

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

**Г. П. Клименко, Я. В. Васильченко, М.В. Шаповалов**

**ЯКІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

**Навчальний посібник**

До друку пр.  
Перший проректор  
\_\_\_\_\_ А. М. Фесенко

Затверджено  
на засіданні вченої ради  
Протокол № від

Краматорськ  
ДДМА  
2018



УДК 621.9  
ББК 22.151.3  
Б 12

**Рецензенти:**

*Петраков Ю. В.*, д-р техн. наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

*Клочко О. О.*, д-р техн. наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

**Клименко, Г. П.**

Якість і надійність технологічних систем / Г. П. Клименко, Я. В. Васильченко, М. В. Шаповалов. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 200 с.

ISBN

У посібнику викладено основні поняття якості та надійності технологічних систем. Наведені роз'яснення до самостійної роботи студентів для вивчення кваліметричного підходу до управління якістю, результати досліджень якості і надійності технологічних систем на прикладі збірного різального інструменту та процесів його експлуатації.

**УДК 621.9**  
**ББК 22.151.3**

ISBN

© Г. П. Клименко, .  
В. Васильченко,  
М.В. Шаповалов, 2018  
© ДДМА, 2018



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КВАЛІМЕТРІЇ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ .....	6
1.1 Чому з'явилися оцінки якості? .....	6
1.2 Якість, вимірювана та кількісно оцінювана в кваліметрії .....	8
1.3 Що таке кваліметрія? .....	11
1.4 Сфера застосування кваліметрії.....	14
2 ПОНЯТТЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ .....	16
3 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ .....	21
3.1 Методи оцінки рівня якості .....	21
3.2 Основні напрямки підвищення рівня якості промислової продукції.....	29
4 ЕКСПЕРТНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ .....	31
4.1 Сутність експертних оцінок .....	31
4.2 Роль експертів в управлінні.....	34
4.3 Процес експертного оцінювання .....	35
4.4 Методи експертних оцінок .....	40
5 СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ.....	44
5.1 Застосування статистичних методів .....	45
5.2 Методи оцінки якості загального призначення.....	47
6 ЗАРУБІЖНІ СИСТЕМИ ЯКОСТІ.....	54
6.1 Управління якістю в Японії.....	54
6.2 Управління якістю в США .....	58
6.3 Управління якістю в європейських країнах.....	59
7 УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ .....	62
7.1 Основні напрямки в області управління якістю.....	63
7.2 Принципи управління якістю .....	64
7.3 Контроль якості технологічних систем.....	66
8 ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ СТАНДАРТІВ ISO .....	69
8.1 Історія створення Міжнародної організації ISO .....	69
8.2 Стандарти серії ISO 9000 .....	70
8.3 Поняття процесного підходу в стандартах ISO 9000 версії 2000 року .....	74
8.4 Роль Європейського союзу в розвитку систем якості .....	76
9 СТАНДАРТИЗАЦІЯ В УКРАЇНІ.....	80
9.1 Загальні відомості про стандартизацію.....	81
9.2 Основні терміни та їх визначення з стандартизації .....	83
9.3 Організація роботи зі стандартизації в Україні.....	83
9.4 Мета та основні принципи державної політики у сфері стандартизації .....	84
9.5 Стандарти та їх застосування .....	87
9.6 Види стандартів .....	88
9.7 Державна система стандартизації .....	91

10 СЕРТИФІКАЦІЇ В УКРАЇНІ .....	96
10.1 Основні положення.....	96
10.2 Державна система сертифікації УкрСЕПРО.....	97
10.3 Структура системи сертифікації УкрСЕПРО .....	98
10.4. Основні принципи та правила системи сертифікації УкрСЕПРО.....	101
10.5 Порядок проведення сертифікації продукції.....	101
10.6 Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації.....	103
10.7 Порядок ввезення на митну територію України продукції, що імпортується та підлягає в Україні обов'язковій сертифікації ....	105
10.8 Порядок проведення робіт з сертифікації продукції іноземного виробництва.....	106
11 НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ .....	110
11.1 Основні поняття, терміни й означення.....	110
11.2 Моделі формування відмов .....	113
11.3 Властивості надійності та методи їх оцінки .....	119
11.4 Основні шляхи підвищення надійності.....	122
11.5 Підвищення надійності та стадії проектування.....	124
11.6 Роль технології в забезпеченні надійності.....	126
11.7 Надійність складних систем .....	128
12 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ І НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ЗБІРНОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ТА ПРОЦЕСІВ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	131
12.1 Розробка системи експлуатації інструменту на важких верстатах .....	131
12.2 Рівень якості процесу експлуатації різального інструменту .....	133
12.3 Надійність обслуговування технологічної системи.....	145
12.4 Забезпечення надійності технолгічної системи оптимальними стратегіями заміни інструменту.....	152
12.5 Надійність збірних різців як системи .....	159
12.6 Визначення товщини різальної пластини інструменту з урахуванням його надійності .....	164
12.7 Методи підвищення надійності збірного різального інструменту .....	171
12.8 Контроль якості різального інструменту і процесу його експлуатації .....	175
ЛІТЕРАТУРА .....	179
ДОДАТОК А Тести до самостійної роботи студентів .....	184

## ВСТУП

В умовах ринкових відносин в будь-яких організаціях і на підприємствах актуальність управління якістю визначається його спрямованістю на забезпечення такого рівня якості продукції та послуг, яке може повністю задовольняти всі запити споживачів. Висока якість продукції та послуг є найвагомішою складовою, що визначає їх конкурентоспроможність. Тому, в сучасних умовах виробництво продукції, розвиток науки та техніки неможливі без оволодіння таких наук, як стандартизація, кваліметрія та сертифікація якості продукції, використання їх методів і засобів.

З огляду на складний, багатоаспектний характер поняття "якість продукції" та вимоги споживачів до нього, перед фірмами - виробниками постає завдання забезпечення необхідної якості та управління ним протягом всього життєвого циклу продукції, а це вимагає наявності відповідних знань в області управління якістю і підготовлених в цій галузі фахівців. Потужний імпульс до набуття знань в даній області надали міжнародні стандарти ISO серії 9000, прийняті в 1987 р , що регламентують розробку систем управління якістю продукції та процесів, розробку стандартів та нормативних матеріалів, описують моделі управління якістю для підприємств, організацій і установ будь-якої сфери діяльності. Універсальний характер зазначених стандартів і описаних в них систем якості вимагає глибоких знань теорії та методів управління якістю продукції. В даний час впровадження систем якості на основі міжнародних стандартів стає нагальною потребою.

Інтеграція України в світову економічну систему, успішна конкуренція з іншими країнами неможливі без істотного підвищення якості вітчизняної продукції.

У нормативні документи, державні стандарти та технічну документацію на виготовлення продукції заносять такі вимоги до показників її якості, що враховують реальні досягнення науки та техніки , а також наявні ресурси та технічний рівень вітчизняного виробництва.

Для гарантування рівня якості виготовлюваної продукції та захисту інтересів споживачів розроблена та прийнята система сертифікації продукції, яка полягає у засвідченні відповідності її заданим вимогам згідно положень державних стандартів України та обов'язкових нормативних документів, міжнародних та національних стандартів інших держав, які чинні в Україні.

# 1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КВАЛІМЕТРІЇ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

## 1.1 Чому з'явилися оцінки якості?

Якість, як характеристика суті об'єктів і їх властивостей, завжди мало і має для людей велике практичне значення. Тому питання оцінки якості за все, з чим має справу людина, були і залишаються серед найважливіших.

Перші відомі випадки оцінки якості продукції відносяться до 15 століття до н.е. Тоді гончарі острова Крит маркували свої вироби спеціальним знаком, який свідчить про виробника і про високу якість їхньої продукції. Це була оцінка якості за так званою шкалою найменувань », або по« адресної шкалою ». Фірмові знаки, а також інші знаки якості і зараз служать орієнтиром, оцінними ознакою якості продукції. Пізніше, як різновид експертного методу оцінки якості продукції, використовувався спосіб, заснований на узагальненому досвіді споживачів, – спосіб «колективної мудрості». Найдавнішим прикладом експертної оцінки якості є дегустація вин. Зростаюча необхідність визначення відповідності продуктів праці потребам споживачів привела до виникнення спеціальної наукової дисципліни – товарознавство. Це було обумовлено появою на ринку продажів великої кількості різноманітних товарів, що вимагають класифікації, а також оцінки їх якості і вартості. Перша кафедра товарознавства була організована в 1549 р. в Італії при Падуанському університеті.

Розвиток міжнародної торгівлі вимагало класифікації продукції за якісними категоріями, а для цього треба було вимірювати не тільки окремі властивості продукції, але кількісно оцінювати її якість за сукупністю всіх основних споживчих властивостей. У зв'язку з цим в Європі та США в Наприкінці 19-початку 20 ст. стали широко використовувати методи оцінки якості продукції за допомогою балів.

Завдання підвищення якості продукції в даний час стало одним з головних як в нашій країні, так і за кордоном. Значущість цього завдання в найближчому майбутньому, без сумніву, ще більше зросте, що пояснюється поряд причин, які витікають з рівня продуктивних сил, стану і перспектив розвитку економіки.

Але для того, щоб поліпшити якість, потрібно, перш за все, уміти його кількісно визначати, оскільки застосування чисельних методів – одна з найважливіших передумов правильності схвалюваних рішень, що управляють.

*Оцінка якості* – перший і основний етап системи управління якістю. Для вирішення питань організації і впровадження державної системи управління якістю, що включає питання планування, прогнозування, оптимізації та інші, необхідно розробити об'єктивні методи оцінки якості.



Причому в першу чергу – методи комплексної оцінки, потреба в яких стає все більш настійною. Викликана вона цілим поряд серйозних причин і головним чином-необхідністю оцінки продукції до надходження її в сферу розподілу.

Труднощі реалізації багатьох видів продукції пов'язані з невмінням правильно оцінювати її якість на різних стадіях: технічного завдання, робочого проекту, дослідного зразка і, нарешті, серійної продукції. Це приводять до уповільнення її реалізації, а іноді н до неможливості продажу, що приносить народному господарству величезні збитки.

У капіталістичних країнах, борючись за ринки збуту, кожна фірма уважно стежить за успіхами конкурентів

Фірма «Жілетт», що випускає леза для гоління, вважається однією з кращих в світі. Тому зрозуміла тривога відділу з продажу, коли конкуруюча фірма почала випускати напівавтоматичний магазин лез. Відділення зажадало від конструкторського і виробничого відділів впровадження чого-небудь подібного. Але коли відділ забезпечення якості провів оцінку, то з'ясувалося, що роль новинки сумарній оцінці якості порівняно невелика і випуск її недоцільний. Проте розрахунки показали, що по деяких інших показниках виробу «Жілетт» відстають від тих, що конкурують, що значно знижує комплексну оцінку. На ці показники відділ забезпечення якості і запропонував звернути увагу.

Питання правильного ціноутворення також тісно пов'язане з умінням об'єктивно оцінювати якість продукції.

Доцільність обліку якості при призначенні ціни продукції визнає більшість економістів. Природно, що для знаходження залежності ціни від якості потрібно уміти вимірювати їх. Ціна по самій своїй суті вже має числову форму. От чому практичні потреби ціноутворення в нашій країні настійно вимагають розробки науково обґрунтованих принципів комплексної кількісної оцінки якості.

Такі оцінки стали особливо необхідні н у зв'язку з появою різних систем автоматичного проектування.

Проте найголовніше в цих системах проектування не те, що вони є автоматичними, а то, що вони видають оптимальне – є найкращим з погляду вибраного критерію рішення. Критерій оптимальності, що закладається в програму роботи цих комплексів, може бути самий різний. Як правило, таке проектування ведеться на основі критерію мінімальної вартості об'єкту. Але дуже часто нас цікавлять не мінімальні витрати на продукцію, а її максимальна якість. Переналадка системи проектування на рішення цього завдання не представляє принципових труднощів. Єдино, що потрібний, – математичний вираз, що описує проєктований об'єкт як сукупність окремих його властивостей, тобто якість, що моделює його.

Загальна тенденція технічного прогресу зумовлює все більше впровадження оптимального автоматичного проектування в самі різні галузі матеріального виробництва. І одна з головних передумов для

широкого їх розповсюдження – розробка методів комплексної кількісної оцінки якості найрізноманітніших продуктів праці.

Однією з найважливіших форм управління якістю продукції є її атестація. Показники продукції, що атестується, «... повинні перевищувати показники, передбачені стандартами, що діють, і відповідати вищим показникам якості, досягнутим в сучасній вітчизняній і зарубіжній промисловості.

Державна атестація якості продукції повинна базуватися на об'єктивних і надійних методах оцінки якості. Необхідний подальший розвиток цієї системи з тим, щоб, по-перше, атестації піддавалася більша частина продукції, що випускалася, і, по-друге, щоб визначалася не тільки відповідність продукції світовому рівню, але і ступінь відставання від нього.

Все сказане, а також необхідність забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку, розробки принципів матеріальної і моральної зацікавленості за підвищення якості, стандартизації показників якості продукції і т.д. обумовлюють потребу в кількісній оцінці якості і особливо в комплексній оцінці.

Проте в даний час оцінка якості продукції зустрічається зі все великими і великими труднощами, які носять об'єктивний характер і мають стійку тенденцію до зростання, визначувану особливостями сучасного масового промислового виробництва і розвитком товарообміну.

У минулому економічний ризик, пов'язаний з випуском нової продукції був порівняно невеликий, оскільки перебудова виробництва вимагала відносно невеликих капіталовкладень і недовгих термінів освоєння. У останні десятиліття в промислово розвинених країнах світу положення різко змінилося: випуск якіснішої продукції, як правило, пов'язаний з крупними витратами на налагодження виробництва, а період підготовки виробництва деколи затягується на декілька років. Тому зростає ризик, що викликається небезпекою зазнати великі збитки, якщо продукція не матиме достатнього попиту.

Подібного роду ризик може бути значно зменшений, якщо якість продукції, що намічається до випуску, буде визначена наперед з достатнім ступенем точності.

Таким чином, об'єктивні умови сучасного, виробництва і збуту все більш настійно вимагають надійних методів оцінки якості як готової продукції, так і дослідно-конструкторських розробок.

