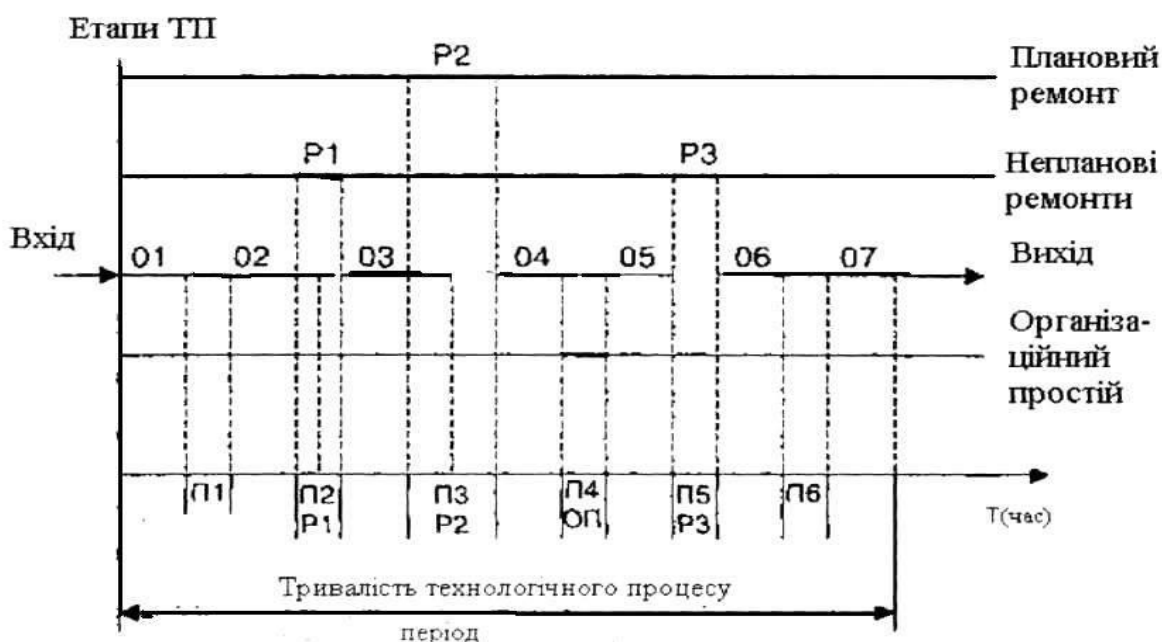


Рис. 6.2. Карта тривалості етапів технологічного процесу: 01, 02 ..., 0,7 – технологічні операції; P1, P2, P3 – ремонти; П1, П2..., П7 – технологічні переходи; ОП – організаційний простій

З наведеної вище схеми (рис. 6.2) виходить, що тривалість дискретного (післяопераційного) технологічного процесу – це загальний час, що витрачається на виготовлення продукції, який включає тривалість всіх технологічних операцій, технологічних переходів, ремонтів і простоїв, що обумовлені організаційними причинами.

Робочим періодом технологічного процесу називають той час, протягом якого, здійснюються дії з предметами праці, тобто це тривалість всіх операцій і переходів між ними.

Отже, тимчасову ефективність діючого технологічного процесу, яка обумовлена продуктивністю, можна оцінити як різницю тимчасових відрізків всього технологічного періоду і робочого періоду, а коефіцієнт, що характеризує тимчасову ефективність (K_{TE}), можна визначити за формулою (6.1):

$$K_{TE} = \frac{T_{TP}}{T_{RP}}, \quad (6.1)$$

де T_{TP} – тривалість технологічного процесу;

T_{RP} – тривалість робочого періоду технологічного процесу.

Безвідмовність технологічного процесу є найбільш суттєвою характеристикою надійності. Безвідмовність технологічного процесу – це властивість процесу *безперервно* функціонувати протягом заданого часу за умови виробництва певної кількості продукції.

Відмовою технологічного процесу вважається його непередбачена зупинка, яка виникає через невідповідності або відмови роботи окремих елементів технічної системи процесу виробництва або в результаті надмірних відхилень параметрів технологічного процесу, що можуть негативно вплинути на якість готової продукції.

Технологічний процес складається з великої кількості елементів: технічних засобів, технологічних операцій, переходів, наладок, обслуговування тощо. Всі ці елементи є взаємозв'язаними і являють собою *технологічну систему*. Технологічні системи поділяються на великі, складні і прості.

Великою системою називають сукупність різномірних і складних підсистем з порівняно слабкими зв'язками між ними. Наприклад, елементами великої технологічної системи машинобудівного виробництва є такі складні системи, як транспортна, енергетична, інформаційна, система автоматизованого проектування (САПР) або управління (САУ) тощо.

Складною системою є та, в якій велика кількість взаємозв'язаних елементів вирішує одну цільову задачу. Вона є відносно замкнутою системою з автоматизованим управлінням її параметрів.

Простою, або детермінованою, системою вважається така технологічна система, виходи якої (результати процесу) однозначно визначаються керуючими впливами, що надані на неї.

Технологічні процеси мають всі властивості, які притаманні системам. Цими властивостями є наступні:

- *цілісність* – взаємозв'язок всіх елементів (частин системи);
- *неадитивність* – система не є простою сумою її елементів;
- *емержентність* – цільові функції окремих елементів або підсистем, зазвичай не співпадають з цільовою функцією системи в цілому;
- *синергійність* – організованість, структурність і керованість системи;
- *мультиплікативність* – збільшення ефекту (як позитивного, так і негативного) в порівнянні з використанням таких же, але функціонально не пов'язаних елементів, тобто тих, що не входять в єдиний технологічний процес;
- *відособленість* – деяка автономність, ізолюваність;
- *обумовленість* – зв'язаність, єднання із зовнішнім середовищем;
- *централізованість* – система є найбільш ефективною за умов оптимального співвідношення централізації і децентралізації управління;
- *ієрархічність систем* – зазвичай система, що досліджується, являє собою елемент системи вищого порядку, тобто є підсистемою, елементом більш широкої системи;
- *адаптивність* – пристосованість до змін внутрішніх і зовнішніх умов функціонування;
- *сумісність* – властивість «спорідненості» елементів системи, їх взаємопристосованість, взаємоадаптивність;
- *наявність зворотного зв'язку* – суть, якою полягає в передачі інформації стосовно властивості виходу (продукції або послуги) в блок керування процесом, а від нього на вхід у вигляді керуючого впливу.

Вище перераховані властивості системи є фундаментальними. Вони зазвичай зводяться до узагальнених виробничих властивостей, таких як: організованість, цілеспрямованість (спрямованість), стійкість, функціональна гнучкість тощо.

Перерахованими властивостями володіє як технологічний процес, так і окремі його операції.

Кожна система має своє фундаментальне призначення для досягнення певної мети (M), що і визначає її структуру (C) і дію (D), тобто $M = \langle C, D \rangle$.

Метою (завданням) виробничого технологічного процесу є випуск необхідної кількості продукції з регламентованими параметрами якості. Ця загальна мета досягається шляхом виконання часткових завдань по кожній технологічній операції та має вигляд:

$$M_{oi} = \sum_{i=1}^n Z_{oi} = \sum_{i=1}^n (C_{oi}, D_{oi}), \quad (6.2)$$

де Z_{oi} – функціональне завдання i -ої операції;

C_{oi} – структура операції, її матеріальні засоби;

D_{oi} – дії технологічного процесу i -ї операції;

n – кількість показників якості процесу.

Вираз $Z_{oi} = \langle C_{oi}, D_{oi} \rangle \in i$ -м перетином системи або операційною підсистемою технологічного процесу. При контролі технологічного процесу можна виділити підсистеми, які зумовлюють рівень i -го показника якості продукції, що виготовляється, та потребують контролю цих підсистем (операцій) на відповідність технологічним вимогам.

Якщо *технологічний процес* – це дії щодо зміни і подальшого визначення певного стану предмету виробництва, то *технологічна система* – це сукупність засобів технологічного оснащення, предметів виробництва і виконавців, які потрібні і достатні для виконання технологічного процесу та його операцій. Технологічна система, що функціонує відповідно до вимог нормативно-технічної документації називається технологічним процесом. Це дозволяє однаково розглядати технологічну систему як для виконання однієї операції, так і для виконання цілісного процесу, що складається з окремих операцій.

До технологічної системи як операції, так і процесу включають засоби контролю і самого контролера. Отже, технологічна система технологічного процесу складається з окремих операцій, засобів внутрізаводського (або внутрицехового) транспорту, засобів контролю якості, засобів механізації і автоматизації, допоміжні операції тощо. При цьому слід зазначити, що в технологічну систему входять тільки ті елементи, які знаходяться у функціональному зв'язку з іншими елементами системи і забезпечують нормальний хід технологічної операції або процесу.

Таким чином, визначивши, що таке технологічна система і в чому її відмінність від технологічного процесу, можна дати визначення надійності технологічної системи і технологічного процесу.

Під *надійністю технологічної системи* розуміють її здатність виконувати свої функції, зберігаючи при цьому показники якості і ритм (продуктивність) випуску готової продукції протягом певного часу експлуатації.

Надійність технологічного процесу або операції – це властивість їх здійснення відповідно до вимог технологічної документації протягом заданого часу.

Слід зазначити, що якість технологічного процесу значною мірою залежить від якості його технологічної системи. Крім того, за допомогою однієї технологічної системи можуть здійснюватися різні технологічні процеси. Так, наприклад, при виготовленні аналогічних деталей машин їх обробка на устаткуванні, що є в наявності, може виготовлятися з різною послідовністю операцій, з різними швидкостями (з різною продуктивністю) і при неоднакових способах і засобах контролю процесу готової продукції. Отже, якість технологічної системи і якість технологічного процесу – це обумовлені показники різних об'єктів розгляду і управління. Проте, враховуючи обумовленість технологічного процесу можливостями і властивостями технологічної системи, оцінку і управління якістю процесу слід вести з урахуванням показників та за допомогою керування станом технологічної системи. Крім того, якість (як сукупність властивостей) технологічної системи

(в меншій мірі) залежить від кваліфікації і сумлінності виконавців робіт, тоді як якість технологічного процесу суттєво залежить від «людського чинника».

Таким чином, при виробництві продукції *управління процесом*, зокрема технологічним, який здійснюється співробітниками за допомогою технічних засобів, полягає, по-перше, в попередній оцінці стану технологічної системи і, по-друге, в управлінні функціональними діями цієї системи.

Якість виробничого процесу – це сукупність властивостей, що визначають ступінь його придатності для досягнення заданих вимог щодо якості продукції, продуктивності, собівартості та інших показників.

При оцінці якості виробничого процесу враховуються технологічні, організаційні, економічні, екологічні та інші показники. При цьому, необхідно провести класифікацію властивостей виробничого процесу, виявити ступінь впливу кожної з властивостей на його узагальнені групові показники, встановити прийнятний перелік показників процесу і на цій основі визначити спочатку чисельне значення підсумкового показника якості виробничого процесу, а потім рівень якості всього виробництва, що оцінюється.

Проте, кількісно якість виробничого процесу часто оцінюють за обмеженим числом найбільш суттєвих показників, до яких відносять:

1. Коефіцієнт безперервності (K_{σ}), який визначається за формулою (6.3):

$$K_{\sigma} = 1 - \frac{T_n}{T_{\sigma}}, \quad (6.3)$$

де T_n – тривалість перерв процесу;

T_{σ} – тривалість виробничого циклу в цілому.

2 Коефіцієнт спеціалізації виробничого процесу, який характеризує *технологічну* (функціональну) або *предметну* (цільову) уніфікацію елементів виробничого процесу.

Технологічна спеціалізація – це виконання в структурному підрозділі або на робочому місці однорідних операцій (робіт) над різними предметами праці. При предметній спеціалізації виконуються різнорідні операції над однорідною продукцією.

Спеціалізація елементів виробничого процесу підвищує продуктивність робіт і якість продукції, що випускається.

Рівень (коефіцієнт) спеціалізації (K_c) елементу виробничого процесу оцінюють за формулою (6.4):

$$K_c = \frac{1}{K_{\sigma.o}} \quad (6.4)$$

де $K_{\sigma.o}$ – коефіцієнт закріплення операцій, що являє собою відношення кількості операцій або виробів m , закріплених до робочих місць на конкретній ділянці (C), має вигляд (6.5):

$$K_{\sigma.o} = \frac{m}{C}, \quad (6.5)$$

3. Коефіцієнт повторюваності (K_n), який знаходять за формулою (6.6):

$$K_n = 1 - \frac{m - C}{m} \quad (6.6)$$

Повторюваність у виробничому процесі – це частота змінюваності робіт в цеху, на ділянці, робочому місці.

4. Коефіцієнт паралельності (K_{nap}) – показник паралельності виконання однорідних робіт або операцій, який визначається за формулою (6.7):

$$K_{nap} = 1 - \frac{T_{on}}{T}, \quad (6.7)$$

де T_{on} – тривалість одиничної операції;

T – сумарна трудомісткість (у год.) всіх робіт даної операції, що виконуються.

Паралельність робіт у виробничому процесі – це одночасне виконання ідентичних операцій (або дій) при виготовленні різних виробів.

5. Коефіцієнт пропорційності елементів виробничого процесу (K_{np}) характеризує узгодженість продуктивності його складових частин і оцінюється шляхом зіставлення їх показників (6.8):

$$K_{np} = 1 - \frac{Пл.П - ФП}{Пл.П}, \quad (6.8)$$

де $Пл.П$ – планова продуктивність;

$ФП$ – фактична продуктивність.

6. Коефіцієнт ритмічності (рівномірності) виробництва (K_p) розраховується за формулою (6.9):

$$K_p = 1 - \frac{A}{Пл}, \quad (6.9)$$

де A – значення сумарної величини невиконання планів випуску продукції в абсолютних величинах за певний період часу;

$Пл$ – планове завдання щодо випуску продукції за період, що аналізується.

7. Коефіцієнт стійкості ($K_{c.n}$), за допомогою якого оцінюється стійкість виробництва, визначається за формулою (6.10):

$$K_{c.n} = 1 - \frac{КП}{КВ}, \quad (6.10)$$

де $КП$ – кількість підрозділів, що не виконали планові завдання;

$КВ$ – загальна кількість випадків невиконання завдань за встановлений період часу.

Іноді визначають так званий рівень пропорційності виробництва, який визначається на основі порівняльного аналізу виробничих потужностей суміжних ділянок і величин їх незавершеного виробництва.

8. Коефіцієнт автоматизації (K_a) – показник рівня автоматизації виробничого процесу – виражається відношенням трудоемності виконаних робіт з урахуванням їх автоматизації (механізації) T_a щодо трудоемності виробництва за типовим проектом (базовим варіантом) T_{min} має вигляд (6.11):

$$K_a = \frac{T_a}{T_{min}} \quad (6.11)$$

Відомі і інші способи оцінки ступеня автоматизації виробничих процесів;

9. Коефіцієнт річного економічного ефекту (K_e) виробничого процесу розраховується за формулою (6.12):

$$K_e = D - E_H \cdot K_B, \quad (6.12)$$

де D – наднормативний річний дохід від реалізації продукції виробничого процесу в період часу, що розглядається;

E_H – норматив економічної ефективності капітальних вкладень,

K_B – капітальні вкладення для здійснення виробничого процесу.

Узагальненим показником K_Σ виробничого процесу є середньоарифметична або комплексна середньозважена арифметична чисельна характеристика всіх його одиничних показників (6.13) або (6.14):

$$K_\Sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{n} (K_\sigma + K_c + K_n + K_{nap} + K_{np} + K_p + K_{c.n} + K_a + K_e), \quad (6.13)$$

або

$$K_\Sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i K_i = \frac{1}{n} (a_\sigma K_\sigma + a_c K_c + a_n K_n + a_{nap} K_{nap} + a_{np} K_{np} + a_p K_p + a_{c.n} K_{c.n} + a_a K_a + a_e K_e) \quad (6.14)$$

Рівень якості ($P_{я.в.п}$) виробничого процесу, що оцінюється, в порівнянні з базовим (еталонним) знаходять як співвідношення відповідних узагальнених показників (6.15):

$$P_{я.в.п} = \frac{K_{\Sigma_{оц}}}{K_{\Sigma_{баз}}}, \quad (6.15)$$

де $K_{\Sigma_{оц}}$ і $K_{\Sigma_{баз}}$ – відповідно узагальнені коефіцієнти виробничого процесу, що оцінюється, та базового.

Однією з умов подолання кризи, забезпечення стабільного розвитку національної економіки є вдосконалення системи управління ключовими (технологічними) процесами, що забезпечують якість продукції.

6.2. Методика кількісної оцінки якості технологічного (ключового) процесу

Ключовий технологічний процес – це основна частина виробничого процесу, яка відповідає за якість продукції, що виготовляється.

Ключовий технологічний процес оцінюють для подальшого керування ним при виробництві продукції заданої якості і кількості з метою:

- недопущення непродуктивних витрат і втрат ресурсів від використання технологічних процесів, що не відповідають вимогам випуску продукції встановленого рівня якості;
- підтвердження (непідтвердження) відповідності технологічних процесів вимогам технологічної документації при аудитах (внутрішньовиробничих або зовнішніх);
- отримання, систематизації і обробки відомостей, необхідних для ухвалення управлінських і конкретних технічних рішень стосовно вдосконалення процесів, що оцінюються.

Об'єктами оцінювання є:

- 1) сукупність всіх технологічних процесів, які використовуються на підприємстві;
- 2) сукупність технологічних процесів за видами і стадіями виробництва;
- 3) сукупність технологічних процесів виробництва різних видів виробів або надання послуг (наприклад, обслуговування або ремонту);
- 4) одиничні, групові, типові технологічні процеси.

При оцінюванні якості ключового технологічного процесу контролюються і вимірюються параметри технологічних операцій і переходів, що виконуються, послідовність їх виконання, а також технічні елементи технологічної системи і чинники, що роблять вплив на основні технологічні показники, на характеристики безпеки технологічних процесів та на якість продукції, що виготовляється.

Комплексна кількісна характеристика (оцінюючий показник) виробничого технологічного процесу (K_{mn}) може бути визначена як сукупність наступних основних групових оцінок властивостей технологічного процесу:

1. $K_{то}$ – оцінка відповідності технологічній документації (ТД) встановленим вимогам.
2. K_{mn} – оцінка технологічного процесу (ТП) за технічними характеристиками його виконання (точності, стабільності, надійності тощо.).
3. K_{ϵ} – оцінка ТП за показниками якості виробничої продукції.
4. $K_{НТР}$ – оцінка науково-технічного рівня ТП.
5. K_n – оцінка ТП щодо відповідності призначення.