## **1.2 Якість, вимірювана та кількісно оцінювана в кваліметрії**

В даний час найважливіші економічні категорії, як ефективність виробництва, продуктивність суспільної праці, ціна, рентабельність, прибуток у все більшому ступеню зв'язуються з показником якості

продукції, що випускається. Якість стає не просто об'єктом вивчення і розгляду, але і об'єктом планування і управління в державному масштабі, а це означає, що воно стає також об'єктом вимірювання і оцінки.

Виявити смислове поняття якості важливо у зв'язку з настійною потребою вирішити цілий ряд найважливіших практичних проблем вітчизняної економіки, так або інакше зв'язаних з урахуванням якості продукції.

До цих проблем перш за все належать:

- вимірювання продуктивності суспільної праці;
- визначення ефективності капітальних вкладень і нової техніки;
- оцінка результатів виробничої і господарської діяльності підприємства;
- теорія і практика ціноутворення.

Методи вирішення цих проблем в значній мірі залежать від того змісту, який вкладається в поняття якість продукції.

Історично склалося так, що термін якість, у відмінно від більшості інших термінів, розвивався в рамках двох окремих областей: по-перше, якість була і залишається однією з найважливіших категорій філософії; по-друге, якість все більше стає не менш важливим поняттям і терміном практично в будь-якій галузі сучасного матеріального виробництва, тобто в сучасній економіці.

Якість спочатку розглядалася як якась одне– головне, домінуюча властивість, що найяскравіше характеризує предмет або явище. При цьому решта всіх властивостей предмету або процесу як менш важливі не приймалися до уваги. Не дивлячись на те, що таке розуміння якості зародилося дуже давно, на ранній стадії виготовлення продуктів праці, але і зараз, при порівняно більшому ступені розвитку матеріального виробництва, в деяких випадках для полегшення завдання

умовно абстрагуються від ряду властивостей того або іншого предмету або процесу і, кажучи про їх якість, мають на увазі тільки головна властивість.

Наприклад, і сьогодні під якістю бетону іноді мається на увазі тільки одне, але найголовніше зі всіх його властивостей – міцність на стиснення в 28-денному віці, тобто так звана « кубова міцність» або марка бетону.

У шинному виробництві під якістю шини нерідко умовно розуміють тільки одне її властивість – прохідність, в хімічній промисловості при виробництві полістиролу – його відносною в'язкістю.

Отже, недоліки такого вузького, обмеженого розуміння терміну якість продукції абсолютно ясні. Та все ж в якихось окремих випадках таке розуміння, ймовірно, правомірно.

Як відомо, будь-який предмет володіє практично нескінченною кількістю властивостей, складових в цілому його якість. Але з цієї нескінченної кількості для характеристики якості продукції необхідно виділити лише ті властивості, які в даний момент представляють інтерес з погляду задоволення особистих або суспільних потреб. Саме тому

поняттям якість продукції завжди пов'язана із ступенем задоволення якихось потреб індивідуума або суспільства.

У міру поглиблення пізнання якості стала виникати необхідність якось це якість враховувати, зіставляти з потребами, вимірювати ступінь відповідності їм.

У зв'язку з цим почали пов'язувати властивості предметів з характером потреб і ототожнювати ці зв'язки з показниками, вказаними в технічній документації (кресленнях, стандартах і технічних умовах). Виникли поняття – брак, дефект, тобто відхилення одного з показників якості продукції від вимог, вказаних в кресленнях, технічних умовах або стандартах. Але подібне розуміння характеризує скоріше не якість продукції як такої, а кочення роботи по її виготовленню.

Надалі в поняття якість стали поступово включатися функціональні показники, які не зафіксовані в кресленнях, технічних умовах або стандартах, але, проте, характеризують якість. До них відносяться показники надійності, довговічності, естетичності н ін. Нарешті, в поняття якість стали включати і інші технічні показники, що характеризують споживну вартість виробу, – функціональність, зручність, технологічність н т.д.

Разом з тим, старе розуміння якості продукції, як ступеню відповідності кресленням, технічним умовам і стандартам, стало обмежуватися рамками контролю якості на виробництві – в цехах, на окремих робочих операціях, у відділах технічного контролю підприємств, в інспекціях за якістю.

Таким чином, до сьогоденного часу виділилися три напрями в трактуванні поняття і терміну «якість продукції»; перша, умовно ототожнююча якість з якоюсь однією, головною властивістю продукції; друге, таке, що розглядає якість тільки з погляду відповідності кресленням, технічним умовам і стандартам (і, як вже наголошувалося, фактично характеризує не якість продукції, а якість роботи); третє, нове, таке, що вивчає якість з погляду комплексу окремих складових це якість корисних властивостей.

Логічним завершенням цього підходу до трактування поняття якість продукції, що стає все більш комплексним, є пропозиції розглядати якість продукції, по-перше, всіх тих потреб, які продукцією з цією якістю задовольняються, а, в других, – з погляду всіх витрат, які несе суспільство на виробництво і споживання цієї продукції. У найбільш послідовній і концентрованій формі ця точка зору вилилася в твердження, що «якість продукції обумовлена двома сторонами товарів – вартістю і споживною вартістю...» .

Таким чином, для якості у виробничо-технічному сенсі можна виділити три різні поняття, що відрізняються один від одного повнотою обліку окремих властивостей виробу.

**Якість продукції** – сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.

*Одиничний показник якості продукції* – показник якості продукції, що відноситься тільки до однієї з її властивостей.

*Комплексний показник якості продукції* – показник якості продукції, що відноситься до декількох її властивостей.

*Інтегральний показник якості продукції* – комплексний показник якості продукції, що відображає співвідношення сумарного корисного ефекту від експлуатації або споживання продукції та сумарних витрат на її створення та експлуатацію або споживання.

**Головна (одинична) якість** – якість, що ототожнюється з якоюсь однією домінуючою властивістю, що характеризує споживну вартість даного продукту праці, при умовному абстрагуванні від всієї решти його властивостей.

Вибір такої властивості повинен бути обумовлений і підкріплений достатньо тривалою і стійкою практикою його застосування саме як синоніма якості цього продукту праці. Наприклад, по відношенню до бетону головною якістю може бути міцність; для наручного годинника – середній добовий хід (точність);

**Інтегральна якість** – якість, яка визначається сукупністю всіх функціональних, естетичних і економічних властивостей, тобто виражається сукупністю споживної вартості та сумарних витрат на виробництво і споживання цього продукту праці.

Дослідження якості продукції із застосуванням трьох різних понять (одинична якість, якість, інтегральна якість) добре узгоджуються з трьома напрямками в трактуванні понять і термінів «якість продукції». Таким чином, методологічний принцип розділення на три види якості відповідає історичному процесу розвитку цього поняття.

Введення принципу розгляду та аналізу поняття якості за допомогою трьох різних понять не протирічить ні філософському, ні лінгвістичному його значенням.

Поняття «головна (одинична) якість» та «якість», характеризуючи продукт праці тільки з погляду його споживної вартості, використовуються конструкторами, виробничниками та товаровзнавцями. Інтегральна ж якість, що враховує як споживну вартість, так і вартість продукту праці, використовується також і в економічній сфері.

Яка ж якість вимірюється і кількісно оцінюється в кваліметрії? Відповідь може бути така: у кваліметрії вимірюються і оцінюються всі три види якості. Проте оскільки оцінку головної якості можна трактувати як окремий випадок оцінки якості, взагалі, а оцінка інтегральної якості в основному базується на результатах оцінки якості, то в подальшому викладі головним предметом розгляду буде поняття «якість».

### 1.3 Що таке кваліметрія?

У останні десятиліття в найбільш розвинених в науково-технічному відношенні країнах стосовно найрізноманітніших галузей виробництва пропонуються численні способи і методи кількісного вимірювання і оцінки якості різних видів продукції. Оцінюють якість автомобілів і торгової упаковки, житлової квартири і ракетної зброї, харчових продуктів і електромоторів, взуття і міських житлових комплексів і багатьох інших видів продукції.

На перший погляд може здатися, що всі ці методи не зв'язані між собою. Насправді, що загальної між оцінкою якості, наприклад, автомобіля і чоловічого взуття?

Але річ у тому, що в даному випадку необхідно розглядати загальні принципи і методи таких оцінок. І якщо між автомобілем і чоловічим взуттям немає безпосередньо нічого спільного, то між принципами оцінки якості автомобіля і принципами оцінки якості взуття існує багато загального і цілком правомірно можна ставити питання про принципову тотожність цих двох завдань, що дозволяє розглядати їх як явища одного класу.

Як відомо, математика принципово абстрагується від властивостей конкретних предметів або процесів і розглядає тільки їх ідеальні математичні моделі і взаємозв'язки між цими моделями. Тому і математична модель якості може розглядатися як деяка абстрактна система окремих властивостей, що мають різний ступінь складності. Ця модель якості, через свій абстрактний характер, в принциповому відношенні буде абсолютно однакою для самих різних видів продукції.

В той же час підстановка в цю модель значень конкретних показників властивостей якості, характерних для того або іншого конкретного виду продукції, дозволяє перейти від загальної абстрактної моделі якості взагалі до певної моделі якості реально існуючого виду продукції.

Таким чином, в даний час формується галузь дослідницької діяльності, що має широкий практичний додаток до найрізноманітніших продуктів праці. Ця галузь має свій специфічний об'єкт досліджень (загальні принципи і методи оцінки якості), свій специфічний предмет дослідження (сукупність властивостей продуктів людської праці), свій специфічний математичний апарат, свої специфічні проблеми, що мають математичний, фізіологічний і соціологічний характер.

Відмінністю даної системи від інших наукових дисциплін була відсутність терміну, що позначає її назву.

З погляду легкості н зручності утворення нових наукових термінів, для вирішення поставленого завдання найбільш придатними представлялися старогрецька і латинська мови. Разом з тим, враховуючи, що термін повинен позначати міжгалузеву науку, бажано, щоб він був

достатньо зрозумілий широким кругам фахівців. Це означає, що при його побудові потрібно брати таке латинське і старогрецьке мовне коріння, яке було б достатньо звичне в науковому і технічному ужитку.

З урахуванням перерахованих вимог, цю область науки було запропоновано назвати «кваліметрією, від латинського кореня «квалі» (утворюючого слова *qualitas* – якість, властивість, характер, і *qualis* – який, якої якості) і старогрецького слова «метрео» – міряти, вимірювати.

Корінь «метрео» став загальноживаним в міжнародному науковому лексиконі. Що ж до кореня «квалі», то похідні від нього як в російській мові (кваліфікація, кваліфікувати і т. д.), так і в мовах більшості країн світу означають «якість». Наприклад, в англійському – *quality* («кваліті»), в іспанському – *cualidad* («квалідад»), у французькому – *qualite* («розжарюєте»), в італійському – *qualita* («кваліта»), в голландському – *kwaliteit* («квалітайт»), в німецькому – *qualitat* («квалітет»).

Таким чином, термін «кваліметрія» дуже зручний: він лаконічний і достатньо точно передає зміст поняття «Вимірювання якості»; складові частини його зрозумілі для людей, що говорять на різних мовах; характер терміну дозволяє легко утворювати будь-які потрібні похідні слова: наприклад, учений, дослідник, що займається кваліметрією, – кваліметролог, підхід до вивчення якогось предмету з погляду вимірювання його, якості – кваліметричний підхід і т.д. Окрім цього, термін входить складовою частиною в логічно зв'язану систему понять і термінів – наприклад, наука про якість – кваліномія; суміжна з нею дисципліна, що займається вимірюванням і оцінкою якості, – кваліметрія. (Тут існує аналогія з деякими іншими науками: економіка – економетрія; біологія – біометрія; психологія – психометрія).

У кваліметрії уживаються два терміни – вимірювання і оцінка. Якщо в метрології вимірювання розглядається як окремий випадок оцінок, то в кваліметрії вони характеризують два не супідрядні поняття. Під кількісною оцінкою в кваліметрії розуміється деяка функція відношення (виражена найчастіше у відсотках) показника якості даної продукції до показника якості продукції, прийнятої за еталон.

Розглянемо простий приклад, що характеризує відмінність між вимірюванням і оцінкою. Контрольний зразок бетону при випробуванні показав міцність на стиснення –  $250 \text{ кг/см}^2$ . В даному випадку число 250 – це результат вимірювання якості, тобто показник якості. Але, щоб оцінити якість бетону або, інакше кажучи, отримати уявлення – хороший бетон або поганий, потрібно показник якості порівняти з базовим. Припустимо, проектна міцність бетону повинна дорівнювати  $300 \text{ кг/см}^2$ . Тоді оцінка буде рівна  $250/300 = 0,83$ . Якщо проектна міцність повинна дорівнювати тільки  $200 \text{ кг/см}^2$ , оцінка якості буде значно вища:  $250/200 = 1,25$ .

Таким чином, прийнявши, що вимірювання є визначення величини мірою, можна сказати, що і 0,83 і 1,25 – результати вимірювання значення з використанням різних заходів (300 – в першому випадку і 200 – в другому). Проте подібне тлумачення внесе плутанину, оскільки під вимірюванням

розумітиметься як кількісний вираз показника якості в масштабі якоїсь фізичної шкали, так і результати порівняння цих значень. Тому для зручності термін вимірювання бажано трактувати, як це зроблено в проекті державного стандарту «Метрологія. Терміни і визначення»: «Вимірювання– знаходження значення фізичної величини досвідченим шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів».

Якими ж оцінками оперує кваліметрія? Особливо серйозну роль грають комплексні оцінки, тобто оцінки показників якості продукції, що відносяться до сукупності її властивостей. Ймовірно, важливість комплексних оцінок і та увага, яку приділяють їм дослідники, привели до розповсюдження думки, що кваліметрія оперує тільки комплексними безрозмірними оцінками, отриманими в результаті обчислення тим або іншим способом. Це, безумовно, звужує межі кваліметрії, оскільки виключає з сфери кваліметрії диференціальні методи оцінки якості (тобто оцінки окремих, одиничних показників властивостей якості). Тим часом, саму назву кваліметрія показує, що її апаратом є всі види оцінок будь-якої розмірності, отримані різними способами.