6. K_{np} – оцінка ТП за показниками продуктивності.
7. K_p – оцінка ТП за ресурсоемністю продукції, що виготовляється.
8. K_{bn} – оцінка ТП за відповідністю вимогам безпеки праці.
9. K_{ek} – оцінка відповідності ТП екологічним вимогам охорони навколишнього природного середовища.
10. Чисельний показник j -ї групи одиничних властивостей знаходять за допомогою використання диференціального методу кваліметрії, тобто як середнє арифметичне значення їх величин, за загальною формулою (6.16):

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_n}{n} \quad (6.16)$$

де K_i – i -й одиничний показник ($i = 1, 2, \dots, n$);

n – кількість одиничних показників, що враховуються.

Розрахунок значення абсолютної величини комплексного показника, що характеризує оцінюваний ТП, здійснюють за формулою (6.17), що дозволяє знайти зважене арифметичне значення K_{TP} :

$$K_{TP} = \sum_{j=1}^n a_j K_j \quad (6.17)$$

де K_j – j -й груповий середньоарифметичний показник ТП ($j = 1, 2, \dots, n$);

n – кількість групових показників властивостей, що враховуються;

a_j – коефіцієнти вагомості (значущості) відповідних групових показників K_j .

Рівень якості ТП, що оцінюється, є його оціночною характеристикою якості, знаходять за основною кваліметричною формулою (6.18):

$$O_{TP} = \frac{K_{TP.оц}}{K_{TP.баз}} \quad (6.18)$$

де $K_{TP.оц}$ – комплексний показник ТП, що оцінюється;

$K_{TP.баз}$ – комплексний показник базового (еталонного) ТП.

Відомо, що якість продукції визначається перш за все, якістю технічною, тобто конструкторською і технологічною документацією. Тому, при управлінні виробничим процесом (ВП) важливо оцінювати якість технологічної документації (ТД) і мати механізми та інструменти, що дозволяють управляти її якістю.

Якість технологічної документації оцінюється як сукупністю характеристик комплексу документів технологічного процесу в цілому, так і його окремих операцій.

Якість ТД безпосередньо залежить від якості розробленої конструкторської документації (КД), технологічних умов (ТУ) або іншої нормативної документації (НД) на конкретну продукцію у вигляді проектів технологічної системи (ТС) і технологічного процесу (ТП). Об'єктивно, і з певною мірою достовірності якість ТД оцінюється за допомогою перевірок і контролю при використанні її за призначенням.

Елементами для оцінки якості ТД є:

- вихідні дані, що використовуються при розробці (проектуванні) ТД;
- документи, що входять до складу комплексу ТД на технологічні операції (ТО) або самостійні ТП;
- комплекти документів на стандартні (типові) ТО;
- комплекти документів на стандартні (типові) ТП;
- різні види доказової документації відповідності ТД вимогам щодо неї (наприклад, обґрунтування проектно-технологічних рішень, розрахунки, графіки, статистичні дані тощо, а також інші документи, що мають відношення до ТД).

При оцінюванні якості ТД вирішують наступні основні завдання:

- здійснюють вибір оціночних показників, що характеризують якість даної ТД;
- визначають з урахуванням особливостей виробництва конкретної продукції параметри технологічного процесу, які закладено в технологічну документацію;
- проводять «шкалування» показників ТП шляхом присвоєння цим показникам граничних кількісних значень в балах, частинах або в інших одиницях вимірювань;
- рекомендують до використання найбільш раціональний метод визначення узагальненої (комплексної, підсумкової) оцінки якості ТД;
- розробляють конкретну методику оцінки якості ТД виробництва конкретної продукції.

Показники якості ТД поділяються на одиничні, групові, узагальнені і комплексні. Розрахунок цих показників і отримання підсумкового показника якості ТД здійснюється методами кваліметрії.

Підсумковий показник якості ТД ($K_{\text{тд}}$) зазвичай представляють як середньоарифметичну суму трьох показників:

- $K_{\text{тд}}^{\text{е}}$ – показник *відповідності* ТД вимогам міжнародного і національного законодавства, КД, ДСТУ, ТУ, НД, а також вимогам споживачів;
- $K_{\text{тд}}^{\text{о}}$ – показник якості *оформлення*, комплексності і відповідності вимогам ДСТУ, Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД);
- $K_{\text{тд}}^{\text{п}}$ – показник якості ТД за фактичними показниками якості *продукції*.

Отже, груповий показник технологічної документації ($K_{m\partial}$) може бути розрахований за формулою (6.19):

$$K_{m\partial} = \frac{1}{3}(K_{m\partial}^e + K_{m\partial}^o + K_{m\partial}^n). \quad (6.19)$$

Проте, цей розрахунок не враховує вагомості (внеску) кожного з показників, що враховуються, у значення величини загального (групового) показника. Тому, доцільно використовувати метод визначення комплексного показника $K_{m\partial}$ за формулою (6.20):

$$K_{m\partial} = a_e K_{m\partial}^e + a_o K_{m\partial}^o + a_n K_{m\partial}^n, \quad (6.20)$$

$$\text{за умови } \sum_{i=1}^n a_i = 1, \quad a_i = a_e + a_o + a_n, \quad (6.21)$$

де a_e , a_o , a_n – показники значущості (вагомості) виробу з урахуванням відповідних групових показників $K_{m\partial}^e$, $K_{m\partial}^o$, $K_{m\partial}^n$.

Виділяють наступні одиничні властивості і відповідні показники якості технологічної документації:

- $K_{m\partial 1}$ – відповідність конструкції і конструкторській документації, що використовується при проектуванні ТП, вимогам стандартів і іншої нормативної документації;
- $K_{m\partial 2}$ – комплектність технічної документації ТП, що оцінюється;
- $K_{m\partial 3}$ – рівень нормативно-методичного забезпечення проектно-технологічних робіт;
- $K_{m\partial 4}$ – проектна оцінка достовірності результатів контролю і випробувань за методиками, що передбачені в ТД;
- $K_{m\partial 5}$ – проектна оцінка відповідності технологічного маршруту вимогам виготовлення і контролю якості продукції;
- $K_{m\partial 6}$ – проектна оцінка надійності технологічної системи (ТС);
- $K_{m\partial 7}$ – проектна оцінка точності і стабільності ТП за всією сукупністю заданих в КД показниках якості продукції, що виготовляється;
- $K_{m\partial 8}$ – відповідність режимів процесів виготовлення вимогам стосовно якості продукції, що виготовляється;
- $K_{m\partial 9}$ – відповідність розробленого ТП можливостям виробництва (реалізуємість ТД);
- $K_{m\partial 10}$ – відповідність оформлення ТД вимогам стандартів ЄСТД;
- $K_{m\partial 11}$ – результати нормоконтролю ТД.

Для оцінки якості ТД можна використовувати й інші одиничні показники. Комплексну оцінку відповідності комплексу ТД вимогам КД, ДСТУ, ТУ та іншими НД здійснюють на основі аналізу наступних нерівностей (6.22) та (6.23):

$$K_{m\partial} = \frac{1}{3}(K_{m\partial}^{\epsilon} + K_{m\partial}^o + K_{m\partial}^n) > K_{m\partial}^{z\partial} \text{ або } < K_{m\partial}^{z\partial}, \quad (6.22)$$

або

$$K_{m\partial} = a_{\epsilon} K_{m\partial}^{\epsilon} + a_o K_{m\partial}^o + a_n K_{m\partial}^n > K_{m\partial}^{z\partial} \text{ або } < K_{m\partial}^{z\partial} \quad (6.23)$$

за умови

$$K_{m\partial}^{\epsilon} > \text{або} < K_{m\partial}^{\epsilon z\partial},$$

$$K_{m\partial}^o > \text{або} < K_{m\partial}^{oz\partial},$$

$$K_{m\partial}^n > \text{або} < K_{m\partial}^{nz\partial}.$$

де $K_{m\partial}$ та $K_{m\partial}^{z\partial}$ – фактичне і гранично допустиме (ГД) значення комплексного показника ТД;

$K_{m\partial}^{\epsilon}$ та $K_{m\partial}^{\epsilon z\partial}$ – відповідно фактичне і граничне допустиме значення якості змісту ТД;

$K_{m\partial}^o$ та $K_{m\partial}^{oz\partial}$ – фактичний і гранично допустимий показник якості оформлення ТД і документів, що підтверджують її відповідність вимогам стандартів ЄСТД;

$K_{m\partial}^n$ та $K_{m\partial}^{nz\partial}$ – відповідно фактичне і гранично допустиме значення ступеня відповідності (невідповідності) характеристик продукції, яка виготовляється за допомогою ТД, що оцінюється.

Склад одиничних показників, що входять до групових показників $K_{m\partial}^{\epsilon}$, $K_{m\partial}^o$ та $K_{m\partial}^n$ формується з урахуванням суттєвості та особливостей продукції (при цьому враховується технологічний процес її виготовлення).

Нормативні значення оцінок в балах, долях або інших безрозмірних одиницях встановлюються відповідно до вибраної кваліметричної методики оцінювання.

Найбільш суттєвою властивістю технологічного процесу є його налагодженість або наладка. Процес вважається налагодженим, коли виявлені і усунені всі невідповідності вимогам (регламентам) технологічної документації. Налагодженість характеризується стабільністю і точністю процесу.

Найсуттєвішими показниками налагодженості процесу є коефіцієнт зсуву центру розсіювання розмірів параметру (K_3); коефіцієнт розсіювання параметру, що контролюється, K_p , коефіцієнт тимчасової стабільності процесу $K_c(t)$ і коефіцієнт міжналагоджуваної стабільності K_{MC} .

Стабільним визнається такий процес, в якому імовірнісний розподіл параметрів залишається постійним протягом заданого часу без необхідності

його регулювання. Показником стабільності процесу є коефіцієнт зсуву розподілу щодо середини допуску. *Коефіцієнт зсуву* визначають за формулою (6.24):

$$K_3 = \frac{(X_{cp} - X_{\epsilon})}{T}, \quad (6.24)$$

де X_{cp} – середнє арифметичне значення параметра, що контролюється;
 X_{ϵ} – значення параметра, що відповідає середині поля допуску.

Поле допуску змін контрольованого параметру визначається за формулою (6.25):

$$T = ВМД - НМД, \quad (6.25)$$

де $ВМД$ та $НМД$ – відповідно верхня і нижня межі допуску.

Іншим показником стабільності процесу є коефіцієнт розсіювання контрольованого параметру K_p визначається за формулою (6.26):

$$K_p = \frac{\omega}{T}, \quad (6.26)$$

де $\omega = x_{\max} - x_{\min}$ – поле розсіювання контрольованого параметра;
 T – поле допуску відхилень параметра.

Показником тимчасової стабільності процесу вважається коефіцієнт $K_c(t)$ (6.27):

$$K_c(t) = \frac{K_p(t_2)}{K_p(t_1)}, \quad (6.27)$$

де $K_p(t_2)$ – коефіцієнт розсіювання параметра для періоду часу t_2 ;
 $K_p(t_1)$ – той же показник для періоду часу t_1 .

Коефіцієнт міжналагоджувальної стабільності K_{MC} технологічного процесу визначають за формулою (6.28):

$$K_{MC} = \frac{S_1}{S_n}, \quad (6.28)$$

де S_1 та S_n – середні квадратичні відхилення основного параметра після першої та останньої наладки процесу.

Зазвичай K_{MC} можна оцінити і як відношення коефіцієнтів стабільності після першого налагодження процесу K_1 до коефіцієнта стабільності після чергової n -ї наладки K_n . При цьому, рівняння має вигляд (6.29):

$$K_{MC} = \frac{K_{c1}}{K_{cn}} \quad (6.29)$$

Зазвичай K_{MC} є або більшим, або меншим одиниці. Проте, якщо $K_{c1} = K_{cn}$, то $K_{MC} = 1$ або $K_{MC} \approx 1$, що характеризує добру налагодженість (керованість) процесу.

Точність процесу – це ступінь відповідності фактичних відхилень параметрів, які допускаються технологічною документацією. Показниками точності технологічного процесу є:

1. Значення величини відхилення Δ дійсного значення параметра (X) від номінального значення цього параметра (X_H), яка виражена в одиницях величини, що вимірюється (6.30):

$$\Delta = X - X_H \quad (6.30)$$

2. Середнє значення відхилень від номінального значення (6.31):

$$\Delta_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_H)}{n}, \quad (6.31)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$

n – кількість контрольних вимірювань;

3. Коефіцієнт точності K_m по полю розсіювання значень контрольованого параметра повинен задовольняти наступній умові (6.32):

$$K_m = \frac{\omega}{T} \leq 1, \quad (6.32)$$

де ω – різниця найбільшого і найменшого значень (поле розсіювання) контрольованого параметра за заданий проміжок часу;

T – допуск на контрольований параметр.

4. Коефіцієнт точності, який визначається за значенням величини середнього відхилення розміру стосовно номінального (заданого) значення параметра (X_H) (6.33):

$$K_{mH} = \frac{\Delta_{cp}}{X_H} \cdot 100\%, \quad (6.33)$$

5. Коефіцієнт точності визначається за значенням середнього відхилення параметра щодо поля допуску (6.34):

$$K_{m\partial} = \frac{\Delta_{cp}}{T} \cdot 100\% \quad (6.34)$$

6. Коефіцієнт точності технології $K_{m.mex}$, що показує відношення середнього квадратичного відхилення параметра технологічного процесу $\sigma_{mex} = \Delta_{cp}^2$ до значення величини поля допуску T на параметр (6.35):

$$K_{m.mex} = \frac{\sigma_{mex}}{T}, \quad (6.35)$$

7. Коефіцієнт міжналагоджуваної точності – це показник ступеня збігу виконаної наладки параметра з його номінальним значенням (6.36):

$$K_M = \frac{|X_{cpn} - X_n|}{T}, \quad (6.36)$$

де X_n – номінальне значення параметру;

X_{cpn} – середнє значення параметру після n -ого налагодження;

T – допуск на відхилення параметру;

8. Коефіцієнт варіації K_σ – це відношення значення середнього квадратичного відхилення параметру технології σ_{mex} до середнього значення цього параметру (6.37):

$$K_\sigma = \frac{\sigma_{mex}}{X_{cp}} \quad (6.37)$$

Всі показники, що оцінюються за коефіцієнтом варіації, поділяються на три групи за ступенем однорідності даних:

1. $K_\sigma = 0 - 0,17$ – висока однорідність даних;
2. $K_\sigma = 0,17 - 0,33$ – задовільна однорідність даних;
3. $K_\sigma > 0,33$ – неоднорідність даних.

Можлива оцінка точності стосовно співвідношення одиничних дисперсій сукупності даних за формулою (6.38):

$$F = \frac{\sigma_{\max}^2}{\sigma_{\min}^2} \quad (6.38)$$

9. Можливість керування точністю процесу або іншого об'єкту оцінюють за допомогою коефіцієнта запасу точності K_{3T} , який визначається за формулою (6.39):

$$K_{3T} = 0,5 - K_c - 0,5K_m, \quad (6.39)$$

При порівнянні і аналізі фактичних значень показників стабільності і точності з їх нормованими значеннями формується оцінка стану технологічного процесу. У табл. 6.1 наведені нормативні значення, які рекомендуються для основних показників стабільності і точності технологічних процесів.

Таблиця 6.1

Нормативні значення показників точності і стабільності технологічних процесів

Нормативні значення показників точності і стабільності ТП	Висновок про точність і стабільність технологічних процесів
$K_c < 0,005$ $K_m < 0,6$ $K_{3T} > 0,17$	Підвищена значущість щодо точність процесу, врахування вагомості щодо контролю якості, а також налагодження стабільності.
$K_c < 0,005$ $0,6 < K_m < 0,75$ $0,075 < K_{3T} > 0,17$	Оптимальна стабільність і точність ТП.
$0 < K_c(t) < 0,075$ $K_m > 0,9$ $K_c < 0,05$	Стабільність процесу задовільна, точність процесу необхідно підвищити.
$K_c > 0,075$ $K_m > 0,075$ $0 < K_{3T} < 0,075$	Стабільність процесу необхідно підвищувати. Точність процесу є задовільною.
$K_c > 0,1$ $K_m > 0,9$ $K_{3T} < 0$	Стабільність і точність процесу є незадовільними.

Точність і стабільність ТП може бути оцінена і за показниками властивостей продукції, що виготовляється. При цьому використовують кількісний метод оцінювання на основі показників рівнів дефективності і браку продукції (послуги).

Технологічний процес виробництва можна визнати достатньо точним і стабільним, якщо виконуються наступні умови (6.40) та (6.41):

$$P_o = \frac{N_o}{N} \approx \frac{N_{o1}}{N_1} \approx \frac{N_{o2}}{N_2} \approx \dots \approx \frac{N_{on}}{N_n} < P_{on}; \quad (6.40)$$

$$P_{\bar{o}} = \frac{N_{\bar{o}}}{N} \approx \frac{N_{\bar{o}1}}{N_1} \approx \frac{N_{\bar{o}2}^2}{N_2} \approx \frac{N_{\bar{o}n}}{N_n} < P_{\bar{o}n}, \quad (6.41)$$

де P_o та $P_{\bar{o}}$ – рівень дефектності та браку продукції (послуги), відповідно, в розрахунковому періоді (доцільно за розрахунковий період приймати останні два роки, якщо за цей період не проводили зміну ТП, а для ТП, який знову засвоюється або змінюється протягом розрахункового періоду, - приймають дати від початку дії ТП до дати проведення оцінки за умови, що в цей період виготовлено декілька партій продукції в об'ємі (кількості) достатньому для отримання достовірної оцінки);

N_d та N – загальна кількість дефектної продукції та продукції, що виготовлена в розрахунковому періоді;

N_b – кількість забракованої продукції в розрахунковому періоді;

N – кількість партій продукції, виготовлених в розрахунковому періоді;

N_{dn} , N_{bn} , N_n – відповідно кількість одиниць дефектної, забракованої і виготовленої продукції в кожній з n партій ($n=1,2,3,...,n$);

P_{dn} , P_{bn} – нормативні рівні відповідно дефектності і браку продукції (за параметрами, що характеризують безпеку продукції, повинно бути $P_d = 0$ та $P_b = 0$).

З наведених вище нерівностей (6.40) і (6.41) випливає, що якщо рівні дефектності і браку є однаковими від партії до партії і дорівнюють рівням загальної дефектності і браку продукції, яка виготовляється за період часу, що розглядається, то це свідчить про стабільність технологічного процесу виробництва, а якщо їх рівні є менші за допустимі значення, то ТП є достатньо точний.

Однією з суттєвих властивостей ТП є його відтворюваність. Зазвичай ТП складається з окремих технологічних операцій, або підпроцесів, що виконуються з технологічними перервами. Крім того, ТП найчастіше носить дискретний характер, включає операції, багатократно повторюються. Технологічний процес, що знову запускається, повинен повністю повторювати попередній. Властивість відтворюваності процесу кількісно оцінюється одним з двох або двома відомими способами: визначенням показника відносної відтворюваності C_B та (або) індексу відтворюваності I_B .