Диференціальні оцінки не тільки є інструментом кваліметрії, але без них неможливо отримати комплексну оцінку. Насправді, оцінки окремих показників, на яких базуються комплексні оцінки, є не що інше як диференціальні оцінки.

Отже, завдання кваліметрії– розробка і розвиток всіх методів оцінки якості (як комплексних, так і диференціальних). Тим паче, що комплексна оцінка якості і не завжди необхідна. В деяких випадках досить мати тільки диференціальну оцінку однієї з властивостей якості (наприклад, в ситуації коли при порівнянні двох зразків з метою вибору кращого з них решта всіх властивостей одного зразка виявляється рівними відповідним властивостям іншого).

За останні декілька років в області оцінки якості виконана велика робота: сформульований предмет науки про якість продукції, вийшов державний стандарт на основні терміни в області якості продукції, підготовлено декілька термінологічних стандартів за якістю, розроблені «Методичні вказівки за визначенням рівня якості промислової продукції серійного виробництва», опублікована безліч статей за оцінкою якості конкретних видів продукції і т.д.

## **1.4 Сфера застосування кваліметрії**

Спочатку кваліметрія визначалася як наука про вимірювання і оцінку якості продукції. І це було цілком природно, тому що проблема якості народногосподарської продукції – одна з найважливіших проблем.

Де в даний час застосовується кваліметрія? Чи розширилася сфера її додатку?



У другій половині ХХ в. основні наукові категорії, що відносяться не тільки технічним, але н до природних і навіть гуманітарних наукам, всі більшою мірою починають піддаватися спочатку формалізації, а потім– і кількісному виразу (квантифікації).

В даний час комплексні кількісні оцінки якості все більше і більше упроваджуються в різні сфери людської діяльності. У вітчизняній і зарубіжній науково-технічній, науково-популярною н навіть суспільно-політичній літературі все частіше зачіпаються проблеми комплексної оцінки якості різного роду об'єктів, що не є продуктами праці, або оцінки якості протікання різних процесів.

Методики оцінки якості (незважаючи мул те, що об'єкт оцінки у них самий різнорідний), що існують зараз, характеризуються внутрішньою єдністю. Воно полягає в тому, що ці методики базуються на загальних принципах кваліметрії. Отже, з погляду теоретичної кваліметрії, ці методики однорідні і можуть бути описані одним алгоритмом.

Таким чином, можна вважати, що:

- методи комплексної кількісної оцінки якості захоплюють все нові області, часто далеко віддалені від первинної сфери їх додатку – тільки до продуктів праці;

- алгоритм цих методів і принципи, на яких вони базуються, практично не відрізняються від тих, які прийняті в теоретичній кваліметрії;

- сфери додатку багато з цих методів, наприклад оцінка якості фахівців, надзвичайно важливі.

Тому доцільно поставити питання про єдиний фронт робіт дослідників, що займаються проблемою оцінки якості в самих різних областях народного господарства, що, поза сумнівом, сприятиме підвищенню наукового рівня таких досліджень. Крім того, розширення сфери кваліметрії допоможе підвести наукову базу під цілий комплекс методів рішення задач за оцінкою якості різних процесів і предметів, що не є продуктами праці, що, безумовно, матиме велике народногосподарське значення.

Отже, є підстави стверджувати, що в даний час кваліметрія починає об'єднувати не тільки методи оцінки якості різних видів продукції, але і методи оцінки якості предметів, що не є продукцією, і також різних процесів.

## 2 ПОНЯТТЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Якість продукції – сукупність її взаємопов’язаних характеристик і здатностей (можливостей) задовольняти визначені запити певних груп споживачів. *Характеристика продукції* — це об'єктивна її особливість, за якою її відрізняють від інших видів продукції. Науку, яка вивчає якість продукції називають *кваліметрією*.

Якість продукції є одним з найважливіших показників роботи будь-якого виробничого підприємства чи об'єднання, а високий рівень якості його продукції — основним показником ефективності його діяльності.

Різні товари забезпечують різний ступінь задоволення потреб споживачів. У першу чергу споживачами будуть сприйматися товари, що забезпечують їм більший ступінь задоволення за весь період споживання (використання). *Якістю виготовлення* називають сукупність характеристик процесу виготовлення продукції, від яких залежить відповідність цього процесу та його результатів певним вимогам.

*Показник якості продукції* – це кількісна характеристика однієї чи декількох її властивостей, що характеризують її якість у певних умовах її створення, використання чи споживання.

Поняття якості включає цілий комплекс характеристик товару: доступність, постачання, техніко-економічні характеристики, дизайн, надійність, ефективність споживання і експлуатації, ремонтпридатність, ступінь екологічності і т.п. Цих характеристик товар набуває (і проявляє) на протязі всього його виробництва, реалізації і споживання чи експлуатації. Вихідною точкою забезпечення і контролю якості є потреби і запити цільових груп споживачів. Звичайно, якість товару забезпечує товаровиробник (а також його торгові чи збутові посередники), але саме споживачі визнають або не визнають (прямо чи опосередковано) рівень якості товару і його відповідність ціні. Виходячи з цього, об'єктивні оцінка якості товару, її окремих показників, а також загального рівня якості за усім комплексом показників є вкрай необхідною. Вона є основою розробки комплексу заходів, що групуються у межах товарної політики, як головної складової комплексу маркетингу.

Як і фізичні величини, показники якості мають розмірність або можуть бути безрозмірними. На них розповсюджуються всі положення теорії розмірностей. Кількісною характеристикою показників якості продукції, як і фізичних величин, є їх розмір, який розрізняють від його значення – вираження розміру в певних одиницях.

Розмір та його значення від дібраних одиниць не залежать. Наприклад, трудомісткість виготовлення чи використання продукції визначають за кількістю часу, витраченого на виготовлення чи використання одиниці продукції, та виражають у годинах чи грошових одиницях. Очевидно, що

трудомісткість виготовлення (показник технологічності продукції) певного виробу не змінюється від того, в яких одиницях його вимірюють.

Не залежать від дібраних одиниць вимірювання й такі економічні показники продукції, як вартість чи ціна, наприклад від того, що їх виразять не в гривнях, а в копійках чи доларах. Арифметичне число, що є значенням показника якості чи фізичної величини, називають *числовим його значенням*, а величина показника від дібраних одиниць вимірювання не залежить.

Значення показників якості й фізичні величини можуть бути абсолютними й відносними. Перші завжди розмірні, а другі — безрозмірні. Але, на відміну від цього, абсолютні значення показників якості бувають розмірними й безрозмірними, а відносні — тільки безрозмірними.

Наука забезпечення якості та ефективності продукції прямо залежать від рівня знань та умінь з кваліметрії, стандартизації та сертифікації. Вказані науки тісно пов'язані між собою, а також з такою основною наукою як метрологія. Всі вони доповнюють одна одну та забезпечують об'єктивність оцінки якості праці виробників продукції різних галузей господарської діяльності. Сертифікацію продукції впроваджують у виробництво за допомогою стандартизації та кваліметрії.

З точки зору маркетингу, необхідно вміти визначати і оцінювати запити споживачів, а також здатність власної організації задовольняти їх. У практиці маркетингу використовують різні показники якості товарів, що характеризують ступень задоволення потреб споживачів (на відміну від власне техніко-економічних параметрів продукції). Їх класифікують за різними ознаками.

Оскільки продукцією можуть бути вироби та матеріали, то подальше термін продукція вживатимемо там, де вона може бути використана як окремі вироби і матеріали, а вироби – у випадках, в яких продукція використовується тільки як матеріал.

*Показниками якості виробів* називають кількісну характеристику їх властивостей, що визначає їх якість для заданих умов створення та використання за призначенням. Показник якості виробу, що характеризує тільки одну його властивість, називають *одиничним*, а показник якості виробу, що характеризує одночасно декілька його властивостей — *комплексним* показником якості. Схема класифікації показників якості виробів за кількістю їх властивостей зображена на рис. 2.3.



Рисунок 2.1 – Схема класифікації показників якості виробів за кількістю їх властивостей

Комплексний показник якості виробу, що є відношенням сумарного корисного ефекту від його використання до сумарних витрат на його створення та використання, називають *інтегральним*. Показник якості виробу, що відноситься до такої його властивості (чи сукупності властивостей), за якою визначають якість виробу, називають *визначальним*.

Добір показників якості для визначення її рівня має велике значення. Для цього асортимент показників якості виробів має бути достатнім для різних типів виробів і включати в собі тільки такі показники, які дійсно визначають якість виробів.

Згідно вимог чинних стандартів і методики добору показників для визначення якості виробів прийняті такі показники: призначення, надійності, довговічності, ремонтоспроможності, схоронності, ергономічності, технологічності, економічності, однорідності, транспортабельності, стандартизації, уніфікації, стійкості до зовнішніх впливів, безпеки праці, патентно-правові, впливу на довкілля, естетичні тощо. Кожен із перелічених показників якості може представлятися одним чи групою показників якості виробів. Наприклад, показники призначення включають у себе параметри виробів відповідно до виконуваних ними функцій; показники надійності та довговічності характеризують спроможність виробів відповідати технічним вимогам протягом заданого часу; показники технологічності ефективність прийнятих конструктивно-технологічних рішень на стадіях їх розроблення, виготовлення, використання; ергономічні показники – допустимість навантажень на людину під час використання виробів; показники стандартизації використання у них стандартних складових частин (вузлів, деталей, заготовок тощо); патентно-правові показники – гарантії патентного захисту та чистоти виробів; економічні показники – витрати для їх розроблення, виготовлення, використання та зберігання; показники безпеки – безпеки людини на всіх стадіях існування виробів. Схема класифікації показників якості виробів зображена на рис. 2.2.

Показники якості також класифікують за наступними критеріями:

1. За видом оцінки:

- абсолютні: оцінюють абсолютну величину певної характеристики (наприклад, витрати палива на 100 км відстані для автомобіля);
- відносні: оцінюють певну характеристику по відношенню до іншої (наприклад, міцність матеріалів на розрив по відношенню до сталі певної марки)).

2. За методом визначення:

- органолептичні: смак, запах, зовнішній вигляд;
- експериментальні: вага, твердість, швидкість, енергоспоживання, напрацювання на відмову;
- експертні: ступінь відповідності запитам споживачів, конкурентоспроможність, можливі обсяги споживання;

— розрахункові: ймовірність аварії агрегату, фокусна відстань об'єктива фотоапарата.

3. За рівнем нормування чи регламентації:

- не регламентовані: колір чи зовнішній вигляд виробу;
- регламентовані: наприклад, стандартами підприємства (СТП);
- стандартизовані, тобто такі, що відповідають національним чи міжнародним стандартам (так міжнародний стандарт ISO 14000 регламентує екологічні характеристики товарів).

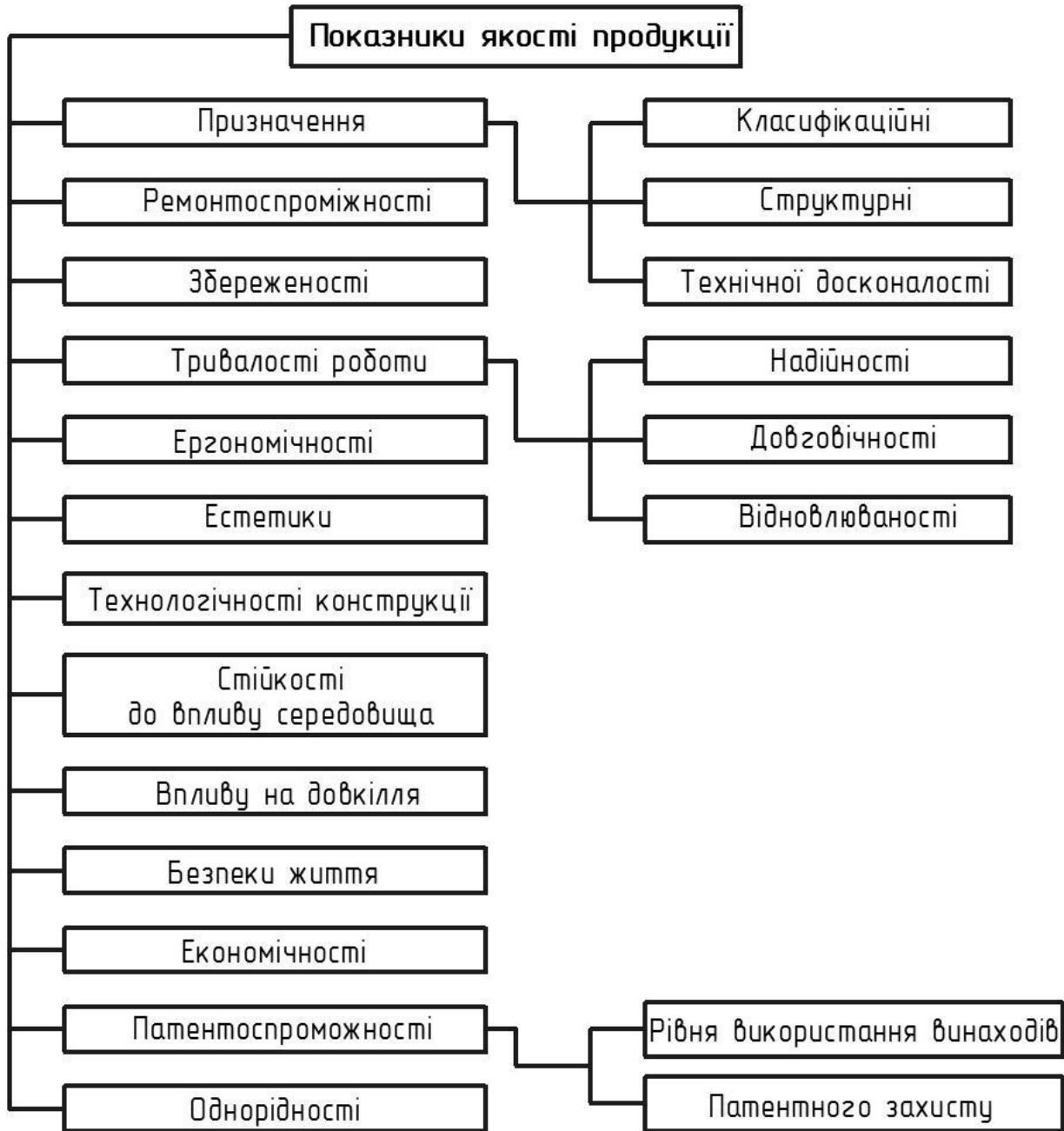


Рисунок 2.2 – Схема класифікації функціональних показників якості машинобудування

При визначенні якості товару важливе значення має вибір бази для порівняння, хоча це й не обов'язково, оскільки якість товару може бути визначена за абсолютними показниками (див вище). Однак у будь-якому випадку якість товару слід порівнювати з якістю товарів аналогів. За базу (еталон для порівняння) можна взяти реальний товар або гіпотетичний, як кращий за всіма показниками порівнюваних товарів на місцевому, регіональному чи міжнародному ринку. Інформацію про характеристики товарів аналогів можна отримати у результаті ринкових досліджень.

## 3 МЕТОДИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЯКОСТІ

### 3.1 Методи оцінки рівня якості

Під визначенням показника якості продукції мається на увазі знаходження його чисельного значення. Згідно ДСТУ 2925-94 передбачені такі методи оцінки рівня якості продукції:

1. Диференційний.
2. Вимірювальний.
3. Комплексний.
4. Органолептичний.
5. Розрахунковий.
6. Реєстраційний
7. Змішаний
8. Соціологічний
9. Експертний

*Диференційний метод оцінки рівня якості продукції.* Ґрунтується на використанні одиничних показників якості продукції та полягає у порівнянні множини одиничних показників її якості із відповідною множиною значень відповідних базових показників якості.

Вибір номенклатури одиничних показників для оцінки якості оцінюваного виробу проводиться з урахуванням вимог споживача, умов експлуатації і т. д.

Значення одиничних споживчих показників якості зіставляють з їх базовими значеннями, виходячи із загальної умови:

$$K_i = \int (P_i, P_o), \quad (3.1)$$

де  $K_i$  – значення оцінки  $i$ -го показника якості товару;  $P_i$  – абсолютне значення  $i$ -го показника якості заданої продукції (виробу);  $P_o$  – абсолютне значення якості базової продукції (виробу);

При цьому знаходять значення відносних показників якості:

$$Q_{1i} = \frac{P_i}{P_{i0}}, \quad (3.2)$$

$$Q_{2i} = \frac{P_{i0}}{P_i}, \quad (3.3)$$

де  $Q_{1i}, Q_{2i}$  – відносні значення  $i$ -тих показників якості продукції (виробу);  $i=1, 2, \dots, n$ ;  $n$  — кількість показників якості продукції (виробу).

Із (3.2) або (3.3) добирають такий показник якості, для якого збільшення відносного показника якості відповідає підвищенню технічного рівня якості виробів. Наприклад, відносні значення показників для продуктивності, точності тощо визначення відносних значень показників рівня якості ведуть за (3.2), а для показників витрат матеріалів, енергії, шкідливих викидів тощо – за (3.3).

Залежно від цього, чи отримані відносні значення показників більші чи менші за одиницю, маємо технічний рівень якості нової продукції (виробів) вищим чи нижчим від базового рівня.

Як уже відмічено вище, якщо частина відносних значень показників є вища, а частина з них – нижча за одиницю, то у цьому разі застосовують комплексний, а не диференційний метод визначення рівня якості виробів.

Отримані значення показників рівня якості виробів мають бути у границях допускних відхилень. Нижнє відхилення переважно встановлюють відповідно до технічно-експлуатаційних вимог, а верхнє – за економічною доцільністю, що диктується ринком реалізації виробів.

Диференціальний метод оцінки рівня показників якості застосовується на етапах планування, проектування, обігу та експлуатації товарів. Його перевагою є те, що виключається необхідність визначення коефіцієнта вагомості оцінюваного показника якості, а недоліками – порівняльна форма фіксації значення оцінки ( «краще»–«гірше») і можливість судження про якість товару в цілому лише в тих випадках, коли значення всіх одиничних показників якості оцінюваного товару вище або нижче відповідних базових значень показників.

***Вимірювальний метод оцінки рівня якості продукції*** . Метод визначення значень показників якості продукції, що здійснюється за допомогою технічних засобів вимірювань. Цей метод найбільш поширений при визначенні одиничних показників функціональних, ергономічних, екологічних властивостей, надійності, безпеки. Технічними засобами вимірювань тут служать в основному заходи та вимірювальні прилади.

Цим методом визначають геометричні розміри виробів, їх масу, час напрацювання на відмову в роботі тощо. Вимірювання здійснюють за допомогою обох, вказаних вище шкал, але частіше користуються шкалою відношень. Інструментальний метод дуже поширений в машинобудуванні через його об'єктивність, високу точність і можливість автоматизації.

Недоліками методу є великі витрати на придбання та обслуговування засобів вимірювань, підготовку персоналу, обладнання приміщень для проведення вимірювань. Крім того, значна частина методів є вирішальними, що також підвищує вартість випробувань.

Технічні засоби вимірювань дозволяють визначити кількісні характеристики продукції та використовувати їх для оцінки отриманих результатів.



**Комплексний метод оцінки рівня якості продукції.** Полягає у порівнянні, так званих, комплексних показників рівня якості замість одиничних, як у диференційному методі.

Спочатку за чинною методикою [5; 8; 22 Боженко] на підставі множини одиничних показників знаходять комплексні показники рівня якості заданої та базової продукції, а потім оцінюють рівень якості заданої продукції.

Розрахунку комплексних показників якості продукції передують наступні дії:

1. Виявлення груп споживачів, для яких призначена оцінювана продукція.
2. Виявлення вимог, що пред'являються до продукції, та умов її експлуатації.
3. Вибір номенклатури показників властивостей продукції.
4. Визначення значень показників одиничних властивостей якості.
5. Вибір базових значень і розрахунок безрозмірних відносних показників якості.
6. Вибір формул для розрахунку комплексного показника якості.

Виявлення груп споживачів, для яких призначена оцінювана продукція, вимог та умов експлуатації необхідно для правильного вибору номенклатури показників якості та їх базових значень. Здійснюється в результаті соціологічного дослідження та опитування фахівців і досить глибоко викладено в навчальній та спеціальній літературі з маркетингу.

Вибір номенклатури показників якості є побудова складної ієрархічної структури властивостей, які складають якість оцінюваної продукції (багаторівневе «дерево властивостей»).

На першому рівні виділяють властивості соціального призначення, функціональні, ергономічні, естетичні, екологічні властивості, надійність і безпека; на найнижчому – одиничні властивості.

Вибір номенклатури показників, як правило, проводиться з загальноприйнятих (традиційних) показників властивостей. Іноді для спрощення процедури розрахунку, наприклад при використанні методів кваліметрії в навчальних цілях, для оцінок використовують тільки найбільш важливі одиничні властивості.

Визначення значень показників одиничних властивостей здійснюють вимірвальним, сенсорним, розрахунковим, реєстраційним, соціологічним та експертним методами.

*Розрахунок коефіцієнтів вагомості (значимості) показників властивостей.* Властивості, які становлять якість товарів, різною мірою впливають на нього. Ступінь важливості показників кожної з властивостей оцінюється коефіцієнтом вагомості. Для визначення вагомості показників найчастіше використовують експертні методи: рангів, переваг, послідовних і попарних зіставлень.

Найважливіша вимога – сума коефіцієнтів вагомості показників всіх властивостей повинна бути величиною постійною і складати 1, 10 або 100.

Узгодженість думок експертів може бути оцінена за допомогою коефіцієнтів конкордації, варіації або іншими методами математичної статистики.

*Вибір базових значень і розрахунок безрозмірних відносних показників якості.* Для об'єктивності оцінок велике значення має правильний вибір базових показників. Базові показники можуть являти собою значення показників товарів, реально існуючих, найбільш бажаних тією чи іншою групою споживачів, або гіпотетичних. Їх вибір залежить від цілей оцінки.

Розрахунок комплексних показників якості здійснюють за формулами середнього арифметичного, середнього геометричного або середнього гармонійного. Таким чином, показник рівня якості, що розраховується у вигляді середнього зваженого показника, дозволяє за допомогою однієї формули врахувати всі вибрані для оцінки показники властивостей товару.

*Органолептичний метод оцінки рівня якості продукції.* Метод визначення значень показників властивостей і оцінки якості продукції (товарів), який здійснюється на основі аналізу сприйняття органами чуттів людини – зору, слуху, нюху та дотику без використання технічних засобів вимірювань. Оцінити органолептичним методом – означає провести ідентифікацію та якісне дослідження продовольчого або непродовольчого товару за допомогою органів чуттів людини.

При контролі й оцінці якості харчових продуктів органолептичними методами можна визначити смак, колір, запах, консистенцію тощо.

Визначальні характеристики якості деяких непродовольчих товарів через відсутність відповідних вимірювальних методів можна оцінити тільки органолептичним методом. Це звучання музичних інструментів, запах парфумів, текстура різних матеріалів та ін. Дослідження відрізняються простою, проводяться швидко в будь-яких умовах; зразок товару при цьому не руйнується.

Тривалий час результати досліджень органолептичними методами не зважали досить достовірними через їх суб'єктивність, так як на результати оцінки за допомогою органів почуттів впливає фізичний і психічний стан дегустаторів, їх досвід та кваліфікація, методика підготовки та подання зразків, стан приміщення, в якому здійснюються випробування, та безліч інших чинників. В даний час органолептичні методи оцінки якості продуктів харчування стали настільки широко поширені, що багато хто говорить про «сенсорну революцію в XXI столітті». На підприємствах розробляються програми органолептичного контролю якості продуктів харчування, засновані на міжнародних стандартах ISO. Ці програми дозволяють створити лабораторію органолептичних випробувань продуктів, здійснити тестування сенсорної чутливості та навчання дегустаторів, створити методики сенсорної оцінки продуктів, що випускаються підприємством. Це дає можливість виробляти продукти

харчування, які мають органолептичні характеристики, відповідні побажанням споживача, та забезпечити стабільність даних характеристик.

Однак органолептичні методи мають і суттєві недоліки: вірогідність оцінок не завжди висока, вони можуть бути суб'єктивні, оскільки залежать від практичних навичок і здібностей дослідника; результати не можуть бути виражені в точних одиницях, тому їх важко порівнювати.

**Розрахунковий метод оцінки рівня якості продукції.** Метод визначення значень показників якості, який здійснюється на основі використання теоретичних і/або емпіричних залежностей показників якості товарів від їх параметрів.

Цей метод є досить поширеним для оцінки якості багатьох товарів. З його допомогою величину одних показників розраховують за значеннями інших, отриманих вимірювальним або сенсорним методом. Розрахункові методи дозволяють замінити дорогі або тривалі вимірювання одних показників простішими вимірами інших.

**Реєстраційний метод оцінки рівня якості продукції.** Заснований на реєстрації та підрахунку числа певних подій (наприклад, відмов при випробуваннях) або предметів (наприклад, стандартизованих, уніфікованих, оригінальних захищених патентом). Реєстраційним методом можуть визначатися такі показники як безвідмовність, патентно-правові показники, стандартизація та уніфікація.

**Змішаний метод оцінки рівня якості продукції.** Заснований на одночасному використанні комплексного та диференційного методів.

Цей метод використовують, наприклад, в тих випадках, коли після проведення комплексної оцінки рівня якості потрібно уточнити, за рахунок яких одиничних показників отримані високі або низькі значення комплексного показника.

З введенням стандартів ISO серії 9000 версії 2000 року і зміною змісту терміна «якість» виникли нові проблеми, пов'язані з оцінкою якості. Якість має забезпечувати задоволення вимог (потреб) різних зацікавлених сторін.

У стандарті ISO 9000: 2000 (п. 3.3.7) міститься поняття «зацікавлена сторона». Це особа або група фізичних або юридичних осіб, зацікавлених в діяльності або успіху організації – споживачі, власники, працівники організації, постачальники, банкіри, асоціації, партнери або суспільство. При цьому групу осіб може становити організація, її підрозділ або декілька організацій.

В результаті якість одного і того ж об'єкта, який оцінювали різні зацікавлені сторони, може отримувати різні, часом суперечливі, оцінки..

**Соціологічний метод оцінки рівня якості продукції.** Полягає у використанні масових опитувань споживачів чи користувачів продукції та

оброблення їх результатів експертами. Опитування проводять за допомогою анкетування, голосування, збирання інтерв'ю тощо. Використовують вказаний метод переважно для визначення показників якості товарів широкого вжитку, а також для визначення величини попиту на окремі види товарів, виявлення громадської думки щодо певних виробів тощо.

Вимірюють звичайно окремі одиничні показники якості. Показники стандартизації, уніфікації, патентоспроможності, безпечності, економічності, однорідності продукції тощо визначають за допомогою розрахунків. Аналогічно знаходять значення комплексних показників якості продукції, але визначають для цього коефіцієнти вагомості інструментальним чи експертним методом.

Оскільки результати всіх вимірювань є випадковими величинами, то всякі математичні дії з ними здійснюють відповідно з правилами оброблення випадкової інформації. Але яким би шляхом не отримували значення показників якості продукції, їх порівняння здійснюють завжди за шкалою інтервалів чи за шкалою відношень.

Цінність цього методу полягає в можливості отримання інформації про властивості товарів безпосередньо від споживачів. Він широко використовується в нашій країні та в зарубіжних дослідженнях. Опитування споживачів часто проводять виробники продукції або фірми, що здійснюють її реалізацію, з'ясовуючи такі питання:

- 1) Наскільки товар відповідає потребам споживача?
- 2) Яке відношення споживача до товару та яка з характеристик товару є для споживача найбільш важливою?
- 3) Які недоліки є у товару?
- 4) Якими додатковими властивостями, що вигідно відрізняють даний товар від товарів-конкурентів, він повинен (чи може) мати?
- 5) Яку ціну може дати споживач за товар?
- 6) Чим привабливі для споживача товари конкурентів?
- 7) Де, як, за яких умов споживач збирається використовувати товар тощо.