Відтворювальний процес – це процес, який після його відновлення має розсіювання параметрів, що укладається в діапазон (поле) допуску.

По суті, відтворюваність процесу характеризується показником незмінності коефіцієнта точності – найсуттєвішого параметра процесу, що оцінюється, за умови збереження стійкості статистичного розподілу відхилень контрольованого параметру (декількох параметрів) процесу.

Для оцінки відтворюваності встановлюють чисельні критерії, які відповідають суті досліджуваного процесу.

Рівень відтворюваності може бути оцінений коефіцієнтом зсуву центру розсіювання значень параметра процесу $K_{з.ц}$ в період між налагодженнями за формулою (6.42):

$$K_{з.ц} = \frac{|X_0 - X_{cp1}|}{T} \quad (6.42)$$

де X_0 – значення центру розсіювання значень параметра безпосередньо перед черговою наладкою (корекцією) процесу;

X_{cp1} – центр розсіювання параметру після першої наладки процесу;

T – поле допуску відхилень параметру.

Ще одним показником рівня відтворюваності може служити коефіцієнт налагодження K_n , який характеризує точність чергової наладки процесу

(або устаткування) за середніми значеннями контрольованого і керованого параметра, що має вигляд (6.43):

$$K_n = \frac{|X_{cp} - X_{cp1}|}{T} \quad (6.43)$$

де X_{cp} – середнє значення параметру після чергової наладки;

X_{cp1} – середнє значення параметру після першої наладки;

T – поле допуску на параметр.

Статистичний показник відтворюваності C_B розраховують за точнісними характеристиками основного параметру процесу, використовуючи при цьому наступну формулу (6.44):

$$C_B = \frac{6S}{T}, \quad (6.44)$$

де S – середнє квадратичне відхилення або «квадратична помилка» вимірюваного параметру;

T – допуск відхилення параметру.

Для спрощення обчислень середнє квадратичне відхилення визначають за формулою (6.45):

$$S = \frac{\omega}{d_n}, \quad (6.45)$$

де $\omega = X_{\max} - X_{\min}$ – величина розмаху значень параметру;

d_n – коефіцієнт, що змінюється залежно від кількості значень параметру процесу n . Значення цього параметра беруть із спеціальної таблиці статистичних розподілів розмаху даних (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Коефіцієнтів розподілу розмаху

Число значень параметра n	Середньостатистичне значення розмаху, d_n
—	—
2	1,128
3	1,693
4	2,059
5	2,326
6	2,534
7	2,704
8	2,847
9	2,970
10	3,077
11	3,173

12	3,258
13	3,335
14	3,407
15	3,472
16	3,532
17	3,588
18	3,640
19	3,689
20	3,735

Вважається що, якщо з часом C_B залишається меншим ніж 0,75 ($C_B < 0,75$), то процес є відтворюваним; якщо C_B змінюється в межах від 0,75 до 1,00, тобто якщо $C_B = 0,75 \div 1,00$, то процес є керованим, але при жорсткому контролі і регулюванні параметра; якщо $C_B > 1,00$, то процес вважається не відтворювальним.

Величина, зворотня показнику C_B , називається індексом відтворюваності. Індекс відтворюваності I_B розраховується за формулою (6.46):

$$I_B = \frac{T}{6S} \quad (6.46)$$

Вважається, що при $I_B > 1,33$ процес є відтворювальним і керованим; при $I_B = 1,00 \div 1,33$ – процес керований відносно відтворюваності по точності за умови жорсткого контролю значень контрольованого параметра; при $I_B < 1,00$ процес вважається не відтворним і важко керованим.

Для оцінки відтворюваності процесу часто використовують індекс відтворення (I_B), який рівний (6.47) та (6.48):

$$I_B = \frac{ВМД - X_{cp}}{3S}, \quad (6.47)$$

або

$$I_B = \frac{X_{cp} - НМД}{3S} \quad (6.48)$$

де $ВМД$ – верхня межа допуску;

$НМД$ – нижня межа допуску;

Середньоарифметичне значення параметра визначається за формулою (6.49):

$$X_{cp} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (6.49)$$

x_i – фактичне значення параметра ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

n – кількість вимірювань параметру;

S – середньоарифметичне квадратичне відхилення вимірюваного параметру.

Крім перерахованих вище показників технологічного процесу виробництва продукції або здійснення (надання) послуг можливе застосування і інших показників, що відображають специфічність даного процесу.

Класифікація найбільш суттєвих властивостей технологічного процесу представлена в табл. 6.3.

Таблиця 6.3

Основні властивості технологічного процесу

Властивості технологічного процесу			
Технічні	Економічні	Ергономічні	безпеку
Точність; стабільність; надійність; відтворюваність; керуваність тощо	Матеріалоємність; енергоємність; трудоємність; собівартість; продуктивність тощо	Зручність обслуговування і управління; гігієнічність; освітленість тощо	Токсичність; рівень шуму; електробезпека; пожежо- та вибухо- небезпека тощо

Кожна властивість технологічного процесу характеризується відповідними показниками.

6.3. Оцінка керуваності технологічного процесу

Процес вважається керованим, якщо значення його параметрів, що статистично змінюються, не виходять за встановлені межі (допуски) на відхилення від номінальних значень. При керуванні якістю процесів, продукції або послуг умовною межею відхилень параметрів прийнято вважати діапазон, що становить 99,735% від значення величини можливого розкиду даних. За цієї умови вірогідність відхилень, що виходять за прийнятий діапазон величин, складає лише 0,27%, що є достатньо малою величиною. Якщо цей діапазон (поле) відхилень нормального статистичного розподілу розділити на 6 рівних частин, то кожна з цих частин є значенням *стандартного відхилення*, що позначається грецькою буквою σ і розраховується за формулою (6.50):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^2}{n}} \quad (6.50)$$

де X_i – i -те значення параметру;

X_{cp} – середньоарифметичне значення всіх n значень параметру;

$(X_i - X_{cp})$ – відхилення i -го значення параметру від середньоарифметичного значення;

n – кількість відомих значень параметра.

Показником можливості регулювання (MP) або керування процесом є індекс можливості процесу, який обчислюється за формулою (6.51):

$$C_{MP} = \frac{T}{6\sigma} = \frac{ВМД - НМД}{6\sigma} \quad (6.51)$$

Чим більшим є чисельне значення C_{MP} , тим більшою здібністю до керування володіє процес. При цьому, перевагу надають процесу, у якого $6\sigma \ll T$ і знаходиться в полі допуску T (рис. 6.3).

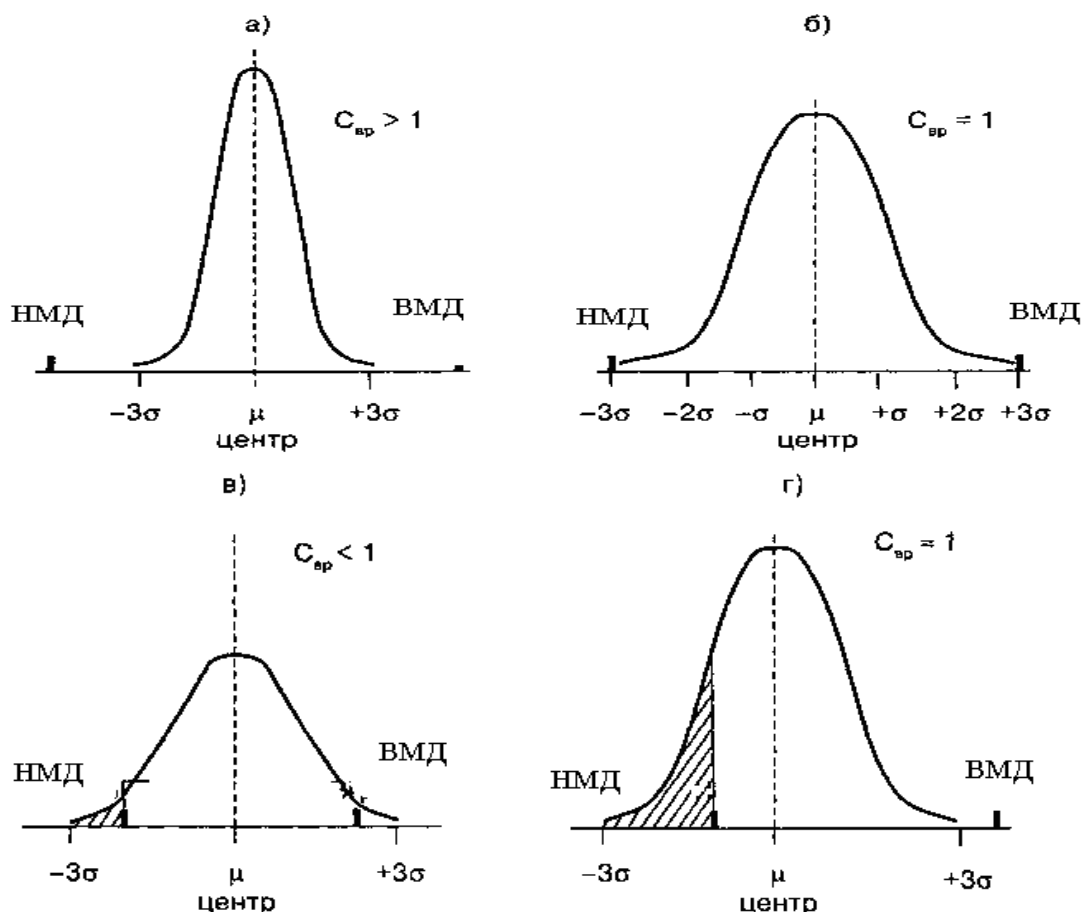


Рис. 6.3. Криві нормальних розподілів значень параметра по відношенню до межі допуску: а) – процес має великий інтервал регулювання, б) – процес знаходиться точно в межах допуску, в) – процес вийшов за межі регулювання, г) – процес зміщений стосовно меж допуску

Як бачимо з рис. 6.3, процес, в якому $C_{MP} > 1$, може надійно забезпечити випуск продукції (або надання послуги) в межах вимог. У випадку, коли $C_{MP} = 1$ – процес нестійкий, і можлива поява невідповідностей або браку. При $C_{MP} > 1$, коли $6\sigma > T$ брак неминучий, як і внаслідок зсуву кривої розподілу за межі встановленого допуску T .

Керування процесом, що діє за результатами аналізу статистичних даних, ґрунтується на наступному. Якщо значення величини параметра, що

заміряється, опиниться за межами $\pm 6\sigma$, то це не випадково, оскільки вірогідність випадковості такої події є меншою, ніж 0,1 %, тобто 1/1000. Таке відхилення слід вважати закономірним і обумовленим. Усунення причин відхилення і є *статистичним керуванням процесу*. З іншого боку, якщо центр розподілу m зміщується, і поле відхилень у розмірі 6σ виходить за межі допуску T , це служить сигналом для здійснення корегуючих дій відносно процесу. Дані про зміну C_{MP} 6σ і про місцеположення μ дозволяють приймати обґрунтовані управлінські рішення і здійснювати превентивні, застережливі дії, пов'язані з недопущенням надмірних відхилень параметрів технологічного процесу, а також невідповідностей або браку продукції (послуги) та інших потенційно небажаних явищ. По суті вдосконалення процесу зводиться до зменшення інтервалу (діапазону) відхилень 6σ і до утримання центру розподілу μ в межах номінального значення параметра, що дозволяє посилити вимоги стосовно допусків на відхилення розмірів параметрів як технологічного процесу, так і продукції, тобто поліпшити їх якість.

6.4. Інструменти управління якістю

Інструментами управління якістю (інструментами якості) називають формалізовані прийоми і методики, за допомогою яких контролюються, аналізуються і оцінюються показники *властивостей* об'єкту з метою подальшого обґрунтованого управління цими властивостями і якістю в цілому. Управління якістю – це діяльність по забезпеченню і поліпшенню якості об'єкту. Сукупністю управлінських прийомів і методик являє собою системний метод менеджменту якості процесів виробництва і їх результатів – продукції і послуг.

Найбільш широке використання мають сім основних інструментів управління якістю, які призначені для виявлення, ідентифікації, оцінки і аналізу проблем якості, а також для вироблення керуючих (корегуючих або попереджуючих) заходів по усуненню або недопущенню невідповідної якості процесів, продукції або послуг.

Основні інструменти якості можна поділити на дві групи:

1. Інструменти статистичного контролю і аналізу:

- контрольні листи обліку даних про невідповідність, які використовують для визначення кількості і частоти появи невідповідностей;
- діаграми корекції (розсіювання, розкиду) – використовуються для визначення співвідношень між чинниками впливу на параметри;
- гістограми стратифікації – застосовуються для сортування даних за вибраними критеріями;
- карти процесів – фіксують дані в ході процесу і служать для визначення керованості процесу.

2. Інструменти логічного аналізу:

- діаграма потоку (логічна блок-схема) – показує структуру і послідовність виконання процесу;

- причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісикаві) – необхідна при виявленні причин невідповідностей, що виникають;
- причинно-кількісна діаграма (діаграма Парето) упорядковує за кількістю і значущістю причин виникнення невідповідностей – необхідна для ідентифікації і визначення найбільш суттєвих причин невідповідностей.

Окрім основних інструментів якості існує декілька додаткових і спеціальних методів, що також відносяться до інструментів якості. В ролі загальних додаткових інструментів управління якістю виступають:

- теорія і методи статистичного вибіркового контролю;
- теорія вибірових досліджень;
- кваліметричні методи проведення різних статистичних і інших оцінок якості;
- вчення про ухвалення управлінських рішень;
- метод планування експериментів тощо.

Інструментом фахівців в області управління якістю є, наприклад, спеціальні методи обробки експериментальних даних, методи прогнозних оцінок, багатофакторний аналіз, функціонально-вартісний аналіз, сучасні методи дослідження операцій тощо.

Метод статистичного контролю продукції (*Statistical Production Control, SPC* – англ.) запропонував в травні 1924 р. відомий американський вчений Уолтер Шухарт (1891-1967). Його статистичні діаграми відомі тепер як «контрольні карти Шухарта». Пізніше були розроблені і інші способи обліку та представлення статистичних даних про властивості продукції.

У сімдесятих роках минулого сторіччя в СРСР, вперше, почали використовувати статистичні методи контролю *процесів виробництва*. Пізніше в міжнародній організації по стандартизації (ISO) у складі Технічного комітету ТК 69 «Застосування статистичних методів у керуванні якістю» був створений спеціальний підкомітет (ПК 4) «Статистичне управління процесами».

Статистичний контроль процесів (Statistic Process Control, SPC – англ.) – це процедура оцінювання відповідності процесу вимогам за допомогою багатократних спостережень, вимірювань, випробувань або калібрувань і обробки отриманих даних за допомогою методів статистики.

Звичайний контроль будь-чого полягає у вимірюванні, оцінці і відбракуванні невідповідності. При звичайному контролі, щоб відбракувати всю невідповідну продукцію, потрібно проводити практично стовідсотковий контроль. При масовому виробництві продукції звичайний контроль стає ускладненим і практично нездійсненним. Тому в подальшому з'явився більш раціональний – вибіровий, статистичний, імовірнісний контроль продукції і процесів її виробництва. Методи статистичного контролю є різноманітними, але не всі з них використовуються при контролі процесів, оскільки процес, на

відміну від його результату (наприклад продукції), характеризується динамічністю і тимчасовою тривалістю.

Для того, щоб здійснити статистичний контроль будь-якого об'єкту (процесу або продукції) необхідно зібрати достатньо репрезентативний (представницький) об'єм даних про нього. Облік результатів вимірювань або спостережень рекомендується вести за допомогою контрольних листів.

Контрольний лист – це таблиця-протокол первинної реєстрації даних про об'єкт, що контролюється. У ньому вказують найменування об'єкту контролю, місце контролю, посади і прізвища виконавця (або керівника) робіт та контролера, календарну тривалість контролю, засоби вимірювань або спостережень та інші відомості. В реєстраційній таблиці контрольного листа проставляються час і кількість проконтрольованого, випадки виявлення невідповідностей (дефектів), величини відхилень контрольованих параметрів тощо.

Облік кількості невідповідностей (дефектів) ведуть шляхом визначення кожного з них штрихом або іншим умовним знаком (крапками, «галочками» тощо.). Це забезпечує при підрахунку даних можливість виключення помилок. Крім того, така таблиця дозволяє провести підсумовування відміток (фактів) по горизонталі (рядкам) і по вертикалі (стовпцям) таблиці. В результаті цього виявляють частоту появи кожного виду невідповідності і частоту появи всіх виявлених невідповідностей, що відбиває тимчасову зміну об'єкту контролю (процесу або продукції, що виготовляється).

Форми контрольних листів є досить різноманітними. Вони відображають природу, сутність контролюємого об'єкта і завдання контролю. При розробці контрольних листів слід прагнути до того, щоб вони були простими.

Якщо за допомогою контрольного листа проведений облік змін розмірів декількох контрольованих параметрів, то за отриманими даними будують діаграми кореляції, які дозволяють виявити взаємозалежності або незалежності досліджуваних параметрів.

Кореляція двох величин вважається позитивною, а коефіцієнт кореляції рівний $+1$, коли значення обох змінних рівномірно зростають. Якщо зі збільшенням одного розміру інший пропорційно зменшується, то коефіцієнт кореляції рівний -1 . Якщо взаємозв'язок відсутній, то розсіювання даних є хаотичним і коефіцієнт кореляції рівний нулю. Існують і більш складні кореляційні залежності, графік яких носить криволінійний характер. Приклади кореляційних залежностей наведені на рис. 6.4.

Діаграма кореляції або розсіювання (розкиду) є графічним зображенням даних про дві змінні величини і служить для виявлення залежності між їх значеннями.

Діаграма розсіювання будується в декартових координатах і показує: по-перше, існує або не існує причинно-наслідковий зв'язок (залежність) між контрольованими (досліджуваними) параметрами процесу або продукції і,

по-друге, наочно демонструє поле розсіювання даних і вказує на знак (плюс або мінус) коефіцієнта кореляції.

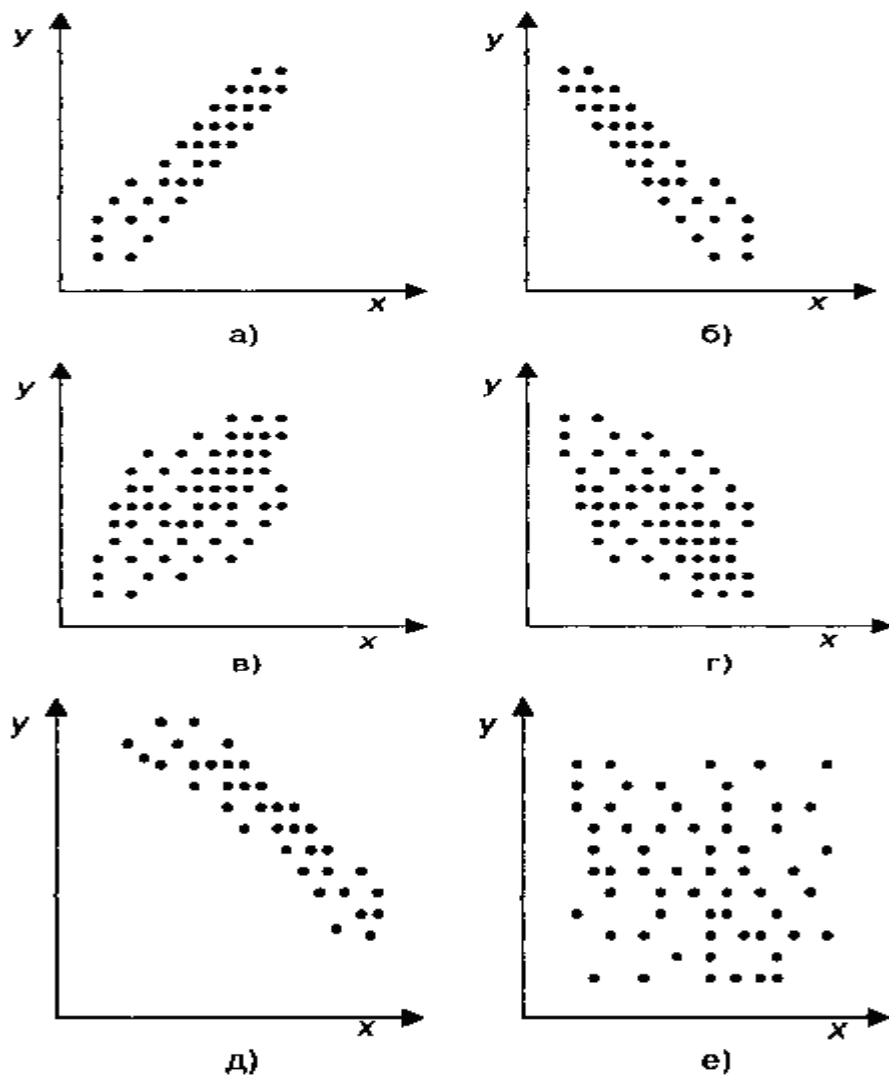


Рис. 6.4. Види кореляційних діаграм двох розмірів x та y : а) – сильна позитивна кореляція; б) – сильна негативна кореляція; в) – слабка позитивна кореляція; г) – слабка негативна кореляція; д) – складна негативна кореляція; е) – відсутність кореляції

Гістограма стратифікації або *діаграма розшарування*, використовується при аналізі результатів контролю для визначення того, які саме невідповідності або дефекти виявляються, з якою частотою і яке їх співвідношення. За даними контрольного листа (або декількох листів) проводять розбиття, розшарування і класифікацію (угруповання) показників на страти, тобто на групи. Процес розподілу, розшарування або сортування даних за групами називають *стратифікацією*. Результати стратифікації часто зображають у вигляді стовпчастих діаграм (гістограм) або графіків.

Гістограма стратифікації – це класичний спосіб графічного відображення розподілу частот появи подій (зокрема, невідповідностей, відмов тощо) у вигляді колонок, стовпців або прямокутників, висота яких відповідає значенням окремих параметрів процесу (або виробу, продукту тощо).

Гістограма стратифікації і подібна до неї діаграма розшарування, які відображені у вигляді графіків, дозволяють упорядкувати невідповідності параметрів по частотах їх виявлення і, у разі спадного ранжування, отримувати діаграму Парето.

Контрольні карти процесів. Контрольна карта процесу – це графічне представлення значень параметрів процесу, що змінюються, в часі. Контрольні карти – найбільш значущий інструмент методу статистичного контролю характеристик як процесів, так і продукції (ISO 8258:1991). Існують різні *типи* контрольних карт. Одні використовуються переважно для контролю процесів, а інші – для контролю характеристик продукції.

Існує два *види* контрольних карт: контрольні карти якісних ознак і контрольні карти кількісних характеристик (показників). У першому випадку, на графіку відмічають тільки кількість критичних невідповідностей, браку або відмов протягом визначеного часом без урахування чисельних значень їх величин. У другому – відображаються чисельні значення контрольованого параметра, зокрема, процесу або продукції, що вироблена.

Стосовно контролю процесів розрізняють карти *динаміки* процесу і карти (діаграми) *керованості* процесу, тобто його регулювання.

При побудові контрольної карти процесу на вертикальній координатній шкалі (ординат) відображають значення контрольованого параметра, а на горизонтальній (абсцис) – час або номер контрольної операції. На діаграмі отримують ламану лінію, яка характеризує зміну стану контрольованого об'єкту в часі.

Найбільш проста *карта динаміки процесу* не має будь-яких відміток про регламентовані (або обмежені) значення контрольованого параметра X . На карті відстежуються значення цього параметра, показується величина і зміна даних, періодичність (циклічність) їх коливань (у випадку, якщо таке виникає), а також тенденція загального характеру змін. Ці відомості можуть служити підставою для ухвалення відповідного управлінського рішення.

Карту динаміки процесу, по аналогії з іншими, можна назвати X -картою.

Найбільш істотне значення для контролю і подальшого управління процесом мають карти (або діаграми) *керованості*. Карта керованості є більш складнішою, ніж карта динаміки процесу.

Кarti керованості відрізняються від карт динаміки процесу тим, що на них заздалегідь наносяться граничні значення допустимих відхилень контрольованого параметру. Граничними значеннями параметру можуть бути: допуск на розмір T і його середнє значення T_{cp} ; граничні значення розсіювання даних ω і їх центр μ ; розмір стандартного середнього квадратичного відхилення S , розрахований за даними вимірювань параметру або розмір $\pm 3\sigma$, де σ – стандартне відхилення, яке розраховане за величиною дисперсії значень параметру.

Можливі і інші обмежувальні вимоги, яким повинні відповідати процеси.

Для контролю керованих процесів широко використовуються наступні типи контрольних карт керованості:

- карта динаміки процесу (X - карта);
- карта середніх арифметичних значень ($\bar{X}$ - карта);
- карта медіан ($\tilde{X}$ - карта);
- карта стандартних відхилень (S - карта);
- карта розмаху або карта діапазону розсіювання (R - карта).

Принципово карта керованості процесу має вигляд, який наведено на рис. 6.5.



Рис. 6.5. Контрольна карта керованості процесу: ЗП – значення контрольованого параметра; ЦД – центр діапазону

У випадку, коли процес контролюється за середніми арифметичними значеннями будь-якого параметру з відповідними їх обмеженнями, то результатом є карта середніх арифметичних значень.

У разі, коли статистичний розподіл великої множини даних є не симетричним відносно вершини кривої розподілу, то в якості орієнтовного значення частоти відхилень контрольованого розміру приймається медіана кривої розподілу. *Медіана* – це середнє значення даних, впорядкованих (ранжированих) стосовно спаду або зростання. Наприклад, з десяти таких чисельних значень, як 2, 2, 3, 3, 4, 6, 7, 7, 8 і 9, медіаною є число 5, а середнє значення 5,1; для спадного ряду 8, 8, 7, 7, 7, 6, 5, 3, 2, 2 – медіана рівна 6,5, тоді як середнє значення дорівнює 5,5.

При нормальному (симетричному) розподілі даних значення медіани співпадає з середньоарифметичним значенням центру діапазону частот відхилень. Таким же буде і значення моди. *Мода* – найбільша частота даних, що знята з кривої їх розподілу. Медіана, на відміну від середнього значення ($\bar{X}$), позначається як $\tilde{X}$, а контрольна карта медіани з нанесеною на карту медіаною – $\tilde{X}$ - карта.

На рис. 6.6 проілюстроване положення центру діапазону розсіювання даних і медіани при нормальному (симетричному) і несиметричному розподілі даних.

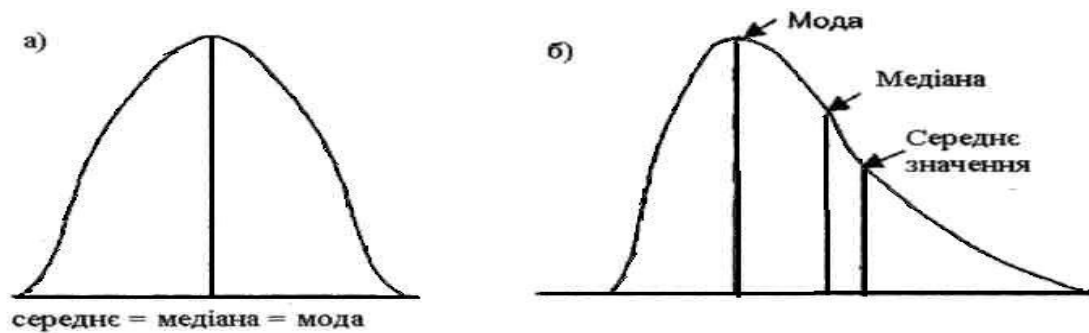


Рис. 6.6. Криві статистичного розподілу даних: а) – для нормального розподілу; б) – для несиметричного розподілу

Контрольна карта з нанесеною на неї медіаною ($\tilde{X}$ -карта) показує зсув «центру тяжіння», тобто місця найбільшої частоти даних, у бік великих або менших значень розміру параметра або його відхилень. Перевагою карти є те, що вона показує не тільки розсіювання даних, але і області розташування більшої і меншої частин даних. Недоліком є те, що потрібно проводити сортування і упорядковування даних за їх значенням, або будувати діаграму розподілу, щоб визначити значення медіани.

На *карті стандартних відхилень* (S -карта) вказують діапазон стандартного відхилення S від середнього значення контрольованого параметра.

Карта розмахів (R -карта) показує діапазон розсіювання даних відносно співставлення з допуском на відхилення від номінального (заданого) значення параметру.

Вперше використовував X -карту для контролю продукції, що виробляється, У. Шухарт, тому всі вище перелічені контрольні карти називаються картами Шухарта.

Як доповнення до інструментів обробки даних і наочного уявлення результатів статистичного контролю ходу процесу використовують і інші графічні засоби. До них відносяться: діаграма потоку процесу, причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісікаві) і кумулятивна (що підсумовує) діаграма (діаграма Парето).

Діаграма потоку, або *схема процесу*, складається для наочного представлення взаємозв'язків операцій (підпроцесів) і їх тимчасової послідовності виконання для того, щоб при аналізі результатів контролю процесу було легше визначити ту операцію або операції, які дають найбільшу кількість невідповідностей, а також встановити суміжні з нею операції, сумарні відхилення яких можуть бути причиною невідповідностей, що виникають згодом. Діаграма потоку – це графічне представлення системи всіх елементів процесу, яка відповідає технологічній документації. Якщо в результаті контролю послідовності операцій технологічного процесу виявляється їх

невідповідність діаграмі потоку, то це є підставою для ухвалення рішення про корегування процесу.

Складання схеми процесу дозволяє зобразити складний процес так, щоб його структура і логіка були зрозумілі і легко засвоювалися. Наочне зображення процесу дозволяє виконавцям повніше представити свої завдання і функції. Схема процесу допомагає при аналізі і ухваленні управлінських рішень.

Причинно-наслідкова діаграма – це графічне зображення, яке в компактній, логічно впорядкованій формі відображає вплив різних причин, чинників, подій на кінцевий результат процесу. Причинно-наслідкова діаграма, як і діаграма потоку процесу, складається для виявлення причин, наприклад збоїв технологічного процесу або появи невідповідностей його параметрів. Вважається, що таку діаграму вперше використовував японський вчений Каору Ісікава в п'ятдесятих роках минулого століття при аналізі якості сталеварної продукції.

Відомо, що певна подія (наприклад брак продукції) рідко обумовлена єдиною причиною. Найбільш вірогідними джерелами причин появи невідповідностей є: людина (man – англ.); машина (machine – англ.), устаткування, оснащення тощо; метод (method – англ.) роботи, тобто технологія робіт; і матеріал (material – англ.), зокрема напівфабрикати, комплектуючі тощо. Це так звані основні джерела або чотири області *М*. Однак існують і інші джерела причин, що призводять до відхилень або збоїв технологій і навіть до браку продукції. Такими джерелами є, наприклад, джерела енергії, контроль, навколишнє середовище тощо.

Для складання причинно-наслідкової діаграми, так званою діаграмою Ісікави, необхідно спочатку визначити джерела, а також найбільш вірогідні і значущі чинники (причини), здатні істотно вплинути на якість даного процесу (продукції або послуги). Потім, аналізуючи кожен з основних чинників, визначають менш значущі чинники (первинні, вторинні, третинні тощо), які пов'язані з ними.

Якщо згрупувати всі чинники (для процесу це – можливі причини відхилень від регламенту технології) за їх джерелами і вказати стрілками зв'язки впливу цих чинників на кінцевий результат (вихід), то виходить схема, що нагадує скелет риби, або складна причинно-наслідкова діаграма події, процесу або його результату.

Кількісне співвідношення даних чинників впливу і їх сумарний вплив на результат процесу виявляють шляхом побудови спеціальної діаграми, що наочно відображає дані чинники в порядку зменшення їх розмірів і значущості. Це можна зробити шляхом проведення стратифікації наявних кількісних характеристик всіх чинників впливу, тобто на основі даних гістограми розширення або відповідної таблиці.

Вперше побудову такої діаграми, яка по суті є упорядкованою гістограмою, здійснив Дж. Джуран. Для цього він використовував дані

кумулятивної (накопичувальної) кривої американського вченого Лоренца, яка була отримана на основі теорії групового розподілу доходів, запропонованої італійським економістом В. Парето (1848-1923). Найчастіше це роблять інакше: на гістограмі чинників, які упорядковані за зменшенням їх чисельних значень, будують кумулятивний графік значень, що підсумовуються. Така стовпчаста гістограма в разі суміщення з відповідним кумулятивним графіком називається діаграмою Парето.

Діаграма Парето – це різновид стовпчастої гістограми з нанесеною на неї кумулятивною кривою в цілях наочного відображення чинників, що розглядаються, в порядку зменшення характеристик їх значущості.

Побудову діаграми Парето здійснюють наступним чином. Спочатку за даними контролю проводять ранжирування чинників впливу в порядку зменшення їх значущості. Потім вибудовують відповідну гістограму розшарування (стратифікації); наносять на гістограму додаткову ординату з процентною шкалою; виражають дані вимірювань чинників у відсотках і будують кумулятивну криву, яка показує у відсотках внесок кожного чинника в сумарний стовідсотковий ефект.

Крім цього, В. Парето сформулював «універсальний», за виразом Дж. Джурана, принцип, або «правило 80-20» про те, що приблизно 80% проявів обумовлюється 20% причин або чинників впливу. Отже, важливо визначити (визначити) ці 20% причин. Аналіз діаграми Парето з кумулятивною кривою дозволяє це зробити. Цей аналіз називають аналізом Парето або АВС-аналіз.

АВС-аналіз (АВС – латинські букви) є метод визначення переліку найбільш значущих причин, наприклад невідповідностей параметрів технології вимогам технологічної документації і тому подібне.

На рис. 6.7 наведена схема діаграми Парето та прийоми АВС-аналізу.

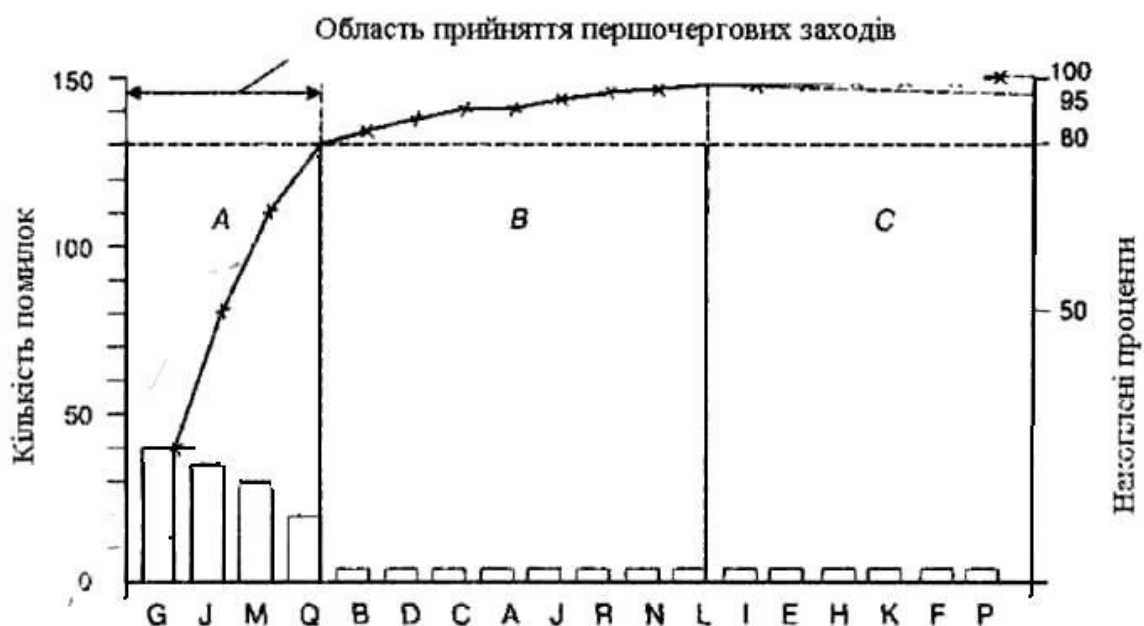


Рис. 6.7. Діаграма і аналіз Парето

АВС – аналіз можна виконати двома способами: шляхом регламентування вимог, що виражені у *відсотках* від сумарного ефекту, або за критерієм інтенсивності збільшення сумарного ефекту.

Перший спосіб АВС-аналізу

При вирішенні питань керування якістю процесів або продукції зазвичай встановлюють нормативи або відсотки можливих невідповідностей. Як правило, потрібно усунення понад 80-95% наявних відхилень (невідповідностей) параметрів за їх розмірами. Відзначивши ці значення на відсотковій вісі ординат, знаходять відповідні крапки на кумулятивній кривій і, розділивши діаграму Парето вертикальними лініями, проведеними з цих точок перетину, отримують три частини діаграми, що позначаються буквами А, В і С.

В А-частині діаграми Парето знаходяться найбільш значущі чинники впливу. Чинники В-частини – менш значущі. Чинники С-частини діаграми – зовсім малозначущі.