Соціологічні оцінки мають велике значення в управлінні якістю, в тому числі відповідно до вимог стандартів ISO 9000, так як дозволяють визначити і виконати вимоги споживачів.

**Експертний метод оцінки рівня якості продукції.** Полягає у визначенні показників якості продукції експертами. Метод набув широкого поширення і застосовується у випадках, коли показники окремих властивостей товарів не можна визначити іншими методами і виразити в конкретних величинах.

Експертний метод заснований на використанні узагальненого досвіду та інтуїції групи фахівців-експертів.

При оцінці рівня якості експертний метод використовується для вирішення наступних завдань:

- вибору номенклатури властивостей, які складають якість;
- оцінки якості об'єкту в цілому;
- визначення коефіцієнтів вагомості при розрахунку комплексних показників якості;
- порівняння якості окремих об'єктів;
- порівняння ефективності роботи окремих виробництв, цехів заводу;
- сертифікації продукції.

В основу розробки методики експертизи покладено метод Дельфі, розроблений в США, основні принципи якого полягають в наступному:

1. Експертиза проводиться експертною групою, до складу якої входить 7...12 чоловік – спеціалістів в даній області.

2. Робота експертів повинна проходити в обстановці, яка виключає прямі дебати.

3. Після першого туру експертизи проводиться математична обробка результатів та визначається ступінь узгодженості експертів по коефіцієнту варіації та коефіцієнту конкордації.

4. При не узгодженості експертів кожен з них повинен виступити, озвучивши свою позицію відносно якості, не чинячи тиск при цьому на думку інших експертів.

5. Проводиться другий, третій, четвертий і т.д. тур до тих пір, доки не буде встановлена узгодженість експертів.

6. Формується висновок експертної комісії з зазначенням кількісної оцінки якості.

Таким чином, експертна оцінка складається з 4 етапів:

1. Організація опитування.
2. Проведення експертизи.
3. Математична обробка результатів експертизи.
4. Аналіз результату експертизи.

*Відбирання експерта.* Існує два критерії оцінки якості експерта:

1. За критерієм близькості оцінки до середньої оцінки групи експертів. При цьому здійснюється оцінка кваліфікації експерта.

2. За рішенням спеціальних тестів. Здійснюється з початку роботи.

*Математична обробка результатів експертизи.* Виконується окремою групою організаторів експертної оцінки. Метою групи є визначення рівня якості технологічної системи на підставі оцінок, виставлених експертами, а також визначення узгодженості експертів.

Рівень якості ( $Y$ ) на думку експертів визначається як середнє арифметичне суми оцінок експерта:

$$\bar{Y} = \bar{K} = \sum_{i=1}^N K_i, \quad (3.4)$$

де  $N$  – кількість експертів;  $K_i$  – оцінки експертів.

Рівень якості вважається остаточно визначеним, якщо доведена узгодженість експертів. В протилежному випадку рекомендують

проведення наступного туру експертизи, після кожного з яких експерт пояснює свою оцінку ( без дебатів).

Визначення узгодженості експертів за допомогою коефіцієнтів варіації здійснюється за формулою

$$V = \frac{\sigma}{\bar{K}}, \quad (3.5)$$

де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення оцінок;  $\bar{K}$  – середньоквадратичне значення оцінок експертів.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{K} - K_i)^2}{n-1}}. \quad (3.6)$$

Узгодженість експертів вважається доведеною, якщо коефіцієнт варіації знаходиться в діапазоні  $0,11 \leq V \leq 0,33$ .

Вимірювальні, органолептичні, розрахункові, соціологічні та експертні методи використовують і при визначенні показників якості послуг, а також при визначенні його відповідності вимогам документів по стандартизації, добровільної сертифікації, розробці систем менеджменту якості послуг.

*Узагальнений показник.* Полягає у визначенні рівня якості продукції за комплексними показниками, тобто за сукупністю показників, і застосовується для оцінки динаміки якості виробу за різні проміжки часу, а також при атестації продукції. Застосовується, коли треба виразити складну властивість якості продукції. Наприклад, надійність виробу є узагальненим показником декількох більш простих показників (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та ін.). Припустимо, що треба визначити узагальнений показник надійності. Розрахуємо диференційним методом кілька простих показників надійності  $q_1, q_2, q_3 \dots q_n$ . Задамося коефіцієнтами вагомості  $c_i$  кожного з простих показників в комплексному показнику, дотримуючись при цьому умови, що сума вагомостей всіх простих показників дорівнює 1. В результаті узагальнений показник буде виражатися наступною залежністю:

$$Q_{yz} = q_1 c_1 + q_2 c_2 + \dots + q_n c_n = \sum q_i c_i. \quad (3.7)$$

У разі великого розкиду значень  $q_i$  рекомендується використовувати іншу формулу:

$$Q_{yz} = q_1^{c_1} + q_2^{c_2} + \dots + q_n^{c_n} = \sum q_i^{c_i}. \quad (3.8)$$

Припустимо,  $Q_{yz} = 1,25$ . Це означає, що надійність нашого виробу на 25% вище надійності аналога.

*Інтегральний показник.* Застосовується найчастіше для оцінки складних економічних показників, наприклад, ефективності виробу (в зарубіжних літературних джерелах поняття «ефективність» часто підміняють поняттям «продуктивність»). Зазвичай під ефективністю виробу розуміють відношення сумарного корисного ефекту  $W$  від роботи виробу до суми витрат на його створення ( $K_0$ ) та експлуатацію ( $S$ ):

$$P_{in} = \frac{W}{K_0 + S}, \quad (3.9)$$

де  $K_0$  – початкові капітальні вкладення;  $S$  – експлуатаційні витрати на весь термін служби.

Найчастіше інтегральні показники використовуються для оцінки ефективності машин, верстатів, складних механізмів та апаратів, що здійснюють певну роботу.

Рівень якості продукції – відносна характеристика, заснована на зіставленні значень показників, що характеризують технічний і естетико-ергономічну досконалість комплексних показників надійності та безпеки використання оцінюваної продукції

### **3.2 Основні напрямки підвищення рівня якості промислової продукції**

Під підвищенням якості розуміються спрямовані дії організації-виробника, які підвищують ефективність діяльності її працівників і здійснюваних процесів з метою позитивних змін в характеристиках якості шляхом:

- покращення (підвищення) рівня стандартних показників якості;
- введення нових стандартів з більш високим рівнем якості;
- здійснення інновацій.

Підвищення якості знижує рівень витрат на якість продукції, що випускається та підвищує одночасно економічну ефективність організації-виробника.

Управління якістю базується на наступних цілях якості:

- встановлення початкових і майбутніх потреб потенційних споживачів;
- розуміння того, які характеристики продукту викличуть найбільш високу оцінку споживача;
- проектування продукту відповідно до виявлених вимог споживача;
- ретельне (якісне) виготовлення продукту при повному відтворенні закладених при проектуванні характеристик і параметрів;

- перевірка якості після виготовлення на відповідність вимогам і характеристикам;
- недопущення поставок продукції з дефектами;
- використання найменш дорогих способів задоволення вимог споживача (та якості);
- підвищення ефективності вироблених і технологічних процесів для зниження собівартості і підвищення якості;
- створення та забезпечення роботи системи управління якістю, здатної реалізувати цілі якості надійно, стабільно і економічно.



## **4 ЕКСПЕРТНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ**

У дослідженні управління широке поширення має метод експертних оцінок. Це пояснюється складністю багатьох проблем, їх походженням з «людського фактора», відсутністю надійних експериментальних або нормативних інструментів. Безперечно абсолютно, що для прийняття обґрунтованих рішень необхідно спиратися на досвід, знання і інтуїцію фахівців. Після другої світової війни в рамках теорії управління (менеджменту) стала розвиватися самостійна дисципліна – експертні оцінки.

Методи експертних оцінок – це методи організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів, виражених у кількісній і / або якісній формі з метою підготовки інформації для прийняття рішень ЛПР– особами, які приймають рішення.

Вивченню можливостей і особливостей застосування експертних оцінок присвячено багато робіт. У них розглядаються форми експертного опитування (різні види анкетування, інтерв'ю), підходи до оцінювання (ранжування, нормування, різні види упорядкування і т.д.), методи обробки результатів опитування, вимоги до експертів і формування експертних груп, питання тренування експертів, оцінки їх компетентності (при обробці оцінок вводяться і враховуються коефіцієнти компетентності експертів, достовірності їх думок), методики організації експертних опитувань. Вибір форм і методів проведення експертних опитувань, підходів до обробки результатів опитування і т.д. залежить від конкретного завдання і умов проведення експертизи.

Експертні методи застосовують зараз в ситуаціях, коли вибір, обґрунтування і оцінка наслідків рішень не можуть бути виконані на основі точних розрахунків. Такі ситуації нерідко виникають при розробці сучасних проблем управління суспільним виробництвом і, особливо, при прогнозуванні та довгостроковому плануванні. В останні роки в експертних оцінках знаходять широке застосування в соціально-політичному і науково-технічному прогнозуванні, в плануванні народного господарства, галузей, об'єднань, в розробці великих науково-технічних, економічних і соціальних програм, в рішенні окремих проблем управління.

### **4.1 Сутність експертних оцінок**

Можливість використання експертних оцінок, обґрунтування їх об'єктивності зазвичай базується на тому, що невідома характеристика досліджуваного явища трактується як випадкова величина, відображенням закону розподілу якої є індивідуальна оцінка фахівця-експерта щодо достовірності та значущості тієї чи іншої події. При цьому передбачається,

що справжнє значення досліджуваної характеристики знаходиться усередині діапазону оцінок, одержуваних від групи експертів, і що узагальнена колективна думка є достовірним.

Однак в деяких теоретичних дослідженнях це припущення піддається сумніву. Наприклад, пропонується розділити проблеми, для вирішення яких застосовуються експертні оцінки, на два класи. До першому класу відносяться проблеми, які досить добре забезпечені інформацією та для яких можна використовувати принцип «хорошого вимірювача», вважаючи експерта зберігачем великого обсягу інформації, а групова думка експертів – близьким до істинного. До другого класу відносяться проблеми, щодо яких знань для впевненості в справедливості названих припущень недостатньо; експертів не можна розглядати як «хороших вимірників», і необхідно обережно підходити до обробки результатів експертизи, оскільки в цьому випадку думка одного (одиночного) експерта, більше уваги приділяє дослідженню маловивченою проблеми, може виявитися найбільш значущим, а при формальній обробці воно буде втрачено. У зв'язку з цим до завдань другого класу в основному повинна застосовуватися якісна обробка результатів. Використання методів осереднення (справедливих для «хороших вимірників») в даному випадку може призвести до суттєвих помилок.

Завдання колективного прийняття рішень щодо формування цілей, вдосконалення методів і форм управління зазвичай можна віднести до першого класу. Однак при розробці прогнозів і перспективних планів доцільно виявляти «рідкі» думки і піддавати їх більш ретельного аналізу. Інша проблема, яку потрібно мати на увазі при проведенні системного аналізу, полягає в наступному: навіть в разі вирішення проблем, що відносяться до першого класу, не можна забувати про те, що експертні оцінки несуть в собі не тільки вузько суб'єктивні риси, притаманні окремим експертам, а й колективно – суб'єктивні риси, які не зникають при обробці результатів опитування (а при застосуванні Дельф–процедури навіть можуть посилюватися). Іншими словами, на експертні оцінки потрібно дивитися як на деяку «громадську думку», що залежить від рівня науково-технічних знань товариства щодо предмета дослідження, яка може змінюватися в міру розвитку системи та наших уявлень про неї. Отже, експертне опитування – це не одноразова процедура. Такий спосіб отримання інформації про складну проблему, яка характеризується великим ступенем невизначеності, повинен стати свого роду «механізмом» в складній системі, тобто необхідно створити регулярну систему роботи з експертами.

Слід звернути також увагу на те, що використання класичного частотного підходу до оцінки ймовірності при організації проведення експертних опитувань буває складним, а іноді і неможливим (через неможливість довести правомірність використання показності вибірки). Тому в даний час ведуться дослідження характеру ймовірності експертної оцінки, що базуються на теорії, розмитих множин Заде, на представленні

про експертну оцінку як ступеня підтвердження гіпотези або як ймовірності досягнення мети. Однією з різновидів експертного методу є метод вивчення сильних і слабких сторін організації, можливостей і загроз її діяльності – метод SWOT-аналізу.

Збір експертної інформації залежить від вибору методу експертних оцінок. Зазвичай для збору експертної інформації складають спеціальні документи, наприклад анкети, які затверджуються відповідними керівниками і потім розсилаються експертам.

Експертні оцінки використовують для аналізу, діагностики стану, подальшого прогнозування варіантів розвитку:

1) об'єктів, розвиток яких або повністю, або частково не піддається предметному опису або математичної формалізації;

2) в умовах відсутності досить представницької і достовірної статистики по характеристикам об'єкта;

3) в умовах великої невизначеності середовища функціонування об'єкта, ринкового середовища;

4) при середньо-і довгостроковому прогнозуванні нових ринків, об'єктів нових галузей промисловості, що піддаються сильному впливу відкриттів у фундаментальних науках, (наприклад, мікробіологічна промисловість, квантова електроніка, атомне машинобудування);

5) у випадках, коли або час, або кошти, що виділяються на прогнозування і прийняття рішень, не дозволяють досліджувати проблему із застосуванням формальних моделей;

6) відсутні необхідні технічні засоби моделювання, наприклад, обчислювальна техніка з відповідними характеристиками;

7) в екстремальних ситуаціях.

Завдання, які вирішуються в процесі експертних оцінок систем управління, можна розділити на дві групи:

1) завдання синтезу нових систем управління і їх оцінки;

2) завдання аналізу (вимірювання) існуючих систем управління за обраними показниками і критеріями ефективності.

До завдань першої групи відносяться: формування образу створюваної системи; прогнозування техніко-економічних показників стадій її життєвого циклу; обґрунтування основних напрямків реорганізації соціальної системи управління; вибір оптимальних або задовільних способів дій і результатів з використанням створюваної системи управління та ін.