Оскільки перша група чинників дає біля 80% ефекту, то відносно цих чинників приймаються першочергові заходи управлінського впливу. Друга група чинників додає приблизно 15% впливів. Третя група – налічує всього порядку 5%. Визначивши переліки (найменування) чинників в групах і їх вагомість, ухвалюють відповідні управлінські рішення.

Якщо відсоток усунення відхилень і невідповідностей або їх розмір є не регламентованим, то використовують інший спосіб АВС – аналізу.

Другий спосіб АВС – аналізу

Другий спосіб АВС– аналізу полягає в тому, що визначають критичні точки зміни інтенсивності накопичення ефекту від дії різних чинників впливу на результат і за їх значеннями встановлюють ті чинники, які потрібно негайно усунути або нейтралізувати.

Зазвичай, відповідно до правила Парето, кумулятивна крива має три ділянки: спочатку крута ділянка, яка інтенсивно змінюється, потім слідує ділянка інтенсивного зростання, що зменшується, і в кінці ділянка малого впливу чинників – полого ділянка кривої. За характером зміни кумулятивної кривої можна встановити точки переходу від ділянки крутого підйому до ділянки істотного зменшення інтенсивного підйому, а потім – до найбільш плавного і такого, що мало змінюється на ділянці. Згідно цих критичних точок, як і у попередньому випадку, визначають найменування найбільших, найменших та малозначущих чинників впливу.

Критичні точки кумулятивної кривої, які визначаються за встановлюваними значеннями неприпустимого накопичуваного впливу в 80 % і 95 % і за інтенсивністю зміни кумулятивної кривої близькі щодо місцеположення, і тому результати різних способів АВС – аналізу практично співпадають.

Аналіз відмов і дефектів

Відмова – це перехід об'єкту з працездатного стану в непрацездатний стан.

Розрізняють чотири види непрацездатних станів:

- непрацездатний стан внаслідок технічної відмови (не функціонування) засобів виробництва;
- непрацездатний стан за невідповідними параметрами продукції, що виготовляється;
- непрацездатний стан щодо продуктивності;
- непрацездатний стан щодо перевищення виробничих витрат.

Відмова, тобто непрацездатний стан, є наслідком процесу деградації елементів технологічного процесу. Тому, для забезпечення надійності ТП спочатку необхідно здійснити контроль ТП, встановити причину відмови і здійснити аналіз *джерел процесу деградації* (ДПД).

Існують наступні види аналізу ДПД:

- аналіз на рівні конкретних ДПД, в результаті якого встановлюють один або декілька найбільш значущих ДПД;
- аналіз на рівні ТП та (або) критичних операцій. При цьому, визначають номенклатуру параметрів ТП та операцій, що лімітують виконання вимог до і-го ДПД;
- аналіз на рівні технологічних чинників, таких як якість сировини і матеріалів, технологічних режимів, виробничого середовища, засобів технологічного оснащення, кваліфікації і виконавчої дисципліни працівників, контролю за ТП тощо.

Аналіз ДПД рекомендується здійснювати відповідно до ДСТУ 2861 – 94 «Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення», а також ДСТУ 3004 – 95 «Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними».

Далі, після встановлення та аналізу ДПД слід провести аналіз видів, критичності і наслідків відмов ТП або роботи виробів. Цей аналіз необхідно проводити відповідно до ДСТУ 24.70-94 «Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення». Скорочено метод аналізу видів, наслідків і критичності відмов позначають як метод АВНКВ.

Виділяють наступні види відмов:

- 1) *часта відмова* – спостерігається періодично і багатократно або існує велика вірогідність частого виникнення даної відмови;
- 2) *вірогідна відмова* – на практиці встановлено, що такого роду відмова відбуватиметься кілька разів за термін роботи об'єкту або обґрунтовано передбачається ймовірне часте виникнення відмови;
- 3) *можлива відмова* – можливе одне виникнення даної відмови за весь термін функціонування об'єкту, а для сукупності виробів (процесів) така відмова відбуватиметься (відбувається) кілька разів;
- 4) *рідкісна відмова* – маловірогідна, але можлива хоч би один раз за термін служби;
- 5) *практично неймовірна відмова* – відмова, яка навряд чи спостерігатиметься навіть один раз за гарантований термін служби (роботи).

Приведемо основні поняття і їх визначення, які використовуються при аналізі відмов.

Тяжкість наслідків відмови – якісна або кількісна оцінка вірогідного (спостережуваного) збитку від відмови елементу або системи.

Категорія тяжкості наслідків відмов – класифікаційна група відмов щодо тяжкості їх наслідків, що характеризується визначеним, встановленим до проведення аналізу поєднанням якісних та (або) кількісних складових очікуваної (вірогідної) відмови або нанесеного відмовою збитку, що враховуються.

Критична відмова – відмова системи або її елементу, тяжкість наслідків якого в межах даного аналізу є недопустимою, вимагає вживання спеціальних заходів щодо зниження вірогідності даної відмови та можливого збитку, пов'язаного з її виникненням.

Критичний елемент – елемент системи, відмова якого може бути критичною.

Критичний технологічний процес – ТП, вживаний при виготовленні та монтажі системи або її елементів, порушення параметрів якого або внесені в його ході дефекти можуть бути причиною критичної відмови.

Показник критичності відмови – кількісна характеристика критичності відмови, яка враховує вірогідність за час експлуатації та тяжкість можливих наслідків.

Категорії тяжкості наслідків відмов наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Шкала категорій тяжкості наслідків відмов

Категорія тяжкості наслідків відмов	Характеристика наслідків відмов
I	Відмова, яка може спричинити зниження якості функціонування об'єкту, але не являє собою небезпеки для навколишнього середовища, самого об'єкту і здоров'ю людей.
II	Відмова, яка може спричинити затримку виконання завдання, зниження готовності і ефективності об'єкту, але не являє собою небезпеки для навколишнього середовища, самого об'єкту і здоров'я людей.
III	Відмова, яка швидко і з високою вірогідністю може спричинити значний збиток для самого об'єкту і/або для навколишнього середовища, зрив виконуваного завдання, але створює відносно малу загрозу життю і здоров'ю людей.
IV	Відмова, яка швидко і з високою вірогідністю може спричинити значний збиток для самого об'єкту і/або для навколишнього середовища, загибель або важкі травми людей, зірвавши виконання поставленого завдання.

Показник критичності відмови розраховують як складову трьох співмножників (6.52):

$$C = B_1 \cdot B_2 \cdot B_3, \quad (6.52)$$

де B_1 – оцінка вірогідності відмови, в балах;

B_2 – оцінка тяжкості наслідків відмови, в балах;

B_3 – оцінка вірогідності виявлення можливої відмови до моменту надходження об'єкту споживачеві, в балах.

Значення B_1 , B_2 оцінюють за 10-бальною шкалою за критеріями, наведеними в табл. 6.5, 6.6 відповідно.

Чим більшим є показник критичності відмови, тим актуальнішою є проблема його недопущення.

Таблиця 6.5

Оцінка вірогідності відмов (B_1)

Види відмов по вірогідності виникнення за час експлуатації	Очікувана вірогідність відмов	Оцінка вірогідності, в балах
Відмова неймовірна	Менше 0,00005	1
Відмова маловірогідна	від 0,00005 до 0,001	2
Відмова маловірогідна, обумовлена тільки точністю розрахунку	від 0,001 до 0,005	3
Помірна вірогідність відмови	від 0,001 до 0,005	4
Відмови можливі, але при випробуваннях або експлуатації аналогічних виробів не спостерігалися	від 0,001 до 0,005	5
Відмови можливі, спостерігалися при випробуваннях і в процесі експлуатації аналогічних виробів	від 0,001 до 0,005	6
Відмови цілком вірогідні	від 0,005 до 0,01	7
Висока вірогідність відмови	від 0,01 до 0,10	8
Вірогідні повторні відмови	Більше 0,11	10

Таблиця 6.6

Оцінка вірогідності відмов (B_2)

Опис наслідків відмов	Оцінка наслідків в балах
Відмова не призводить до помітних наслідків, споживач, ймовірно, не виявить наявності несправності	1
Наслідки відмови незначні, але споживач може виразити незадоволення її появою	2-3
Відмова призводить до помітного для споживача зниження експлуатаційних характеристик і/або до незручності застосування виробу	4-6
Високий ступінь незадоволеності споживача, виріб не може бути використаним за призначенням, але загрози безпеці відмова не представляє	7-8
Відмова представляє загрозу безпеці людей або навколишньому середовищу	9-10

Таблиця 6.7

Оцінка вірогідності виявлення відмови до постачання виробу споживачеві ($\hat{A}_3$)

Види відмов стосовно вірогідності виявлення до моменту постачання	Вірогідність виявлення, яка оцінена розрахунковим або експертним методом	Оцінка вірогідності, в балах
Дуже висока вірогідність виявлення відмови при контролі, збірці, випробуваннях	більше 0,95	1
Висока вірогідність виявлення відмови при контролі, збірці, випробуваннях	від 0,95 до 0,85	2-3
Помірна вірогідність виявлення відмови при контролі, збірці, випробуваннях	від 0,85 до 0,45	4-6
Висока вірогідність постачання споживачеві дефектного виробу	від 0,45 до 0,25	7-8
Дуже висока вірогідність постачання споживачеві дефектного виробу	менше 0,25	9-10

У лютому 1995 р. в США був опублікований сумісний документ фірм «Крайслер Корпорейшн», «Форд Моторс Компані» і «Дженерал Моторс Корпорейшн» під назвою «Аналіз видів і наслідків потенційних відмов». У березні 1998 р. вже третім виданням був опублікований стандарт QS-9000 «Вимоги щодо систем якості», в «Керівництві» якого було описано метод

аналізу видів і наслідків потенційних відмов (*Failure Mode and Effects Analysis, FMEA* – англ.).

В даний час метод *FMEA* широко використовується в Японії, в США і в країнах Європейського Союзу (ЄС).

Суть методу *FMEA* полягає в наступному. *FMEA* проводиться для продуктів і процесів, що розробляються, з метою оцінки і зниження ризику потенційних дефектів.

Об'єктами *FMEA* можуть бути:

- проектно-конструкторські розробки;
- процес виробництва продукції;
- бізнес-процеси (фінансові процеси, документообіг і тощо);
- процес експлуатації (споживання) продукції.

В ході *FMEA* визначають:

- перелік потенційних дефектів для кожного з елементів аналізованого об'єкту;
- потенційні причини дефектів;
- потенційні наслідки від дефектів для споживача;
- можливості контролю появи дефектів.

Метод *FMEA* – експертний. Експерти за десятибальною шкалою кількісно оцінюють наступні параметри:

- *параметр частоти виникнення дефекту* – А (найвищий бал ставиться, коли частота виникнення дефектів є великою);
- *параметр тяжкості наслідків для споживача* – В (найвищий бал ставиться, коли наслідки дефекту задовольняють юридичну відповідальність);
- *параметр вірогідності виявлення дефекту* – С (найвищий бал привласнюється «прихованим» дефектам, які не можуть бути виявлені до настання наслідків);
- *параметр ризику споживача* – D (характеризується сукупністю значень параметрів А, В і С).

Якщо значення параметра ризику споживача D виявляється більшим за 100-120, то об'єкт підлягає негайній зміні, тобто розробляються і здійснюються корегуючі заходи.

Послідовність корегуючи дій може бути такою:

- 1) визначення і усунення причини виникнення дефекту, що зменшує вірогідність його виникнення – знижується В;
- 2) встановлення перешкод щодо виникнення і прояву дефекту – знижується значення параметру С;
- 3) мінімізація впливу дефектів, що виявляються у споживача, зниження частоти дефектів, що спостерігаються – знижується значення параметру А;
- 4) підвищення ефективності виявлення дефектів на стадії виробництва продукції – зменшується частота прояву дефекту у споживача, знижується значення параметру А.

Корегуючі заходи стосовно поліпшення якості продукції або процесу можуть бути спрямовані на зміну структури (конструкції, схеми або послідовності операцій тощо) продукції або технологічного процесу, а також на оптимізацію функціонування системи управління якістю (системи якості) підприємства.

За підсумками виконання управлінських заходів, що спрямовані на недопущення дефектів, знову визначають потенційний ризик D . Прийнятним (малим) вважається значення показника $D < 40$. Ризик визначається як середній, якщо $40 < D < 100$, і як великий, якщо $D > 100$. Залежно від вимог споживача продукції, процесу або послуги відносно ризику, ухвалюються рішення про подальші управлінські заходи.

Вважається, що метод *FMEA* є найбільш ефективним інструментом підвищення якості технічних об'єктів, що розробляються та виготовляються, оскільки метод спрямований на недопущення дефектів або зниження негативних наслідків від них.

Метод *FMEA* рекомендується застосовувати не тільки при розробці і виробництві технічної продукції, але і при зміні умов експлуатації або вимог замовника, при модернізації конструкції, або технологічного процесу виробництва. Даний метод може застосовуватися також при ухваленні управлінських рішень відносно невідповідної продукції, при розробці і аналізі якості інших процесів, наприклад процесів обслуговування, продажу, маркетингу тощо.

Аналіз видів і наслідків потенційних дефектів (FMEA) – формалізована процедура аналізу і доопрацювання технічного об'єкту, який проектується, процесу виготовлення, правил експлуатації і зберігання, системи технічного обслуговування і ремонту даного технологічного об'єкту, що заснована на відокремленні можливих дефектів різного вигляду з їх наслідками і причинно-наслідковими зв'язками, що обумовлюють їх виникнення та оцінку критичності цих дефектів.

Значущість дефекту – якісна або кількісна оцінка передбачуваного або реального збитку від даного дефекту.

Бал (ранг) значущості дефекту (S) – експертно виставлена оцінка значущості дефекту.

Бал (ранг) вірогідності виникнення дефекту (O) – експертна оцінка вірогідності виникнення даного дефекту.

Бал (ранг) вірогідності виявлення дефекту (D) – експертна оцінка вірогідності виявлення дефекту.

Комплексний ризик дефекту – комплексна (узагальнена) оцінка дефекту за його значущістю, вірогідністю виникнення і вірогідністю виявлення.

Пріоритетне число ризику (ПЧР) – узагальнена кількісна оцінка комплексного ризику дефекту, що являє собою сукупність балів значущості, виникнення і виявлення для даного дефекту, тобто має вигляд (6.53):

$$ПЧР = S \cdot O \cdot P \quad (6.53)$$

Показники S , O і P визначаються експертами за десятибальною шкалою. Найменш значущим, рідко виникаючим і таким, що практично не виявляється дефектом привласнюється 1 бал. Найбільш значущі за збитками дефекти – це дефекти, що виникають чи майже завжди виявляються – оцінюються в 10 балів.

Для пріоритетного числа ризику (ПЧР) встановлюють критичну межу ($\bar{I} \times \bar{D}_i$), як правило, в межах від 100 до 125. Зменшення величини $\bar{I} \times \bar{D}_i$ відповідає створенню більш високоякісних і надійних об'єктів і процесів.

FMEA здійснює група висококваліфікованих фахівців-експертів із 4-8 чоловік.

Для кількісного оцінювання дефектів складають перелік дефектів і можливих причин їх виникнення, потім визначають дефекти/причини, для яких значення ПЧР перевищує $\bar{I} \times \bar{D}_i$. Щоб усунути ці дефекти і їх причини, розробляють заходи стосовно доопрацювання конструкції та корегування виробничого процесу, у тому числі і технологічного процесу. Типові значення балів для одиничних показників дефектів S , O і D наведені в табл. 6.8 - 6.13.

Таблиця 6.8

Шкала балів значущості S , що рекомендується, для FMEA конструкції

Наслідок	Критерій значущості наслідку	Бал S
Небезпечне без попередження	Дуже високий ранг значущості, коли вид потенційного дефекту погіршує безпеку роботи технічного засобу та викликає невідповідність обов'язковим вимогам безпеки і екології без попередження	10
Небезпечне з попередженням	Вельми високий ранг значущості, коли вид потенційного дефекту погіршує безпеку роботи виробу та викликає невідповідність обов'язковим вимогам безпеки і екології з попередженням	9
Дуже важливе	Технічний засіб/вузол непрацездатної з втратою основної функції	8
Важливе	Технічний засіб/вузол працездатний, але понижений рівень ефективності. Споживач незадоволений	7

продовження табл. 6.8

Помірне	Технічний засіб/вузол працездатний, однак системи комфорту/зручності є непрацездатними. Споживач випробовує дискомфорт	6
Слабке	Технічний засіб/вузол працездатний, однак система(и) комфорту/зручності недієздатна. Споживач випробовує деяке незадоволення	5
Дуже слабке	Обробка виробу не відповідає очікуванням споживача. Дефект помічають більшість споживачів	4
Незначне	Обробка виробу не відповідає очікуванням споживача. Дефект помічає середній споживач	3
Дуже незначне	Обробка виробу не відповідає очікуванням споживача. Дефект помічають прискіпливі споживачі	2
Відсутній	Немає наслідків	1

Таблиця 6.9

Шкала балів значущості дефекту S для FMEA виробничого процесу

Наслідок	Критерій значущості процесу	Бал S
Небезпечне без попередження	Може піддати небезпеці персонал біля верстату або на збірці. Дуже високий ранг значущості, коли вид потенційного дефекту погіршує безпеку робіт транспортного засобу та викликає невідповідність обов'язковим вимогам безпеки і екології без попереджень	10
Небезпечне з попередженням	Може піддати небезпеці персонал біля верстату або на збірці. Дуже високий ранг значущості, коли вид потенційного дефекту погіршує безпеку роботи технічного засобу та викликає невідповідність обов'язковим вимогам безпеки і екології з попередженням	9
Дуже важливе	Велике порушення виробничої лінії. Бракується до 100% продукції. Технічний засіб/вузол непрацездатні з втратою головної функції. Споживач дуже незадоволений	8
Важливе	Невелике порушення виробничої лінії. Потрібно сортування продукції, коли частина її бракується. Транспортний засіб працездатний, але із зниженою ефективністю. Споживач незадоволений	7

продовження табл. 6.9

Помірне	Невелике порушення виробничої лінії. Частина продукції потрібно забракувати (без сортування). Технічний засіб/вузол працездатні, але деякі системи комфорту і зручності не працюють. Споживач випробовує дискомфорт	6
Слабке	Невелике порушення виробничої лінії. Потрібна переробка до 100% продукції. Технічний засіб/вузол працездатні, але деякі системи комфорту і зручності працюють із зниженою ефективністю. Споживач випробовує деяке незадоволення	5
Незначне	Невелике порушення виробничої лінії. Потрібна переробка частини продукції на спеціальній ділянці. Обробка не відповідає очікуванням споживача. Дефект помічає середній споживач	3
Дуже незначне	Невелике порушення виробничої лінії. Потрібне доопрацювання частини продукції на основній технологічній лінії. Обробка не відповідає очікуванням споживача. Дефект помічає розбірливий споживач	2
Відсутній	Немає наслідку	1

Таблиця 6.10

Шкала, що рекомендується, для виставлення балу виникнення дефекту О (FMEA конструкції)

Вірогідність дефекту	Можлива частота дефектів	Бал О
Дуже висока: дефект майже неминучий	Більше 1 з 2	10
	Більше 1 з 3	9
Висока: дефекти, що повторюються	Більше 1 з 8	8
	Більше 1 з 20	7
Помірна: випадкові дефекти	Більше 1 з 80	6
	Більше 1 з 400	5
	Більше 1 з 2000	4
Низька: відносно мало дефектів	Більше 1 з 1 5 000	3
	Більше 1 з 150000	4
Мала: дефект маловірогідний	Менше 1 з 1 500 000	1

Таблиця 6.11

**Шкала, що рекомендується, для виставляння балу виникнення
дефекту О (FMEA процесу)**

Вірогідність дефекту	Можливі частоти дефектів	Індекс Срк	Бал О
Дуже висока: дефект майже неминучий	Більше 1 з 2	Менше 0,33	10
	Більше 1 з 3	Менше 0,33	9
Висока: асоціюється з аналогічними процесами, які часто відмовляють	Більше 1 з 8	Менше 0,51	8
	Більше 1 з 20	Менше 0,67	7
Помірна: загалом асоціюється з попередніми процесами, у яких спостерігалися випадкові дефекти, але не у великій пропорції	Більше 1 з 80	Менше 0,83	6
	Більше 1 з 400	Менше 1,00	5
	Більше 1 з 2000	Менше 1,17	4
Низька: окремі дефекти, пов'язані з майже подібними процесами	Більше 1 з 15000	Менше 1,33	3
Дуже низька: окремі дефекти, пов'язані з майже ідентичними процесами	Більше 1 з 150 000	Менше 1,50	2
Мала: дефект маловірогідний. Дефекти ніколи не пов'язані з такими ж ідентичними процесами	Менше 1 з 1 500000	Більше 1,67	1

Таблиця 6.12

**Шкала, що рекомендується, для виставляння балу виявлення
дефекту D (FMEA конструкції)**

Виявлення	Критерії: правдоподібність виявлення при проектуваному контролі	Бал D
Абсолютна невизначеність	Проектований контроль не виявить і/або не може виявити потенційні причину/механізм і подальший вид дефекту, або контроль не передбачений	10
Дуже погане	Дуже малі шанси виявлення потенційної причини/механізму і подальшого виду дефекту при передбачуваному контролі	9
Погане	Малі шанси виявлення потенційної причини/механізму і подальшого виду дефекту при передбачуваному контролі	8
Дуже слабе	Дуже обмежені шанси виявлення потенційної причини/механізму і подальшого виду дефекту при передбачуваному контролі	7
Слабе	Обмежені шанси виявлення потенційної причини/механізму і подальшого виду дефекту при передбачуваному контролі	6

Помірне	Помірні шанси виявлення потенційної причини/механізму і подальшого виду дефекту при передбачуваному контролі	5
Помірно добре	Помірно високі шанси виявлення потенційної причини/механізму і подальшого виду дефекту при передбачуваному контролі	4
Добре	Високі шанси	3
Дуже добре	Дуже високі шанси	2
Майже напевно	Проектовані дії (контроль) майже напевно виявляють потенційну причину і подальший вид дефекту	1

Таблиця 6.13

**Шкала, що рекомендується, для виставлення балу виявлення D
(FMEA процесу)**

Виявлення	Критерії: вірогідність виявлення дефекту при контролі процесу до наступного або подальшого процесу, або до того, як частину чи компонент покине місце виготовлення (збірки)	Бал D
Майже неможливо	Немає відомого методу контролю для виявлення виду дефекту у виробничому процесі	10
Дуже погане	Дуже низька вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	9
Погане	Низька вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	8
Дуже слабке	Дуже низька вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	7
Слабке	Низька вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	6
Помірне	Помірна вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	5
Помірно добре	Помірно висока вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	4
Добре	Висока вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	3
Дуже добре	Дуже висока вірогідність виявлення виду дефекту методами контролю, що діють	2
Майже напевно	Контроль, що діє, майже напевно виявить вид дефекту. Для подібних процесів відомі надійні методи контролю	1

Алгоритм роботи експертної групи по оцінюванню і аналізу дефектів продукції або технологічного процесу (FMEA-команди) приведений на рис. 6.8.

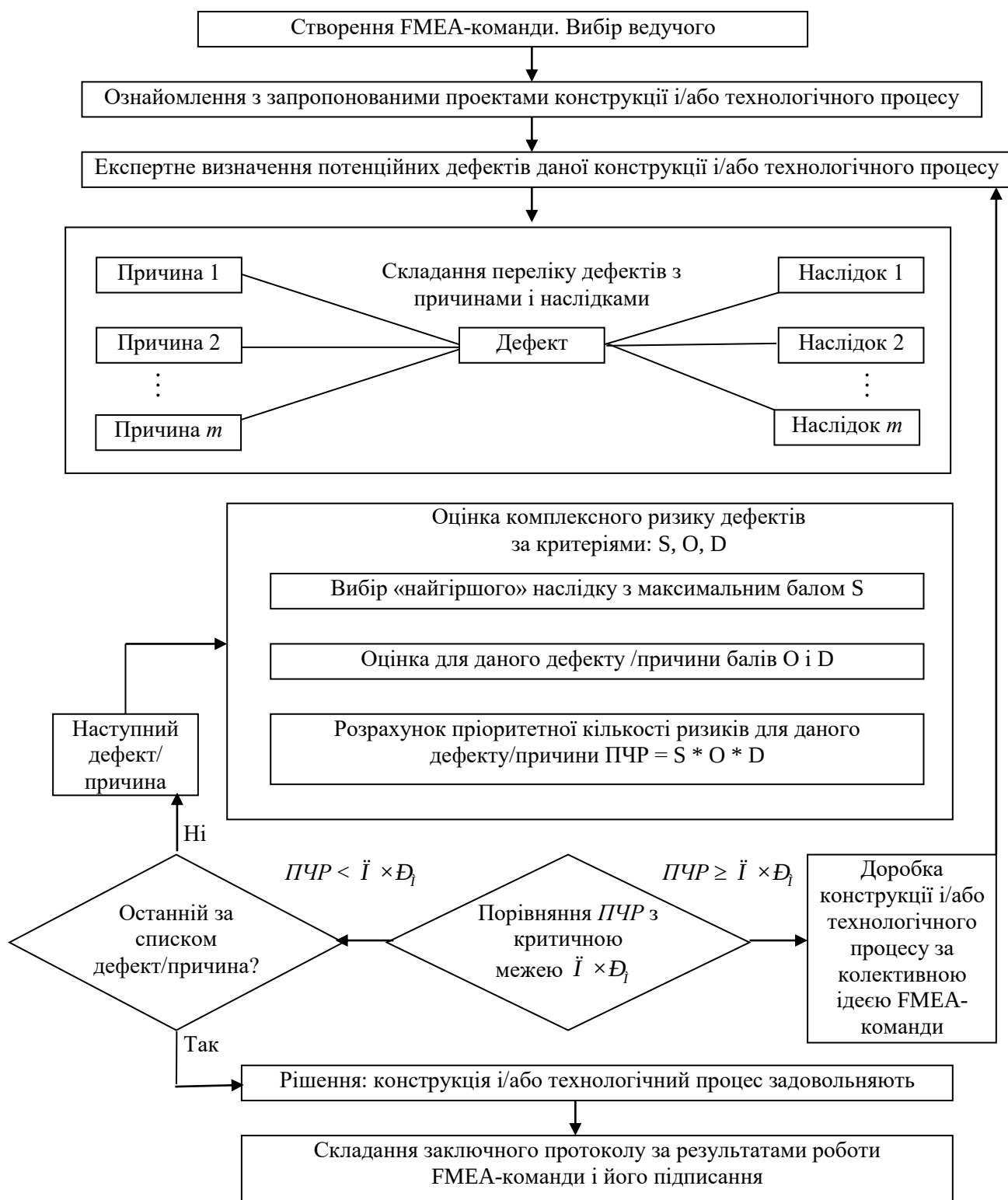


Рис. 6.8 Алгоритм роботи експертної групи по оцінюванню і аналізу дефектів продукції або технологічного процесу

Якщо за даними *FMEA* причиною появи дефекту є порушення встановленого допуску на даний одиничний показник якості і якщо є результати статистичного аналізу для аналогічного процесу, то орієнтиром, що рекомендується, для виставляння балу параметру виникнення дефекту O є індекс $\tilde{N}_{\partial e}$, значення якого розраховується за формулою (6.54):

$$C_{\partial e} = \frac{\min\{(U - \bar{X}); (\bar{X} - L)\}}{3\sigma}, \quad (6.54)$$

де U , L – верхнє і нижнє граничні значення поля допуску параметру X ;
 $\bar{X}$ – вибіркове середнє або оцінка положення центру налагодження технологічного процесу;
 σ – оцінка стандартного відхилення процесу.

Вказані методи вживаються, відповідно, при аналізі відмов або дефектів, дозволяють ухвалювати адекватні рішення при оперативному управлінні якістю як продукції, так і процесів її виготовлення.

Контрольні питання

1. Дайте основні поняття стосовно технологічного процесу.
2. Охарактеризуйте якість технологічного процесу.
3. Наведіть основні методи оцінки якості технологічного процесу.
4. За якими показниками оцінюється якість виробничого процесу?
5. Як оцінюється якість технологічної документації?
6. Назвіть основні інструменти управління якістю продукції (процесу, послуги).
7. Значення коефіцієнта автоматизації.
8. Дайте характеристику основних видів аналізу відмов і дефектів.

РОЗДІЛ 7. ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ

7.1. Принципи та методи оцінки економічної ефективності

На сучасному етапі економічного розвитку стандартизація набуває все більшого технічного, економічного і соціального значення для подальшого підвищення ефективності і посилення інтенсифікації суспільного виробництва. Цей процес обумовлений, перш за все, самою природою стандартизації і тим, що вона виходить на якісно новий ступінь свого розвитку і націлена на вирішення завдань, висунутих в зв'язку з переходом до переважно інтенсивних чинників економічного зростання

Стандартизація історично виникла як діяльність, основною функцією якої було обмеження багатокритеріальних об'єктів матеріальної і соціальної сфер. Проте, поступово під дію стандартизації почали потрапляти все нові і нові об'єкти, і її функція почала трансформуватися від обмежувальної до організовуючої.

Слід зазначити, що як діяльність стосовно впорядкування стандартизації охоплює достатньо широке коло об'єктів – від одиниць вимірювання до соціоприродних об'єктів.

Розширення об'єктів стандартизації, проникнення її в сфери економічного і соціального життя вимагають виділення більшої кількості ресурсів для розвитку стандартизації. Але з іншого боку, зростають вимоги щодо раціонального використання ресурсів, повному ресурсному забезпеченню різних напрямів розвитку стандартизації в першу чергу найбільш перспективних. За цих умов *розрахунки економічної ефективності стандартизації набувають особливої актуальності*, оскільки ефективність є критерієм багатьох аспектів, зокрема:

- оцінки альтернатив подальшого розвитку стандартизації, тобто визначає глобальні рішення стандартизації на макрорівні;
- доцільності використання стандартизації в справі впорядкування тих або інших процесів та явищ, що повторюються;
- вибору варіанту сукупності оптимальних параметрів об'єкту стандартизації при рішенні завдань оптимізації та вибору характеристик об'єкту, що стандартизується;
- оцінки управління, яке здійснюється за допомогою стандартизації на різних стадіях управлінського циклу;
- раціонального розподілу економічних ресурсів серед напрямів розвитку стандартизації.

Визначення економічної ефективності стандартизації ґрунтується на ряді загальних положень, які є єдиними як для заходів щодо підвищення якості продукції, так і для стандартизації. Їх єдність базується на тому, що вони складають конкретну форму виразу і реалізації науково-технічного прогресу, тому *економічна ефективність стандартизації – це частина економічної ефективності науково-технічного прогресу або ефективності нової техніки*.

При цьому нова техніка повинна розглядатися достатньо широко. До неї відносяться результати наукових досліджень і прикладних розробок, що вперше реалізуються в національній економіці, містять винаходи та інші науково-технічні досягнення, а також нові або досконаліші технологічні процеси виробництва, знаряддя і предмети праці, способи організації виробництва та праці. Стандартизація активно впливає на всі елементи виробничого процесу і сприяє вдосконаленню предметів і засобів праці, технології та самої праці.

Необхідність народногосподарського підходу припускає проведення оцінки ефективності стандартизації з позицій і інтересів національної економіки, оскільки вони є переважно локальними. Визначити економічну ефективність стандартизації – це означає виявити її вплив на національну економіку з урахуванням результатів стандартизації на стадіях проектування, виготовлення, звернення і експлуатації продукції та інших об'єктів стандартизації. Максимальне значення економічного ефекту є критерієм вирішення завдань стандартизації і уніфікації, за яким оптимізують: номенклатуру показників, що стандартизуються, значення цих показників, вибір параметричного ряду, коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів, методи випробувань тощо.

Пріоритетність народногосподарського інтересу визначає, що оцінка ефективності окремого стандарту або системи стандартів повинна здійснюватися у форматі всього життєвого циклу продукції, якщо стандарт регламентує вимоги до певних її параметрів. У випадку, коли стандарт є загально технічним або організаційно-методичним, то оцінка його ефективності повинна здійснюватися, виходячи з народногосподарських інтересів. Може створитися положення, при якому для окремих ланок, наприклад виробника продукції, ефект при дотриманні вимог стандарту є негативною величиною, тоді як для споживача стандартизованої продукції він є позитивним. В цьому випадку, оцінка повинна здійснюватися як алгебраїчна сума ефектів у форматі всього життєвого циклу продукції.

Проте, наявність категорій стандартів трансформує даний принцип. Так, для стандартів підприємств, що регламентують процеси в рамках промислового підприємства, досить здійснювати оцінку, не виходячи за межі підприємств. Отже, сфера розповсюдження стандарту є підставою для застосування до нього народногосподарського або комерційного підходу.

Можливість отримання негативного ефекту в певних виробничих ланках породжує труднощі з питаннями їх зацікавленості в здійсненні робіт зі стандартизації, вони можуть бути набагато краще вирішені в таких умовах, коли значення величини економічного ефекту стає результуючим показником у створенні достатньо прийнятних методів стосовно обчислення економічного ефекту, яка характеризує кожного учасника у процесі розробки і впровадження стандартів.

Реалізація народногосподарського підходу припускає можливість вибору з наявних варіантів окремого стандарту, найкращого (з народногосподарської точки зору) для включення його в план. Варіантність стандартів – необхідна передумова вибору найкращого. На жаль, аналіз практики розробки стандартів і визначення їх економічної ефективності показує, що часто розробляється всього один варіант стандарту, і хоча його ефективність доводить, що він є кращим за чинний базовий (на момент розробки), але все ж таки не ясно, наскільки він міг бути кращим, якщо до розробки було досліджено декілька допустимих варіантів.

Отже, одноваріантність робить проблему визначення ефективності стандарту суто констатуючою діяльністю, що фіксує ті або інші параметри продукції, які запропоновані для стандартизації, та величини економічного ефекту, але нічого не говорить про те, наскільки оптимальним є стандарт в діючій системі обмежень. Економічна ефективність як метод часткової оптимізації не використовує всіх своїх можливостей через відсутність багатоваріантності проектів стандартів і перетворюється на діяльність за фіксацією запропонованих параметрів, відсікаючи тільки свідомо неефективні з економічної точки зору проекти.

Є ще один суттєвий аспект – *необхідність якомога повнішого обліку основних і побічних наслідків реалізації стандарту не тільки в тій сфері, де він впроваджується, але і у всіх інших, де виявляється його вплив.* Цей момент в меншій мірі стосується стандартів на продукцію, але є більш характерним для організаційно-методичних стандартів, оскільки їх вплив за сферами є істотно ширшим за наочні стандарти. У процедурі розробки стандарту для обліку його впливу на сфери національної економіки передбачено етап розсилки першої і другої редакцій стандарту. Відгуки за цими редакціями є тією інформаційною базою, на основі якої можна врахувати як позитивні, так і негативні економічні наслідки, які несе з собою стандарт.

На жаль, сьогоднішня практика розсилки і першої, і другої редакції стандарту не передбачає можливість доповнення їх методикою визначення економічного ефекту. Розрахунок економічного ефекту додається тільки перед затвердженням стандарту, тому безпосередні користувачі стандартом зазнають методичні труднощі при визначенні фактичного економічного ефекту на конкретному підприємстві. Отже, було б доцільно при виданні стандарту прикладати до нього розрахунок економічної ефективності з вказівкою основних джерел отримання ефекту. Оскільки вплив стандарту не обмежується отриманням тільки економічного ефекту, доцільно вказувати також можливі позитивні і негативні наслідки соціального, інформаційного, екологічного та іншого плану.

Під час розрахунку економічного ефекту стандартизації враховуються наслідки, які викликає стандарт у форматі всього життєвого циклу продукції – проектування, виготовлення, споживання або експлуатація.

Для розрахунку економічного ефекту *на стадії проектування* враховують скорочення об'єму проектних робіт, працемісткості, вартість і терміни проектування за рахунок:

- поліпшення організації проектно-конструкторських робіт;
- багатократного використання стандартної технічної документації;
- застосування стандартних умовних графічних зображень;
- використання стандартних методів розрахунку;
- зменшення об'єму копіювальних робіт;
- зменшення об'єму документації, що зберігається в технічних архівах;
- скорочення витрат на переробку проектів в повній відповідності зі стандартами;
- скорочення часу на узгодження і затвердження технічної документації, що знову випускається.

Для розрахунку економічного ефекту *на стадії виробництва* визначають:

- зменшення матеріаломісткості;
- зниження трудомісткості процесів;
- збільшення застосування складових частин, придбаних на підприємствах спеціалізованого виробництва;
- уніфікацію;
- зменшення фондомісткості;
- зниження питомих витрат електроенергії і палива;
- зменшення частки умовно-постійних витрат, що припадають на одиницю продукції за рахунок зростання випуску.

Для розрахунку економічного ефекту *на стадії експлуатації* враховують зниження витрат споживача. При цьому визначають:

- підвищення технічного рівня і якості продукції;
- необхідність заміни декількох виробів одним стандартним виробом (одиницею продукції);
- зниження витрат на транспортування і зберігання продукції;
- збільшення терміну служби виробів;
- підвищення надійності виробів;
- зменшення питомої енергоємності, споживання палива, води і допоміжних матеріалів;
- зменшення чисельності обслуговуючого персоналу;
- зниження вартості ремонтних робіт;
- зниження потреби в запасних частинах і контрольно-налагоджувальній апаратурі.