До завдань другої групи відносяться всі завдання оцінювання існуючих або створюваних варіантів систем управління за допомогою заданих показників і критеріїв ефективності. Прикладами таких завдань є: визначення структурних, функціональних або інформаційних характеристик системи; оцінка її ефективності в ході виконання різних операцій; визначення доцільності подальшої експлуатації технічних засобів управління і зв'язку та ін. Значна частина експертної інформації, використовуваної при вирішенні таких завдань, носить кількісний характер

або має форму елементарних суджень і обробляється з використанням різних статистичних методів.

## 4.2 Роль експертів в управлінні

Експертиза – це думка, ідея, рішення або оцінка, засновані на реалізації цінного досвіду фахівця, глибоких знаннях предмета дослідження і технологіях якісного аналізу.

Експертиза буває індивідуальна і групова. При груповій експертизі велике значення мають підбір групи експертів і методологія підсумкової обробки результатів її роботи.

Висновок експертів є документ, в якому фіксується хід дослідження і його підсумки. При цьому висновки і думки експертів можуть мати як категоричну («так», «ні»), так і вірогідну (у вигляді припущення, ранжирування, коефіцієнта переваги і ін.) Форму.

В організації роботи експертів необхідно дотримуватися наступних принципів:

1. Ідеї, думки і оцінки повинні укладатися в заздалегідь підготовлену схему. Це дозволяє робити їх узагальнення, порівняння, виділення істотного і ін. Така схема не повинна сковувати думка і обмежувати фантазію. Схема може допускати і припускати можливість її модифікації і доповнення.

2. Обробку експертних висновків необхідно здійснювати не тільки в кількісному узагальненні, а й за допомогою якісного аналізу, виділяючи головне, істотне, важливе, актуальне, оригінальне, нове та ін. Висновок експертів може бути предметом експертизи другого етапу.

3. Експерти повинні бути незалежними, тобто звільнені від будь-яких організаційних або концептуальних, а також психологічних обмежень. У цьому випадку кращим чином реалізуються їх досвід, знання, інтуїція.

4. Робота експертної групи повинна бути цілеспрямованою. Розуміння, навіщо і чому проводиться експертиза, є важливим елементом її проведення. У багатьох випадках необхідна спеціальна підготовка експертів, яка грає роль мобілізації зусиль і інтелекту.

5. Існують різні форми організації роботи експертної групи: або кожен експерт робить експертизу індивідуально, потім результати сумуються і систематизуються, або експерти працюють колективно, взаємодіючи

один

з

одним.

6. Можлива паралельна і багатоетапна робота декількох експертних груп. Зіставлення експертиз дає важливу інформацію.

Спеціаліста або групу фахівців, які виступають в ролі експертів, іноді ототожнюють з вимірвальним приладом, що має випадкові і систематичні помилки вимірювання.

Випадкові помилки обумовлені суб'єктивністю думок експертів про розглянутому питанні і можуть відхилитися в ту або іншу сторону від істинного значення. Вплив таких помилок зменшується шляхом усереднення достатньої кількості оцінок.

Систематична помилка властива всьому колективу експертів і не може бути усунена шляхом обробки одержуваних оцінок. Це говорить про те, що в окремих випадках необхідно підходити дуже обережно до результатів експертного опитування, які можуть іноді висловлювати в цілому помилкову точку зору, що залежить від рівня знань і переконань експертів.

### **4.3 Процес експертного оцінювання**

До основних етапів процесу експертного оцінювання відносять:

- 1) формування мети і завдань експертного оцінювання;
- 2) формування групи управління і оформлення рішення на проведення експертного оцінювання;
- 3) вибір методу отримання експертної інформації і способів її обробки;
- 4) підбір експертної групи і формування при необхідності анкет опитування;
- 5) опитування експертів (експертиза);
- 6) обробку та аналіз результатів експертизи;
- 7) інтерпретацію отриманих результатів;
- 8) складання звіту.

Завдання на проведення експертного оцінювань ставить ЛПР. Етап формування мети і завдань експертного оцінювання є основним. Від нього залежить надійність отриманого результату і його прагматична цінність. Формування мети і завдань експертного оцінювання диктується істотою вирішуваної проблеми. Тут повинні бути враховані такі фактори: надійність і повнота наявної вихідної інформації, необхідна форма представлення результату (якісна або кількісна), можливі галузі використання отриманої інформації, терміни її подання, наявні в розпорядженні керівництва ресурси, можливість залучення фахівців інших галузей знань і багато іншого. Завдання оформляється у вигляді керівного документа (наприклад, рішення на проведення експертного оцінювання).

Для підготовки рішення та керівництва всією подальшою роботою призначається керівник експертизи. Він визначає склад групи управління. Група управління здійснює зворотний зв'язок з експертами або методом Дельф.

На групу управління покладається не тільки вся організаційно-планова робота щодо забезпечення сприятливих умов для ефективної творчої діяльності експертів, а й аналітична робота з підбору експертної

групи, визначенню методів отримання та обробки інформації, складання анкет – опитувальників, змістовної інтерпретації отриманих результатів.

Цей великий і складний коло вирішуваних завдань вимагає включення до складу групи управління висококваліфікованих фахівців як в області розглянутої проблеми, так і в інших областях – психології, математики, медицини, соціології.

Підбір конкретних експертів проводиться на основі аналізу якості кожного з пропонованих експертів. Використовуються для цієї мети різноманітні способи:

- оцінка кандидатів в експерти на основі статистичного аналізу результатів минулої діяльності в якості експертів із проблемами дослідження СУ;

- колективна оцінка кандидата в експерти як фахівця в даній області
- самооцінка кандидата в експерти;
- аналітичне визначення компетентності кандидатів в експерти.

Однак усім цим методам притаманні певні недоліки, в тому числі: відсутність єдиної загально визнаної методики оцінки; висока трудомісткість оцінки; виникнення проблем етичного характеру при використанні суб'єктивних методів оцінки.

В ході зазначеної роботи часто, застосовують одночасно кілька способів: самооцінки і колективної оцінки якості пропонованого експерта.

Такий підхід дозволяє досить обґрунтовано підібрати експертів з необхідними якостями. Однак слід визнати, що спосіб оцінок минулої діяльності видається більш об'єктивним, ніж способи самооцінок і колективної оцінки.

- У загальному випадку формування експертної групи передують наступні заходи:

- Виявляється і формулюється проблема;
- Визначається мета і область діяльності групи;
- Складається попередній список експертів;
- Проводиться аналіз і відбір експертів (на основі використання одного або декількох способів відбору їх);
- Уточнюється список експертів ;. виходить згоду експерта для участі в роботі експертної групи;
- Визначається остаточний репрезентативний список експертів. Всіх потенційних експертів в залежності від їх якості і компетенції можна класифікувати на сім класів.

В табл. 4.1 наведено приклад градації якості та компетентності експертів.

Таблиця 4.1 – Приклад градації якості та компетентності експертів

Клас експерта	Якість і компетентність експерта
1-й	Дуже висока
2-й	Висока
3-й	Вище середнього

Вибір числа класів якості експертів в даному випадку обумовлений «правилом сімки», яким традиційно користуються при вирішенні проблем управління якістю.

Така градація дозволяє відібрати необхідних експертів для роботи в експертній групі. Для отримання досить об'єктивних результатів дослідження СУ відбір бажано здійснювати з числа експертів, що відносяться до 1-4-му класів якості. Кандидатів в експерти нижчих класів якості залучати до експертиз не доцільно.

Незалежно від обраного способу оцінки якостей кандидатів експерти повинні відповідати у всіх випадках певним вимогам, в числі яких:

- професійна компетентність і наявність практичного та дослідницького досвіду в галузі управління;
- креативність (уміння вирішувати творчі завдання) ;. наукова інтуїція;
- незалежність суджень;
- діловитість «зібраність» вміння переключатися з одного виду діяльності на інший, комунікативність, незалежність суджень, вмотивованість дій);
- об'єктивність
- нонконформізм;
- висока загальна ерудиція.

Проведення збору думок експертів припускає визначення: місця і часу збору думок; форми та методики збору думок; кількості турів збору думок; складу і змістовної частини документації; порядку занесення результатів думок експертів в документи.

Дуже важливим є визначення форми збору думок експертів. Серед усіх відомих форм збору думок можна відзначити індивідуальні, колективні (групові) і змішані. Таким чином, зазначені форми розрізняються перш за все за фактором участі експертів в роботі (індивідуальне або колективне) і кожна з них має ряд різновидів:

- анкетування;
- інтерв'ювання;
- дискусія;
- мозковий штурм
- нараду;
- ділова гра.

Всі вони володіють своїми достоїнствами і недоліками. У багатьох випадках кожна з цих різновидів використовується спільно з іншими, що найчастіше забезпечує більший ефект і об'єктивність. Змішана форма застосовується при зборі думок експертів у випадках деякої неясності проблеми, при розбіжностях? індивідуальних думок чи розбіжності експертів при колективному обговоренні.

Після проведення опитування групи експертів здійснюється обробка результатів. Вихідною інформацією для обробки є числові дані, які виражають переваги експертів, і змістовне обґрунтування цих переваг. Метою обробки є отримання узагальнених даних і нової інформації, що міститься в прихованій формі в експертних оцінках. На основі результатів обробки формується рішення проблеми.

Наявність як числових даних, так і змістовних висловлювань експертів призводить до необхідності застосування якісних і кількісних методів обробки результатів групового експертного оцінювання. Питома вага цих методів істотно залежить від класу проблем, що вирішуються експертним оцінюванням.

Всі безліч проблем можна розділити на два класи. До першого класу відносяться проблеми, для вирішення яких є достатній рівень знань і досвіду, т. Е. Є необхідний інформаційний потенціал. При вирішенні проблем, що відносяться до цього класу, експерти розглядаються як хороші в середньому вимірювачі. Під терміном «хороші в середньому» розуміється можливість отримання результатів вимірювання, близьких до дійсних. Для безлічі експертів їх судження групуються поблизу істинного значення. Звідси випливає, що для обробки результатів групового експертного оцінювання проблем першого класу можна успішно застосовувати методи математичної статистики, засновані на осередненні даних.

До другого класу відносяться проблеми, для вирішення яких ще не накопичений достатній інформаційний потенціал. У зв'язку з цим судження експертів можуть дуже сильно відрізнятися один від одного. Більш того, судження одного експерта, сильно відрізняється від інших думок, може виявитися істинним. Очевидно, що застосування методів осереднення результатів групової експертної оцінки при вирішенні проблем другого класу може привести до великих помилок. Тому обробка результатів опитування експертів в цьому випадку повинна базуватися на методах, які не використовують принципи осереднення, а на методах якісного аналізу.

З огляду на, що проблеми першого класу є найбільш поширеними в практиці експертного оцінювання, основна увага в цьому розділі приділяється методам обробки результатів експертизи для цього класу проблем.

Залежно від цілей експертного оцінювання і обраного методу вимірювання при обробці результатів опитування виникають такі основні завдання:



- 1) побудова узагальненої оцінки об'єктів на основі індивідуальних оцінок експертів;
- 2) побудова узагальненої оцінки на основі парного порівняння об'єктів кожним експертом;
- 3) визначення відносних ваг об'єктів;
- 4) визначення узгодженості думок експертів;
- 5) визначення залежностей між ранжування;
- 6) оцінка надійності результатів обробки.

Завдання побудови узагальненої оцінки об'єктів за індивідуальними оцінками експертів виникає при груповому експертному оцінюванні. Вирішення цього завдання залежить від використаного експертами методу вимірювання.

При вирішенні багатьох завдань недостатньо здійснити впорядкування об'єктів по одному показнику або деякої сукупності показників. Бажано мати чисельні значення для кожного об'єкта, що визначають відносну його важливість у порівнянні з іншими об'єктами. Іншими словами, для багатьох завдань необхідно мати оцінки об'єктів, які не лише здійснюють їх впорядкування, а й дозволяють визначати ступінь перевагу одного об'єкта перед іншим. Для вирішення цього завдання можна безпосередньо застосувати метод безпосередньої оцінки. Однак цю ж задачу при певних умовах можна вирішити шляхом обробки оцінок експертів.

Визначення узгодженості думок експертів проводиться шляхом обчислення числової заходи, що характеризує ступінь близькості індивідуальних думок. Аналіз значення заходи узгодженості сприяє виробленню правильного судження про загальний рівень знань по розв'язуваній проблемі і виявлення угруповань думок експертів. Якісний аналіз причин угруповання думок дозволяє встановити існування різних поглядів, концепцій, виявити наукові школи, визначити характер професійної діяльності і т. П. Всі ці фактори дають можливість більш глибоко осмислити результати опитування експертів.

Обробкою результатів експертного оцінювання можна визначити залежності між ранжування різних експертів і тим самим встановлювати єдність і відмінність в думках експертів. Важливу роль відіграє також встановлення залежності між ранжування, побудованими за різними показниками порівняння об'єктів. Виявлення таких залежностей дозволяє розкрити пов'язані показники порівняння і, може бути, здійснити їх угруповання за ступенем зв'язку. Важливість завдання визначення залежностей для практики очевидна. Наприклад, якщо показниками порівняння є різні цілі, а об'єктами – кошти досягнення цілей, то встановлення взаємозв'язку між ранжуванням, упорядкованими коштами з точки зору досягнення цілей, дозволяє обґрунтовано відповісти на питання, в якому ступені досягнення однієї мети при даних засобах сприяє досягненню інших цілей.

Оцінки, отримані на основі обробки, є випадкові об'єкти, тому одним із важливих завдань процедури обробки є визначення їх надійності. Вирішенню цього завдання має приділятися відповідна увага.

Обробка результатів експертизи є трудомісткий процес. Виконання операцій обчислення оцінок і показників їх надійності вручну пов'язані з великими трудовими затратами навіть в разі вирішення простих завдань упорядкування. У зв'язку з цим доцільно використовувати обчислювальну техніку і особливо ЕОМ. Застосування ЕОМ висуває проблему розробки машинних програм, що реалізують алгоритми обробки результатів експертного оцінювання.

#### **4.4 Методи експертних оцінок**

**4.4.1 SWOT-аналіз.** Особливим різновидом експертного методу, що користується великою популярністю, є оригінальний метод SWOT-аналізу. Він отримав таку назву за першими літерами чотирьох англійських слів, які в перекладі означають: Сильні (Strengths) та Слабкі (Weaknesses) сторони, Можливості (Opportunities) та Загрози (Threats).