Принцип народногосподарського підходу припускає використання в розрахунках ефективності єдиної для всієї національної економіки *норми ефективності капітальних вкладів*, тобто упредметненої в засобах виробництва праці. Питання про єдину або диференційовану норму ефективності є

дискусійним в економічній літературі і нормативних документах протягом цілого ряду років.

Характеристика народногосподарського підходу буде не повною, якщо не зупинитися на *обліку тимчасового періоду, за який розраховується ефект*. Значення величини економічного ефекту суттєво змінюється від періоду часу, за який він розраховується, і відповідно від об'ємів виробництва продукції, що стандартизуються. Можна виділити наступні види економічного ефекту залежно від тимчасового періоду:

- річний;
- за всі роки виробництва стандартизованої продукції, яка випущена за термін дії стандарту;
- за весь термін служби стандартизованої продукції, яка випущена за всі роки її виробництва.

Деякі автори стосовно нової техніки виділяють наступні ефекти:

- річного випуску продукції;
- річного випуску нової техніки за один рік її служби;
- річного випуску нової техніки за весь термін її служби;
- середньорічний від нової техніки;
- інтегральний, який підсумовує річні ефекти нової техніки за весь термін виробництва.

У залежності від конкретних потреб може бути розрахований будь-який із названих показників економічного ефекту, оскільки всі вони мають право на існування. Наприклад, середньорічний ефект враховує особливість, яка пов'язана з тим, що в часі ефект в продукції підвищеної якості змінюється, в перший рік він незначний, оскільки йде процес освоєння і виробничі можливості підприємства недостатньо адаптовані до випуску нової продукції; другий і третій роки дають максимальну величину ефекту, а в подальші роки він виявляє тенденцію до зниження із-за появи конкуруючих варіантів.

При ухваленні рішення про постановку на виробництво нової продукції того або іншого варіанту використовують два показники – ефект річного випуску при оцінці нових технологічних процесів, механізації і автоматизації виробництва, способів організації виробництва і праці та інтегральний ефект, оскільки він враховує термін служби нової продукції, об'єми і період її випуску. Інтегральний ефект дає найповнішу картину результативності нової продукції, хоч потрібно визнати, що достовірність його отримання є істотно нижчою, ніж за річний. Це пов'язано з тим, що необхідно враховувати велику кількість чинників – об'єми випуску за роками, термін служби продукції кожного року випуску, зміну ефекту часу. Але, в цілому, інтегральний ефект узагальнює все різноманіття чинників при ухваленні рішення про виробництво нової продукції.

7.2. Визначення ефективності програм зі стандартизації та сертифікації

Отримані виробничі і фінансові результати суттєво залежать від того, наскільки вірно (точно) вони були передбачені на етапі техніко-економічного обґрунтування, тобто наскільки достовірні були розрахунки ефективності інноваційного проекту.

Розглянемо більш детально це питання. Економічна ефективність – це корисність, виражена у вартісній розмірності, тобто 1 грн. за рік (або береться інший, коротший, інтервал – квартал, місяць). Основним нормативним документом, що регламентує розрахунки економічної ефективності, є методичні рекомендації (МР).

Відповідно до МР встановлені наступні види ефективності інноваційного проекту (рис. 7.1):

- комерційна (фінансова), така, що враховує фінансові наслідки реалізації проекту для його безпосередніх учасників;
- бюджетна, така, що відображає фінансові наслідки здійснення проекту для державного, регіонального або місцевого бюджету;
- народногосподарська, така, що враховує витрати і результати (пов'язані з реалізацією проекту), які виходять за межі прямих фінансових інтересів учасників інвестиційного проекту і допускають вартісне вимірювання.

Можна вважати, що роботи зі стандартизації є одним з варіантів інноваційного або інвестиційного проекту.



Рис. 7.1. Види ефективності інноваційного проекту

Порівняння різних інноваційних проектів або варіантів одного проекту згідно МР здійснюється з використанням вибору різних методів, які враховують певні показники (рис. 7.2).

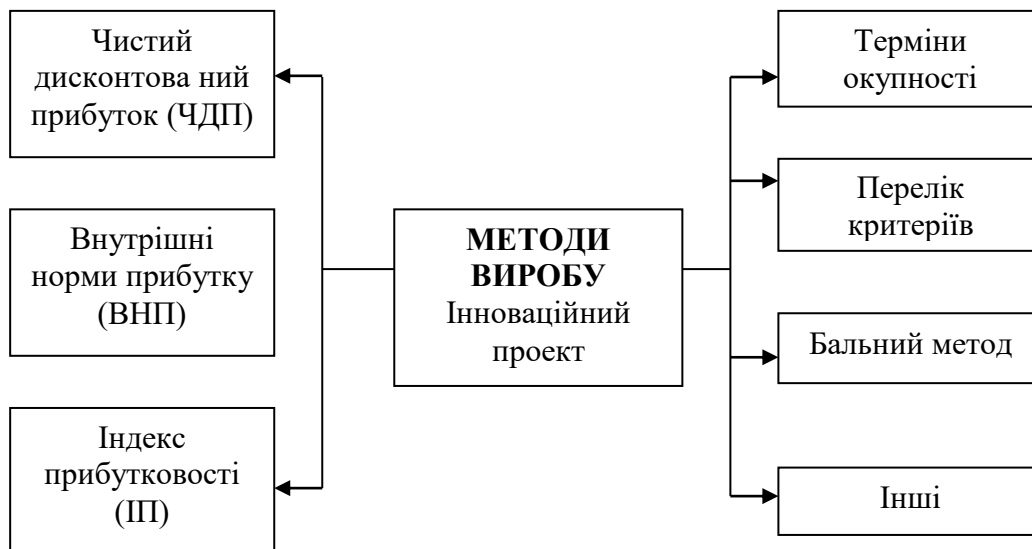


Рис. 7.2. Методи вибору проекту для реалізації

Чистий дисконтований дохід (ЧДД) визначається як сума поточних ефектів за весь розрахунковий період, приведена до початкового кроку, або як перевищення інтегральних результатів над інтегральними витратами. Вона визначається за наступною формулою (7.1):

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^t (P_t - B_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t} \quad (7.1)$$

де P_t – результати, що досягаються на t -му кроці розрахунку;
 B_t – витрати, які здійснюються на тому ж кроці;
 t – горизонт розрахунку;
 $(1 + E)$ – ефект, що досягається на t -му кроці.

При оцінці ефективності інвестиційного проекту порівняння різночасних показників здійснюється шляхом приведення (дисконтування) їх до цінності в початковому періоді. З цією метою використовується норма дисконту, яка дорівнює прийнятній для інвестора нормі доходу на капітал. В загальному випадку норма прибутковості може бути рівна ставці банківського відсотка.

Якщо ЧДД інвестиційного проекту позитивний, то проект є ефективним, і тоді може розглядатися питання про його ухвалення. Чим більше ЧДД, тим ефективніше проект. Якщо інвестиційний проект буде здійснений при негативному ЧДД, інвестор зазнає збитки, тобто проект неефективний.

Індексом прибутковості (ІП) чистого доходу є співвідношення суми приведених ефектів до величини капіталовкладень і визначається за формулою (7.2):

$$\text{ІП} = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=0}^t (P_t - B_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t} \quad (7.2)$$

де K – значення величини капіталовкладень;
 B_t – витрати на t -му кроці за умови, що до них не входять капітальні вкладення.

Індекс прибутковості складається з тих самих елементів, що і ЧДД, і його значення пов'язано із значеннями ЧДД: якщо ЧДД позитивний, то $\text{ІП} > 1$, і навпаки. Якщо $\text{ІП} > 1$, проект ефективний, а якщо $\text{ІП} < 1$, то неефективний.

Методи вибору проектування для реалізації інвестиційного проекту наведені на рис. 7.2.

Внутрішня норма прибутковості (ВНП) є тією нормою дисконту, при якій значення величини приведених ефектів дорівнює приведеним капіталовкладенням. Якщо розрахунок ЧДД інвестиційного проекту дає відповідь на питаннями, є він ефективним чи ні при деякій заданій нормі дисконту, то ВНП проекту визначається в процесі розрахунку і потім порівнюється з тією нормою доходу на капітал, яка потрібна інвестору.

У тому випадку, коли ВНП є рівною або більше, ніж та, що потрібна інвестору норма прибутку на капітал, інвестиції в даний проект виправдані, і може розглядатися питання про його ухвалення. В іншому випадку вони недоцільні. Можливий і варіант, коли порівняння двох варіантів проекту або двох проектів дає взаємовиключні результати, тоді перевагу слід віддавати ЧДП.

Терміном окупності являє собою той мінімальний часовий інтервал від початку реалізації проекту, за межами якого інтегральний ефект перестає бути негативним і продовжує зростати. Це той часовий інтервал, починаючи з якого є первинні вкладення і інші витрати (пов'язані з інвестиційним проектом) покриваються сумарними результатами його здійснення. Термін може вимірюватися в роках, кварталах, місяцях.

Суть методу відбору інвестиційних проектів за допомогою переліку критеріїв полягає в тому, що розглядається відповідність проекту кожному зі встановлених критеріїв і кожному з них надається оцінка проекту. Використання цього методу дозволяє побачити всі переваги і недоліки проекту і гарантує, що жоден з критеріїв, які необхідно прийняти до уваги, не буде забутий.

Основними критеріями для оцінки інвестиційних проектів є наступні рішення: стратегічні і політичні; фінансові; науково-технічні; виробничі; екологічні.

Метод бальної оцінки полягає в тому, що визначаються найбільш важливі чинники, що мають вплив на результати проекту, тобто складається перелік критеріїв. Критеріям привласнюються значення залежно від їх важливості. Зазвичай, це експертна оцінка, яка здійснюється шляхом опиту керівників. Вагомість кожного критерію може бути скорегованою на показник вірогідності. Після цього вагомість критерію перемножується на його значення. Отримані за кожним критерієм дані підсумовуються.

Отже, кожен проект з множини або варіанти одного проекту отримують кількісні оцінки в балах.

На зміну якісним оцінкам – «добре» і «дуже добре» – приходить кількісна бальна оцінка. Вона може варіюватися в наступних діапазонах: 1–100; 1–10; 0,1–1,0.

Таким чином, оцінка інноваційного проекту з використанням розглянутих критеріїв дозволяє ще на передвиробничій стадії оцінити корисність того або іншого проекту і уникнути додаткових витрат або негативних результатів здійснення останнього.

Розвиток стандартизації, останнім часом, зазнав істотних змін: на зміну розробці окремих стандартів прийшла розробка програм стандартизації. *Метод програмно-цільового планування* став основним при розробці стандартів.

Існують два напрями в розробці програм стандартизації, які розрізняються за об'єктами. *Об'єктом стандартизації* може бути окремий кінцевий продукт,

взятий за його технологічними межами (сировина, матеріали, устаткування, технологія і організація виробництва, метрологічне забезпечення, безпосереднє виготовлення кінцевого продукту), і великі організаційні системи, наприклад, конструкторська підготовка виробництва, технологічна підготовка виробництва, розробка і постановка продукції на виробництво.

Обґрунтування ефективності програм має свою специфіку в порівнянні з обґрунтуванням ефективності окремих стандартів. Розрахунок першої починається з кінцевих видів продукції, поступово проходячи кожен з рівнів програм, і включає ряд етапів, на яких визначаються:

- якість кінцевої продукції, комплектуючих виробів, сировини, матеріалів;
- річний економічний ефект від застосування кінцевих видів продукції з кращою якістю;
- додаткові економічні ефекти від незалежних джерел на кожному рівні окремо, тобто джерел, не пов'язаних з джерелами верхніх рівнів програми;
- сумарні витрати на розробку і впровадження комплексу нормативно-технічної документації і власне програми;
- сумарний річний економічний ефект програми;
- показники, що характеризують ефективність програми в натуральних величинах;
- показники, які характеризують інші види ефектів, крім економічного;
- значення величини економічного ефекту стандартизації як складової від загального ефекту програми.

Особливо слід зупинитися на обліку чинника часу. Витрати і низка заходів програми здійснюються поетапно, тому за кожним видом витрат потрібне *корегування за чинником часу*. Складність розрахунку ефективності програми, як правило, не дозволяє отримати інтегральний ефект, тому в якості попереднього розрахунку можна обмежитися річним ефектом.

Що ж до програм стандартизації за організаційними системами, то тут необхідно розмежовувати ефективність систем при їх розробці, (тобто мова йде про витрати на програми), а потім ефективність їх функціонування. Наприклад, на підприємстві впроваджується система управління якістю продукції. Виникає питання про визначення ефективності витрат на ці цілі. Після ухвалення рішення про її впровадження вона функціонує багато років, удосконалюючись рік від року, і тут вже постає завдання за визначенням ефективності функціонування такої системи.

Те ж саме відноситься і до інших систем, наприклад технологічної, конструкторської, підготовки виробництва, розробки і постановки продукції на виробництво. Важливим їх елементом є отримання комерційного ефекту разом з народногосподарським. Безпосередньо на підприємстві ці системи стають джерелом збільшення останнього за рахунок зменшення або ліквідації непродуктивних витрат і збільшення прибутку.

Складне методичне питання визначення ефективності систем – це отримання безпосередньо ефекту системи, або так званого *синергетичного ефекту*. З логічної точки зору очевидно, що ефективності системи притаманний ефект системи, тобто сама системність як сукупність строго впорядкованих заходів стає джерелом додаткового ефекту. Відокремлення його в чистому вигляді

дозволило б судити про ефективність будь-якої системи, інакше кажучи, самого поєднання одних і тих же заходів в тому або іншому вигляді.

Проте, складність даного питання на сьогодні не дозволяє виділити цей чистий ефект і він існує в сукупному ефекті функціонування системи. У зв'язку з цим достатньо обмежитися визначенням сукупного ефекту системи, враховуючи однак те, що він на деяку величину є більшим за ефект суми заходів, якби вони були реалізовані окремо, тобто як розрізнені заходи.

Найважливішою умовою отримання достовірної величини значення економічного ефекту є *співставлення ефектів за варіантами*, що забезпечується за наступними параметрами:

- об'єму потреби, що задовольняється за допомогою більш якісної продукції;
- області і діапазону потреби, що задовольняється, а також за умовами експлуатації продукції, тобто області взаємозамінності порівнюваних видів продукції;
- чиннику часу;
- соціальним наслідкам виробництва і споживання продукції;
- ступеня негативної дії на навколишню виробничу сферу при виробництві і споживанні продукції.

Найбільш важливим моментом є співставлення за якістю базового і прийнятого варіантів. Співставлення за якістю варіантів – це сумарна оцінка для ухвалення рішення на користь того або іншого варіанту.

Встановлена наступна номенклатура *основних груп показників за властивостями продукції, що характеризуються властивостями продукції*:

- *призначення* – продуктивність, потужність, діапазон швидкості, маневреність, прохідність, чутливість, зміст корисної речовини або шкідливих домішок, допустима температура зовнішнього повітря;
- *надійності* – безвідмовність, довговічність, зберігання, ремонтпридатність;
- *ергономічні* – гігієнічні, антропометричні, фізіологічні і психічні властивості людини в системі «людина – виріб»;
- *естетичні* – стильова відповідність моді, функціонально-конструктивна пристосованість, колірний колорит, ретельність покриття і обробка поверхні, чистота виконання округлень і поверхонь, що сполучають, чіткість виконання фірмових знаків, показчиків і упаковки;
- *технологічності* – трудомісткість виготовлення, технологічна собівартість, відносна трудомісткість підготовки виробу до функціонування, питома вартість ремонтів;
- *транспортабельності* – середня трудомісткість або тривалість підготовки продукції до транспортування або розвантаження, коефіцієнт використання об'єму засобу транспортування;
- *стандартизації і уніфікації* – коефіцієнти використання, повторюваності, взаємної уніфікації;
- *патентно-правові* – патентного захисту, патентної чистоти, територіального розповсюдження;
- *екологічні* – зміст шкідливих домішок, що викидаються в навколишнє середовище, вірогідність викидів в навколишнє середовище шкідливих частинок газів, випромінювань при зберіганні, транспортуванні, експлуатації або споживанні продукції;

- *безпеки* – вірогідність безвідмовної роботи, час спрацьовування захисних пристроїв, електрична міцність ізоляції струмопровідних частин виробу, з якими можливе зіткнення людини.

Для визначення значень показників якості виробів можуть використовуватися різні методи – вимірювання за допомогою технічних засобів, розрахункові, експертні. Оцінка рівня якості заснована на зіставленні значень показників якості продукції, що оцінюється, із значеннями відповідних показників продукції, що прийнята за базу порівняння. В якості базової може використовуватися не тільки реально існуюча продукція, але і гіпотетична, для якої встановлені вимоги, що містять всі необхідні показники якості.

Диференціальна оцінка якості є сукупністю операцій, в результаті яких знаходиться відносний показник якості. Її застосовують у тому випадку, коли необхідно провести аналіз зіставлення рівня якості оцінюваної і базової продукції за окремими показниками. При такому зіставленні визначають, чи досягнутий рівень базового зразка в цілому, за якими показниками він досягнутий, які показники найбільше відрізняються від базових. *Комплексна оцінка якості*, що припускає оцінку ряду показників продукції за допомогою одного числа (узагальненого показника якості), може здійснюватися середньозваженим методом або методом визначення функціональної залежності показника якості від одиничних показників.

7.3. Облік фактору часу та соціальних наслідків в економічних розрахунках

В розрахунках економічної ефективності підвищення якості продукції і стандартизації особливе значення надається *обліку фактору часу*. Актуальність даного питання останнім часом значно зросла, оскільки на зміну малим заходам з невеликими витратами ресурсів приходять все більш великомасштабні, які характеризуються великими витратами і при цьому є розтягнутими в часі. Оцінювати ж захід необхідно зараз, а його результати можуть бути отримані як в рамках п'ятирічного періоду, так і за рамками цього терміну.

Широке застосування програмно-цільового методу планування істотно загостило цю проблему. Необхідність корегування витрат ресурсів і отримання економічних результатів викликана тим, що цінність економічних величин змінюється за тимчасовою шкалою в такій послідовності: зменшення цінності в міру збільшення планового горизонту і збільшення в міру скорочення планового горизонту. Порівняння різночасності витрат здійснюється шляхом введення *коефіцієнту приведення за фактором часу*, що має наступний вигляд (7.3):

$$\alpha_t = \frac{1}{1 + E} \quad (7.3)$$

де α_t – коефіцієнт приведення;

E – норматив приведення (0,1);

t – кількість років, що відокремлює витрати і результати даного року від початку розрахункового року.

Норматив приведення визначений в нормативно-методичних документах і відрізняється від нормативу ефективності капітальних вкладень. Проте, за

економічним сенсом ці два коефіцієнти повинні бути кількісно однакові, оскільки і в тому і в іншому випадку різночасні витрати приводяться до одного моменту часу, а поточні витрати порівнюються з капітальними. Крім того, цей норматив не може бути диференційованим за галузями. В рамках плану, що наближається до оптимального, норма дисконту також повинна бути оптимальною і стандартизованою, тоді як на сьогодні вона встановлюється дослідним шляхом.

У програмах щодо стандартизації і підвищенню якості продукції фактор часу набуває особливої важливості, оскільки передбачається проведення трьох видів робіт, що розтягнуті в часі: науково-дослідні роботи, що вимагають витрат ресурсів, створення комплексу стандартів і здійснення заходів щодо впровадження всієї нормативно-технічної документації. В обліку фактора часу виявляється і високий ступінь невизначеності отримання розрахункової величини ефекту заходів, що проводяться. Підвищення достовірності розрахунків припускає облік фактора невизначеності в отриманні ефекту в часі.

Причини невизначеності розрахункової величини ефекту підсумовуються за рахунок групи факторів.

Загальні фактори невизначеності – імовірнісний характер протікання науково-технічного прогресу, коливання кліматичних умов, зміни в планований період соціально-економічних і регіональних інтересів в учасників реалізації заходів.

Локальні фактори невизначеності – індивідуальні відмінності параметрів об'єктів стандартизації і підвищення якості, суб'єктивні і методичні помилки при встановленні і прогнозуванні окремих показників, що визначають величину ефекту, сфери застосування стандартів.

Важливим фактором невизначеності є *стан інформаційної бази для розрахунків ефективності* – інформація може бути неповною, недостатньо достовірною, слабо відображати взаємозв'язки як окремих елементів в рамках системи, так і зовнішні зв'язки систем. Наявність фактора невизначеності вимагає при розрахунках ефективності здійснити ряд операцій щодо його зниження. В залежності від того, чим обумовлена невизначеність, використовуються ті або інші методи.

Важливим фактором зниження невизначеності є *поліпшення інформаційного забезпечення*, особливо на етапах отримання ефекту: очікуваного – на стадії технічного завдання, розрахункового – на стадії розробки остаточної редакції стандарту, фактичного – на стадії впровадження стандарту. В міру накопичення і обробки інформаційних масивів за цими трьома стадіями кожна організація, яка розробляє стандарт, може статистичним шляхом вивести коефіцієнти, що корегують ефект від очікуваного до фактичного, і використовувати їх при плануванні робіт зі стандартизації.

Економічна оцінка інвестиційного проекту є неповною, оскільки вона не враховує соціальні наслідки реалізації того або іншого варіанту проекту. *Ієрархія оцінок* може бути побудована таким чином – *технічний ефект* від реалізації проекту, *економічний ефект* і, нарешті *соціальний ефект*. При цьому, найбільш значуща оцінка – це соціальний ефект.

Візьмемо, наприклад, технічне рішення, що дозволяє збільшити потужність автомобіля, яке порівняно з базовою моделлю на 1,7 умовних одиниць (у.о.)

є кращим. Отже, в даному прикладі технічний ефект рівний 1,7 у.о. Проте оскільки для реалізації даного технічного рішення необхідні витрати, то зіставлення витрат і результатів дасть нам економічну оцінку цього нововведення. В результаті виходить, що економічний ефект нового варіанту проекту виражається вже величиною в 1,3 у.о.

Далі ми переходимо до соціальної оцінки. Соціальний ефект сам по собі досить складний і включає цілий спектр показників: це безпека, комфорт, екологія, обороноздатність, поліпшення умов проживання населення – та ряд інших. В нашому прикладі при отриманні соціальної оцінки з'ясувалося, що збільшення потужності автомобіля веде до забруднення повітряного басейну і зрештою соціальний ефект – 0,9 у.о., тобто модель автомобіля гірше базової на 10%. Таким чином, від технічного ефекту, що становить 1,7 у.о., ми отримали соціальний ефект того ж рішення, рівний тільки 0,9 у.о.

Складність отримання соціальних ефектів полягає ще і в тому, що лише небагато з них можна виразити у вартісній формі, а більша їх частина не піддається вартісній оцінці, отже, необхідно зіставляти розмірність з іншими видами розмірності, і тоді виникає додаткова проблема їх зведення. Тому, у багатьох випадках необхідно будувати систему в обмеженнях. У випадку, якщо рішення не виходить за рамки побудованих обмежень, воно має право на реалізацію, інакше його реалізація буде недоцільною.

Таким чином, оцінка *соціальних* результатів проекту припускає, що проект відповідає соціальним нормам, стандартам і умовам дотримання прав людини як в рамках виробничих умов, так і людини як члена соціуму. Заходи, що передбачаються проектом, щодо створення працівникам нормальних умов праці і відпочинку, забезпечення їх житловою площею, об'єктами соціальної інфраструктури в межах встановлених норм є обов'язковими умовами реалізації проекту.

Основними видами соціальних результатів проекту, що підлягають віддзеркаленню в розрахунках ефективності, є:

- зміна кількості робочих місць в регіоні;
- поліпшення житлових і культурно-побутових умов працівників;
- зміна умов праці працівників;
- зміна структури виробничого персоналу;
- зміна надійності постачання населення регіонів або населених пунктів окремими видами товарів, наприклад паливом і енергією для проектів в паливно-енергетичному комплексі, реалізацією для проектів в аграрному секторі і харчовій промисловості;
- зміна умов здоров'я працівників і населення регіону;
- економія вільного часу населення.

У вартісній оцінці соціальних результатів враховується, як правило, їх самостійна значущість. Витрати, які необхідні для досягнення соціальних результатів проекту, враховуються в розрахунках ефективності в загальному порядку.

Якщо реалізація проекту впливає *на зміну умов праці* працівників, то це можна враховувати в бальній оцінці за окремими санітарно-гігієнічними і психофізіологічними елементами умов праці. Для оцінки задоволеності працівників умовами праці можуть використовуватися дані соціологічних

опитувань. Може виникнути ситуація, коли реалізація проекту призводить до змін умов праці на підприємствах – споживачах продукції, що обов'язково треба враховувати при визначенні непрямого фінансового ефекту за всіма цими підприємствами.

Реалізація інвестиційного проекту може бути пов'язана з необхідністю *поліпшення житлових або культурно-побутових умов працівників*, наприклад, шляхом надання їм житла, будівництва об'єктів культурно-побутового призначення. Витрати щодо споруд або придбання відповідних об'єктів включаються до складу витрат за проектом і враховуються в розрахунках ефективності. Прибутки від цих об'єктів, у тому числі частина вартості житла, що сплачується в розстрочку, і виручка підприємства культурно-побутового призначення враховуються в склад результатів проекту. В розрахунках обов'язково береться до уваги соціальний результат подібних заходів, що отримуються внаслідок збільшення ринкової вартості житла, що існує в даному районі, що обумовлене введенням в дію додаткових об'єктів культурно-побутового призначення.

Соціальні наслідки проекту можуть призвести також до *зміни зайнятості в регіоні*, а якщо він є масштабним, то і в цілому, в масштабах національної економіки. Для обліку такого роду соціальних наслідків використовується ряд показників:

- зміна чисельності працівників, що зайняті важкою фізичною працею (особливо жінки);
- зміна чисельності працівників, що зайняті в шкідливих умовах виробництва, зокрема жінки;
- зміна чисельності зайнятих на роботах, що вимагають вищої і середньої спеціальної освіти;
- зміна чисельності працівників за розрядом єдиної розрядної сітки;
- чисельність працівників, що підлягають навчанню, перенавчанню, підвищенню кваліфікації.

Реалізація інвестиційного проекту може мати, як наслідок, *зміну надійності в постачанні регіону промисловими або продовольчими товарами*. Вартісне вимірювання цього результату – відповідно із знаком «плюс» (+) або «мінус» (—) – проводиться з використанням цін, що діють в регіоні, на відповідні товари.

Соціальний результат інвестиційного проекту може виявитися в наступних змінах: *захворюваності працівників*, включаючи запобігання втрати чистої продукції: *суми виплат з фонду соціального страхування; витрати у сфері охорони здоров'я; показника смертності населення, якщо це пов'язано з реалізацією проекту*.

Для вартісного вимірювання даного ефекту може бути використаний норматив народногосподарської цінності людського життя. Значення його кількісної величини визначається шляхом перемноження середньої величини чистої продукції, – що розраховується на 1 відпрацьовану людину / год., на коефіцієнт народногосподарської цінності людського життя, що встановлюється для економічної оцінки ефективності заходів. В даний час, на

державному рівні відсутній затверджений коефіцієнт народногосподарської цінності людського життя, але він може бути визначений розрахунковим шляхом.

Реалізація проектів, спрямованих на поліпшення організації дорожнього руху, підвищення безпеки транспортних засобів, зниження аварійності і травматизму на виробництві, веде до зниження кількості важких травм людей, що призводять до їх інвалідності. Для вартісної оцінки відповідного соціального результату використовується норматив в 0,6 народногосподарської цінності людського життя.

Економія вільного часу працівників підприємств і населення визначається, перш за все за проектами, які передбачають:

- підвищення надійності енергопостачання населених пунктів;
- випуск товарів народного споживання, що скорочують витрати праці в домашньому господарстві;
- виробництво нових видів і марок транспортних засобів;
- будівництво нових автомобільних або залізничних доріг;
- зміна транспортних схем доставки певних видів продукції, транспортних схем доставки працівників до місця роботи;
- вдосконалення розміщення торгової мережі;
- поліпшення торгового обслуговування покупців;
- розвиток телефонного і телефаксного зв'язку електронної пошти і інших видів зв'язку;
- поліпшення інформаційного обслуговування громадян.

При вартісній оцінці даного виду результатів рекомендується використовувати норматив оцінки 1 людино-година, економії у розмірі 0,5 середньогодинної заробітної плати за контингентом працездатного населення, що зачіпає реалізацію проекту.

Як підсумок можна констатувати, що соціальні результати інвестиційних проектів є невід'ємною складовою частиною ефекту проекту. Проте як негативні, так і позитивні результати деколи важко піддаються вартісній оцінці, тому вони повинні виступати у вигляді обмежень, норм і стандартів, вихід за які перекреслює всіляку можливість реалізації проектів.

7.4. Визначення стандартизації як частини в загальному ефекті

Необхідність визначення економічного ефекту стандартизації в сумарному економічному ефекті обумовлюється тим, що це самостійний вид діяльності, який має відношення до проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, що є кінцевим перед передачею нормативно-технічній документації для виготовлення продукції. Він пов'язаний із значними витратами матеріальних ресурсів, і ефективність цих витрат необхідно визначати в цілях найбільш раціонального витрачання ресурсів.

Економічний ефект є, як правило, комплексним підсумком діяльності ряду організацій, при цьому, організації-учасниці претендують на певну його частку і часто, як показує практика, сума ефектів окремих організацій перевищує реально отриманий ефект від робіт зі стандартизації. Стандартизація – складова частина науково-технічного прогресу, тому прояв ефекту стандартизації є одночасним

проявом результатів науково-технічного прогресу. В зв'язку з цим відокремлення частки ефекту передбачає дві цілі – визначити ефект стандартизації і розчленувати його між окремими організаціями, що беруть участь в розробці стандартів. Необхідність визначення пайової участі кожного етапу і кожної організації в отриманому економічному ефекті не вичерпується лише отриманням його достовірної величини, а диктується низкою додаткових міркувань, а саме:

- величина ефекту, що розподілена за етапами, дозволить оцінити роль кожного етапу у формуванні ефекту, провести їх ранжування, диференціювати вимоги, що пред'являються до різних етапів виконання НДР і ДКР і етапу впровадження;
- величина ефекту служить важливою оцінкою діяльності організацій, ступенем раціональності використання наявних ресурсів і може бути домінуючим фактором при оцінці якості праці підрозділів;
- величина ефекту може бути критерієм при плануванні робіт і виборі перспективних напрямів в самій організації, а також служити орієнтиром для керівної організації;
- величина ефекту, будучи зв'язаною з системою матеріального стимулювання підрозділів, дозволить більш диференційовано підходити до заохочення, що збільшить результативність роботи;
- ефект задовольняє ряд престижних цілей організацій, сприяє підвищенню наукового авторитету організацій, є основою для ранжування організацій за економічною віддачею національній економіці.

Досягнення наведених цілей можливе тільки у разі застосування достатньо об'єктивних методів диференціації отриманого економічного ефекту.

В роботах по стандартизації, зокрема при розробці державного стандарту, доцільно виділити три етапи наукових досліджень. До *першого етапу* відносяться НДР, які передують розробці стандарту: вивчення існуючого положення об'єкту стандартизації і передових досягнень світової і вітчизняної науки і техніки, визначення напрямів робіт. Результатом є технічне завдання на розробку стандарту. На *другому етапі* створюється перша редакція стандарту, закладаються показники, що встановлені розрахунковим шляхом і підтверджені попередніми випробуваннями. Після розсилки першої редакції і аналізу отриманих відгуків готується остаточна редакція, уточнюються показники на основі відгуків і випробувань дослідного зразка, а також заходи, які необхідно виконати для досягнення характеристик, закладених в проекті стандарту. На *третьому етапі* виконують заходи щодо впровадження стандарту виготовлення оснащення, придбання устаткування для випуску стандартизованої продукції тощо.

Витрати на кожному етапі і є підставою для обчислення частки ефекту на кожному етапі. При цьому вагомість витрат для отримання економічного ефекту різна, тому виникає проблема зважування цих витрат на кожному етапі. *Коефіцієнти значущості робіт для кожного етапу* знаходяться експертним

шляхом. Обробка інформації на рівні більш ніж 1000 державних стандартів показала, що коефіцієнти вагомості можуть мати значення, наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Коефіцієнти значущості робіт

Найменування Робіт	Коефіцієнти Вагомості
Науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи	5
Розробка	4
Заходи щодо впровадження стандарту	1

Таке співвідношення коефіцієнтів обумовлене тим, що економічний ефект створюється на стадії досліджень (найбільша вагомість), знаходить форму нормативно-технічної документації при розробці стандарту (менша) і вже на стадії виготовлення відтворюється той ефект, який створений на попередніх стадіях (найменшою).

Таким чином, частка ефекту, яка припадає безпосередньо на роботи зі стандартизації в загальному економічному ефекті, враховує два чинники – витрати і коефіцієнти значущості робіт, може бути визначена за формулою (7.4):

$$d_i = \frac{B_i R_i}{\sum_{i=1}^n B_i R_i}, \quad (7.4)$$

де d_i – коефіцієнт пайової участі;

B_i – витрати i -й організації або етапу, грн.;

R_i – коефіцієнт значущості робіт i -й організації або етапу;

n – кількість організацій або етапів.

За відсутності даних про загальні витрати можна обмежитися і витратами по заробітній платі, хоча в цьому випадку, точність розрахунків буде істотно меншою.

Економічний ефект від стандартизації, що припадає на окремий стандарт або конкретну організацію, можна визначити за формулою (7.5):

$$E_{ct} = d_i \cdot E_{\Sigma} \quad (7.5)$$

де E_{ct} – ефект, що відбувається на організацію або етап, грн.;

E_{Σ} – загальний економічний ефект, що отримують в національній економіці, грн.

Контрольні питання

1. Назвіть принципи і методи, які використовуються при оцінці ефективності стандартизації.
2. В яких видах діяльності виявляється ефективність стандартизації?
3. Як визначається чистий дисконтований дохід від робіт зі стандартизації?
4. Як виявити частку ефекту на стандартизацію в загальному ефекті?

ЛІТЕРАТУРА

1. Топольник В.Г., Котляр М.А. Метрологія, стандартизація, сертифікація і управління якістю : навч. посібник. Львів : Магнолія, 2017. 216 с.
2. Пізінцалі Л.В., Александровська Н.І., Добровольський В.В. Метрологія, стандартизація, системи якості. Практикум : навч. посібник. Стереотип. вид. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 264 с.
3. Агєєв Є. Я. Управління якістю : навч.-метод. посібник. Львів : Новий світ, 2018. 240 с.
4. Кузнецова І.О., Карпенко Ю.В. Управління якістю : навч. посібник. Харків : ПромАрт, 2018. 264 с.
5. Лойко Д.П., Вотченікова О.В., Удовіченко О.П., Котляр М.А. Управління якістю : навч. посібник. – 2-ге вид. Л. : Магнолія, 2015. 336 с.
6. Основи стандартизації та сертифікації. Підручник / О.М.Величко, В.Ю.Кучерук, Т.Б.Гордієнко, В.М.Севастьянов. Київ, 2012. 362 с.
7. Салухіна Н.Г., Язвінська О.М. Стандартизація та сертифікація товарів і послуг : підручник. – 2-е вид., перероб. та доп. К. : ЦУЛ, 2013. 426с.
8. Тіхосова Г.А., Богданова О.В., Горач О.О. Сертифікація товарів та послуг : навч. посібник. К. : Вид-во Ліра-К, 2013. 328 с.
9. Основи взаємозамінності, стандартизації, сертифікації, акредитації та технічні вимірювання. Підручник / М.С. Когут, Н.М. Лебідь, О.В.Білоус, І.Є. Кравець. Львів: Світ, 2010. 528 с.
10. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація : Підручник. К. : ЦУЛ, 2006. 264с.
11. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація / Р.В.Бичківський, П.Г.Столярчук, П.Р.Гамула. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002. 560 с.
12. Шаповал М.І. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації. Підручник.- 3-є вид., перероб. і доп. К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2002. 174 с.
13. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація : Навч. посібник. 3-тє вид., стер. К. : Знання, 2006. 242 с.
14. Бакка М.Т., Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація : навч. посібник: в 2-х ч., Ч.2 : Стандартизація, сертифікація і акредитація. Житомир. : ЖІТІ, 2002. 384с.
15. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. Л.: Світ, 2003. 328 с.
16. Кириченко Л.С., Самойленко А.А. Стандартизація і сертифікація товарів та послуг : Підручник. Харків : Ранок, 2008. 240с.
17. Клименко М. О., Скрипчук П. М. Стандартизація і сертифікація . Підручник. Рівне: УДУВГП, 2003. 202 с.
18. Цюцюра В. Д., Цюцюра С. В. Метрологія та основи вимірювань: К.:Знання-Прес, 2003. 180с.

Навчальне видання

ЄФІМЕНКО Надія Анатоліївна
ПОДЧАШИНСЬКИЙ Юрій Олександрович
ЧЕПЮК Ларіна Олексіївна

СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Навчальний посібник

Електронне видання

Підписано до опублікування 26.06.26.
Гарнітура Times New Roman. Умов. друк. аркушів 11,63.

Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005

Свідоцтво про внесення до державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК № 7177 від 04.11.2020 р.