Ця методологія може використовуватися в якості універсальної. Особливий ефект вона має при дослідженні процесів в соціально-економічній системі, якій притаманна динамічність, керованість, залежність внутрішніх і зовнішніх факторів функціонування, циклічність розвитку.

За методологією цього аналізу проводиться розподіл факторів, що характеризують предмет дослідження за цими чотирма складовими з урахуванням приналежності цього фактора до класу зовнішніх або внутрішніх факторів.

В результаті з'являється картина співвідношення сильних і слабких сторін, можливостей і небезпек, яка підказує, як слід змінити ситуацію, щоб мати успіх розвитку.

Розподіл факторів за цими квадрантам або секторам матриць не завжди є легкою справою. Буває, що один і той же фактор одночасно характеризує і сильні, і слабкі сторони предмета. Крім того, фактори діють ситуативно. В одній ситуації вони виглядають гідністю, в іншій – недоліком. Іноді вони бувають непорівнянними за своєю значимістю. Ці обставини можна і необхідно враховувати.

Один і той же фактор можна розміщувати в декількох квадрантах, якщо важко однозначно визначити його місце. Це не позначиться негативно на дослідженні. Адже суть методу полягає в тому, щоб ідентифікувати фактори, розмістити їх таким чином, щоб їх концентрація підказала шляхи вирішення проблеми, щоб вони стали керованими.

У кожному квадраті чинники не обов'язково повинні володіти однаковою вагою, але вони повинні бути представлені в повній своїй сукупності.

Заповнена матриця показує реальний стан справ, стан проблеми і характер ситуації. Це перший етап SWOT-аналізу.

На другому етапі необхідно провести порівняльний аналіз сильних сторін і сприятливих можливостей, який повинен показати, як використовувати сильні сторони. Разом з тим треба проаналізувати і слабкі сторони щодо існуючих небезпек. Такий аналіз покаже, наскільки вірогідний криза. Адже небезпека збільшується, коли вона виникає в умовах ослаблення, коли слабкі сторони не дають можливість перешкоджати небезпеки.

Звичайно, дуже корисно зробити порівняльний аналіз сильних сторін і існуючих небезпек. Адже сильні сторони можна погано використовувати при запобіганні кризи, сильні сторони треба бачити не тільки щодо сприятливих можливостей, але і щодо небезпек.

У дослідженні систем управління предметом цього методу можуть бути різні проблеми розвитку управління. Наприклад, ефективність, персонал, стиль, розподіл функцій, структура системи управління, механізм управління, мотивація, професіоналізм, інформаційне забезпечення, комунікації та організаційна поведінка та ін.

Використання спеціально підготовлених і відібраних експертів або внутрішніх консультантів дозволяє підвищити ефективність цього методу.

**4.4.2 Метод SMART.** Існує безліч модифікацій методу SWOT-аналізу. Найцікавішим з них є метод розробки і аналіз цілей, отримавший назву SMART.

Відомо, що мета управління є вирішальним фактором успіху, ефективності, стратегії і розвитку. Без мети неможливо розробити план або програму. Але це стосується не тільки мети управління, а й мети дослідження. Адже сформулювати коректно цю мету теж буває нелегко. Програма дослідження, використання методів його проведення залежать від мети.

Мета повинна розроблятися за критеріями досяжності, конкретності, оцінки (вимірності), з урахуванням місця і часу. Ці критерії відображають англійські слова— Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Timed, в скороченні – SMART.

Метод передбачає послідовну оцінку цілей за сукупністю критеріїв, розташованих в матричній формі. Ось набір порівнянних факторів, що відображають характеристики мети: важко досяжна – легко досяжна, високі витрати – низькі витрати, має підтримку персоналу – не має підтримки персоналу, має пріоритети— не має пріоритетів, вимагає багато часу – вимагає мало часу, має широкий вплив— має обмежений вплив, орієнтована на високі технології— орієнтована на низькі (звичайні)

технології, пов'язана з новою організацією управління– не пов'язана з новою організацією управління.

На наступному етапі складається матриця визначення проблем. Для досягнення мети необхідно вирішити ряд проблем. Але для цього їх треба спочатку визначити.

Розподіл проблем здійснюється за наступними критеріями: існуюча ситуація, бажана ситуація, можливість досягнення мети. Ці критерії характеризують горизонталь матриці. По вертикалі розглядають наступні критерії: визначення проблеми, оцінювання проблеми (кількісні параметри), організація рішення (хто, де, коли), витрати на вирішення проблеми.

Така матриця дозволяє скласти план досліджень.

*Метод ранжування і оцінювання.* За методом рангів експерт здійснює ранжування (впорядкування) досліджуваних об'єктів організаційної системи в залежності від їх відносної значущості (переваги), коли найбільш кращому об'єкту присвоюється ранг 1, а найменш кращому – останній ранг, рівний по абсолютній величині числу упорядкованих об'єктів. Більш точно впорядкування буває при меншій кількості об'єктів дослідження, і навпаки.

При кращою (по рангах) розстановці об'єктів експертизи одним експертом сума рангів повинна дорівнювати сумі чисел всього натурального ряду кількості об'єктів  $N$ , починаючи з одиниці:  $N = (N + 1) : 2$ .

Результуючі ранги об'єктів ранжирування за даними опитувань визначаються як сума рангів для кожного об'єкта. При цьому в результаті перший ранг присвоюється тому об'єкту, який отримав найменшу суму рангів, а останній – тому, у якого виявилася найбільша сума рангів, тобто найменш значимого об'єкта (приклад визначення результуючого рангу трьох об'єктів сім'ю експертами)

Чим більше залучається експертів, тим вище об'єктивність результату оцінки. Однак залучення великої кількості кваліфікованих експертів і висока трудомісткість експертних робіт підвищує вартість проведення оцінок якості. Тому, щоб знизити трудомісткість робіт експертів, використовують метод рангів, який передбачає тільки ранжування показників, а не їх чисельне визначення експертами.

Проте даний метод застосовується в практиці дослідження СУ, незважаючи на свою простоту і малу трудомісткість, порівняно. Це пояснюється великим числом ранжированих об'єктів дослідження.

**4.4.3 Метод безпосереднього оцінювання.** Являє собою впорядкування досліджуваних об'єктів (наприклад, при відборі параметрів для складання параметричної моделі) в залежності від їх важливості шляхом приписування балів кожному з них. При цьому найбільш важливого об'єкту приписується найбільшу кількість балів за прийнятою шкалою (дається оцінка). Найбільш поширений діапазон шкали оцінок: від

0 до 1; 0 до 5; 0 до 10; 0 до 100. У найпростішому випадку оцінка може бути 0 або 1.

Іноді оцінювання здійснюється у словесній формі. Наприклад, «дуже важливий», «важливий», «маловажний» і т.п., що теж іноді для великої зручності обробки результатів опитування перекладається в бальну шкалу (відповідно 3, 2, 1).

Безпосереднє оцінювання слід застосовувати при повній впевненості у професійній інформованості експертів про властивості досліджуваних об'єктів. За результатами оцінок визначаються ранг і вагомість (значущість) кожного досліджуваного об'єкта.

**4.4.4 Оцінка узгодженості експертів.** Зібрані думки експертів обробляються як кількісно (чисельні дані), так і якісно (змістовна інформація). При цьому використовуються різні способи. Необхідно відзначити, що при наявності численних даних для вирішення питань, які мають достатній інформаційний матеріал, застосовуються в основному методи усереднення експертних суджень. Однак навіть при наявних чисельних даних, але при недостатності-точності інформації по вирішується питання (що нерідко буває МРІ дослідженні СУ) поряд з кількісними методами обробки експертних даних використовуються також методи якісного аналізу і синтезу.

При цьому слід пам'ятати, що думки експертів часто збігаються в повному обсязі, тому необхідно кількісно оцінювати міру узгодженості думок експертів і встановлювати причини розбіжності суджень.

При ранжируванні об'єктів експерти зазвичай розходяться в думках з розв'язуваної проблеми. У зв'язку з цим виникає необхідність кількісної оцінки ступеню згоди експертів. Отримання кількісної міри узгодженості думок експертів дозволяє більш обґрунтовано інтерпретувати причини в розбіжності думок.

В даний час відомі два заходи узгодженості думок групи експертів: дисперсійний та ентропійний коефіцієнти конкордації.

## 5 СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ

Статистичні методи управління якістю продукції володіють в порівнянні із суцільним контролем продукції такою важливою перевагою, як можливість виявлення відхилення від технологічного процесу не тоді, коли вся партія деталей виготовлена, а в процесі (коли можна вчасно втрутитися в процес і скорегувати його).

Статистичні методи засновані на визначенні значень показників якості продукції з використання методів теорії ймовірності та математичної статистики. Область застосування статистичних методів надзвичайно широка і охоплює весь життєвий цикл товару (проекування, виробництво, використання і тощо). Статистичні методи застосовуються в системах якості, сертифікації продукції систем якості (рис.5.1). Методи математичної статистики дозволяють із заданою ймовірністю проводити оцінку якості виробів. Статистичні методи сприяють скороченню витрат часу на контрольні операції і підвищення ефективності контролю.

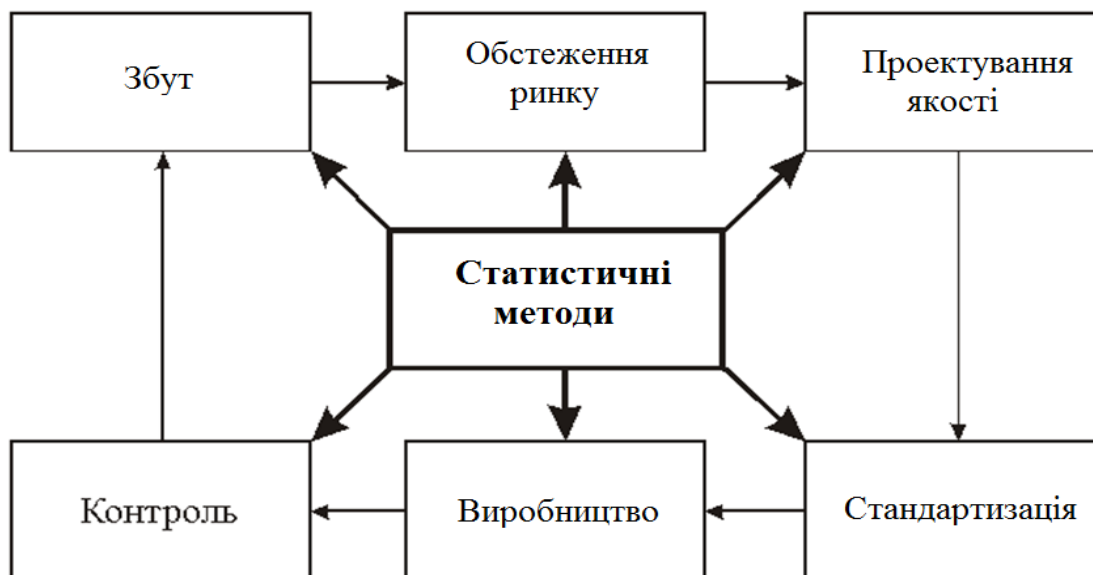


Рисунок 5.1 – Область застосування статистичних методів

За допомогою статистичних методів можна визначити: середнє значення показників якості, їх довірчі границі та інтервали розподілу, закони розподілу показників якості; коефіцієнти кореляції; параметри залежності досліджуваного показника, якість від інших показників або числових характеристик факторів, що впливають на досліджуваний показник якості, а також порівнювати середнє значення або дисперсії досліджуваного показника для двох або кількох одиниць в цілях встановлення випадковості чи закономірності відмінностей між ними. При проведенні статистичного контролю приймається рішення про приймання або вибракування всієї партії продукції за результатами контролю вибірки.

Статистичні методи можна використовувати по всьому життєвому циклу продукції, від визначення вимог на самому початку, до їх виконання в кінці. Дані методи дозволяють значно скоротити трудовитрати та обсяги роботи по контролю партій. Це пов'язано з тим, що контролюється від 5 до 15% від усієї партії. Використання статистичних методів знайшло відображення в стандартах.

## **5.1 Застосування статистичних методів**

В умовах постійно зростаючого асортименту продукції основним фактором, що визначає доцільність придбання виробів споживачем, є якість. Якість стало запорукою успіху та основною умовою, що визначає збільшення обсягу продукції, яка поставляється на національні та міжнародні ринки. Ретельно розроблені та ефективно функціонуючі системи управління якістю продукції забезпечують рентабельність фірм та отримання значних прибутків на інвестований капітал. В результаті впровадження систем управління якістю підприємства збільшують обсяг продукції, домагаються підвищення продуктивності праці, забезпечують істотне зниження витрат на якість і підвищують свою конкурентоспроможність.

Прагнення фірм у всьому світі підвищити якість продукції пояснюється наявністю різних рівнів якості. У зв'язку з цим методи і засоби, що забезпечують поліпшення якості продукції, набувають першорядного значення і відіграють вирішальну роль у виробничій діяльності.

Статистичні методи допомагають систематично знаходити проблеми в області якості та вирішувати їх, а також дозволяють визначити, які з проблем носять випадковий або постійний характер. Така систематизація причин дозволяє виявити найбільш проблемні місця в системі управління організації, так звані «вузькі місця» і ефективно побудувати організаційну структуру.

Статистична керованість процесів і прийняття рішень на основі фактів – це основні вимоги, запропоновані міжнародними стандартами ISO 9000 на системи якості, які можуть бути виконані завдяки впровадженню статистичних методів. Найважливішою складовою статистичного управління є здійснення коригувальних заходів у напрямку удосконалення організації, в іншому випадку застосування статистичних методів буде марною витратою ресурсів.

Використовувані в сьогоднішній практиці підприємств статистичні методи можна поділити на наступні категорії:

- методи високого рівня складності: використовуються розробниками систем управління підприємством або процесами.

До них відносяться методи кластерного аналізу, адаптивні робастні статистики та ін.;

- спеціальні методи: використовуються при розробці операцій технічного контролю, планування промислових експериментів, розрахунки на точність і надійність і т. д.;
- методи загального призначення, у розробку яких великий внесок внесли японські фахівці. До них відносяться «Сім простих методів» (або «Сім інструментів якості»), що включають в себе контрольні листки; метод розшарування; графіки; діаграми Парето; діаграми Ісікави; гістограми; контрольні карти [2,3].

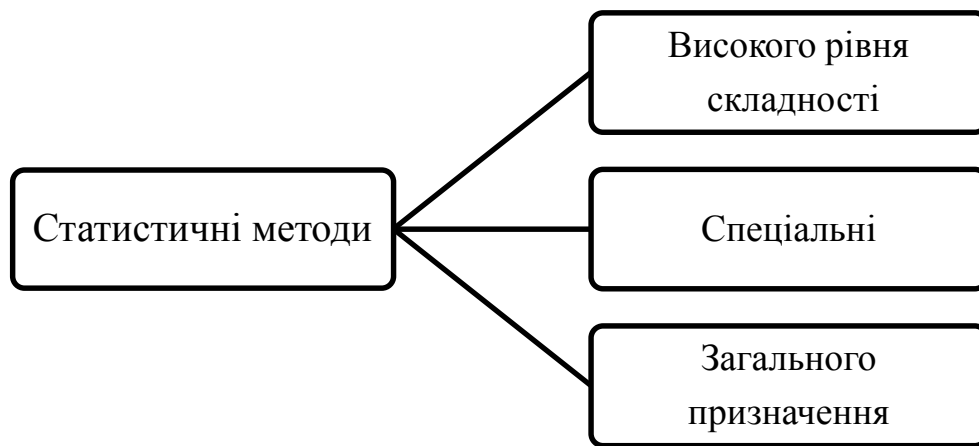
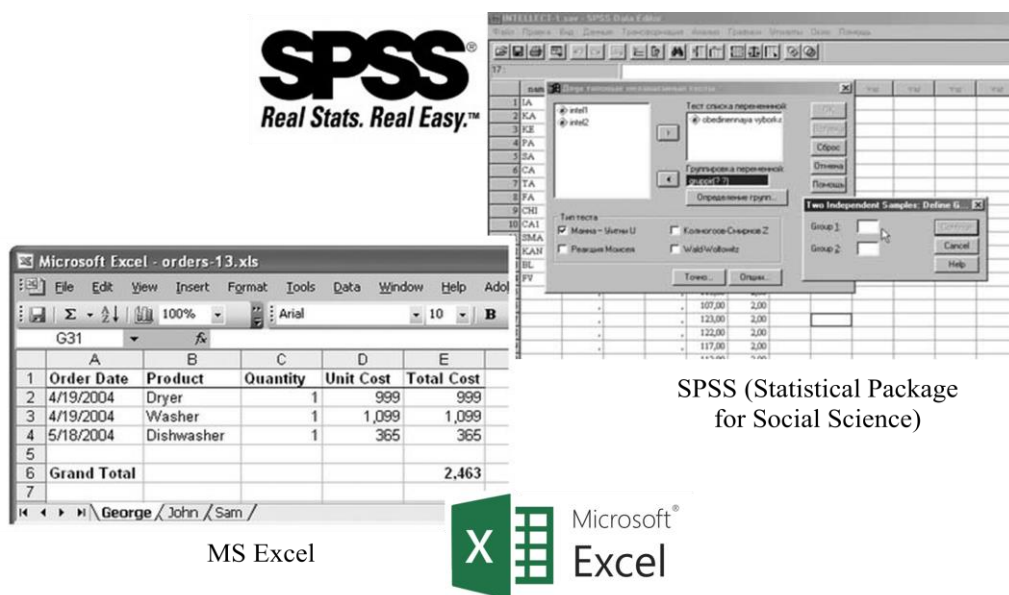


Рисунок 5.2 – Категорії статистичних методів

В даний час про статистичні методи існує велика література та пакети прикладних комп'ютерних програм, у розробці яких вітчизняні наукові школи з теорії ймовірностей посідають провідне місце у світі [4].



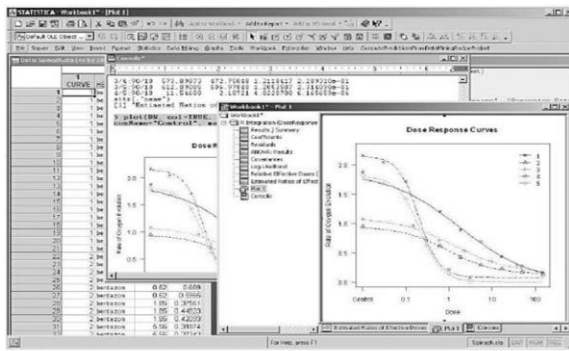
MS Excel



а)

б)

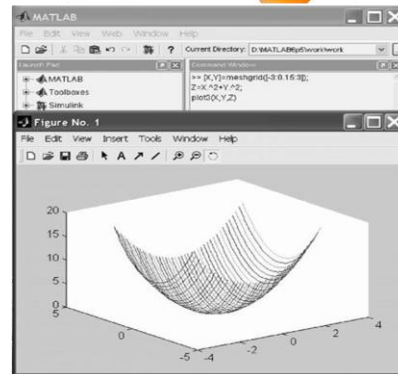




STATISTICA



в)



MATLAB

г)

*a – Statistical Package for Social Science (SPSS); б – MS Excel;  
в – Statistica; г – Matlab*

*Рисунок 5.3 – Приклади пакетів прикладних комп'ютерних програм, що застосовують статистичні методи*

## 5.2 Методи оцінки якості загального призначення

Серед статистичних методів контролю якості найбільш поширені так звані сім інструментів контролю якості:

- 1) діаграма Парето (Pareto Diagram);
- 2) причинно-наслідкова діаграма Ісікави (Cause and Effect Diagram);
- 3) контрольна карта (Contrat Chait);
- 4) гістограма (Histogram);
- 5) діаграма розкиду (Scatter Diagram);
- 6) метод розшарування (Stratification);
- 7) контрольні листки.

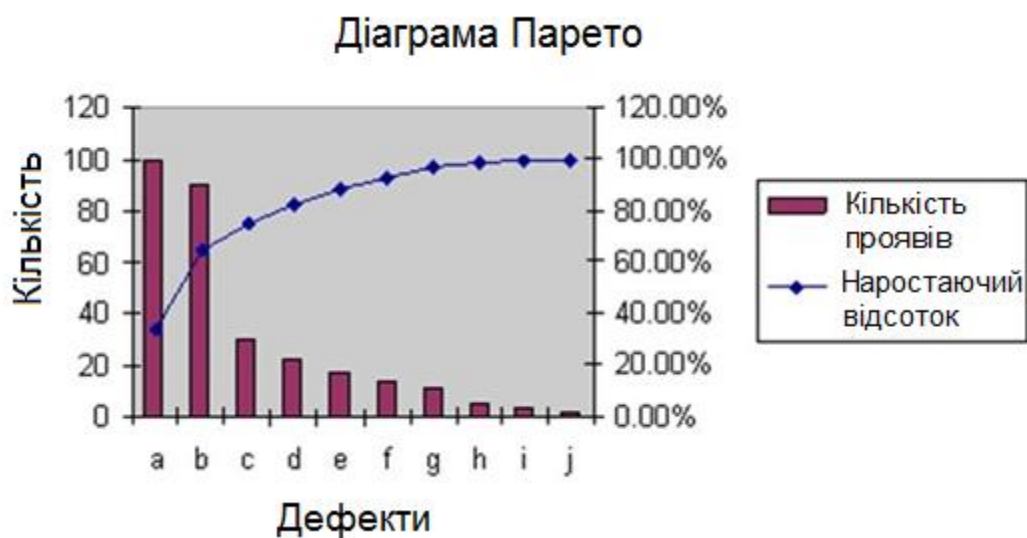
У своїй сукупності ці методи утворюють ефективну систему методів контролю і аналізу якості. Сім простих методів можуть застосовуватися у будь-якій послідовності, в будь-якому поєднанні, в різних аналітичних ситуаціях, їх можна розглядати і як цілісну систему, і як окремі інструменти аналізу. У кожному конкретному випадку пропонується визначити склад і структуру робочого набору методів [5].

**5.2.1 Діаграма Парето.** Дана діаграма дозволяє наочно уявити величину втрат залежно від різних об'єктів; являє собою різновид

стовпчикової діаграми, яка застосовується для наочного відображення розглянутих факторів в порядку зменшення їх значимості.

У 1897 р. італійський економіст Ст. Парето запропонував формулу, що описує нерівномірність розподілу благ. Ця ж ідея у 1907 р. була графічно проілюстровано на діаграмі американським економістом М. Лоренцом. Обидва вчених показали, що найчастіше найбільша частка доходів або благ належить невеликій кількості людей.

Для побудови діаграми Парето вихідні дані представляють у вигляді таблиці, у першій графі якої вказують аналізовані фактори, у другій– абсолютні дані, що характеризують кількість випадків виявлення аналізованих факторів у даний період, у третій– сумарне число факторів за видами, у четвертій– їх процентне співвідношення, в п'ятій– кумулятивний (накопичений) відсоток випадків виявлення факторів.



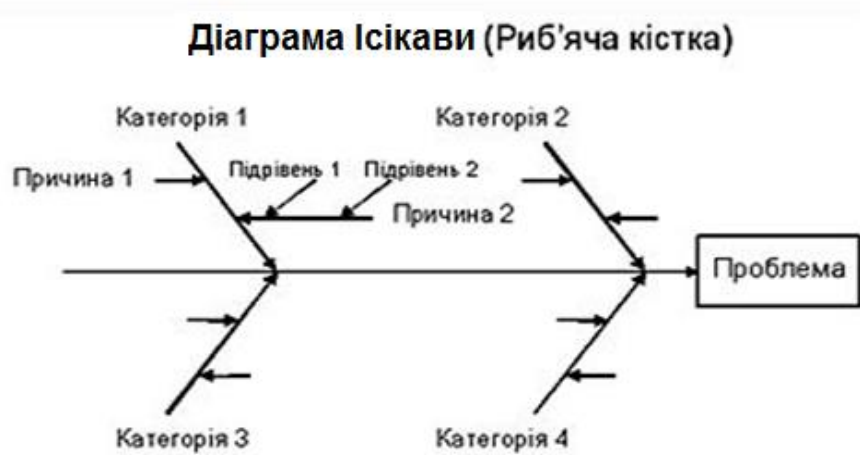
*Рисунок 5.4 – Діаграма Парето*

Визначальною перевагою діаграми Парето є те, що вона дає можливість розділити фактори на значні (що зустрічаються найбільш часто) і незначні (зустрічаються відносно рідко).

Діаграма Парето часто виявляє закономірність, яка отримала назву "Правило 80/20", засновану на принципі Парето, згідно з яким велика частина наслідків викликається відносно нечисленними причинами. Стосовно до аналізу невідповідностей дана закономірність може бути сформульована наступним чином: зазвичай 80% виявлених невідповідностей пов'язано лише з 20% всіх можливих причин.

**5.2.2 Причинно-наслідкова діаграма Ісікави.** Дана діаграма запропонована в 1953 р. К. Ісікавою, яка представляє собою графічне упорядкування факторів, що впливають на об'єкт аналізу (рис. 8.10). Головним достоїнством діаграми Ісікави є те, що вона дає наочне уявлення

не тільки про тих факторах, які впливають на досліджуваний об'єкт, але і про причинно-наслідкові зв'язки цих факторів.

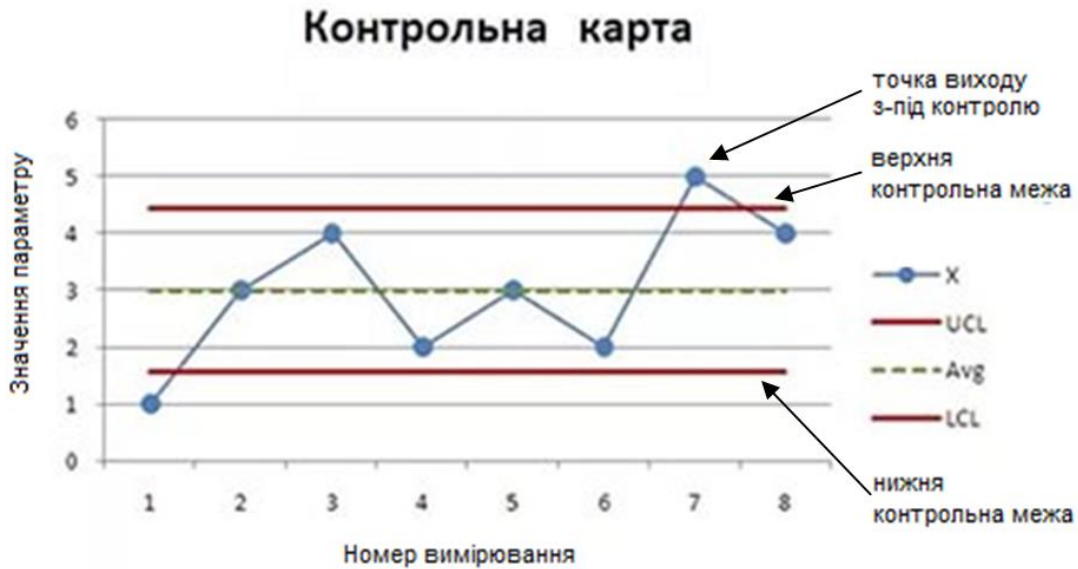


*Рисунок 5.5 – Діаграма Ісікави*

При побудові діаграми Ісікави до центральної горизонтальною стрілкою, що зображає об'єкт аналізу, підводять великі первинні стрілки, що позначають головні фактори (групи факторів), що впливають на об'єкт аналізу. Далі до кожної первинної стрілкою підводять стрілки другого порядку, до яких, в свою чергу, підводять стрілки третього порядку і т. д. до тих пір, поки на діаграму не будуть нанесені всі стрілки, що позначають чинники, що роблять помітний вплив на об'єкт аналізу в конкретній ситуації. Кожна із стрілок, нанесена на схему, в залежності від її положення являє собою або причину або наслідок: попередня стрілка по відношенню до подальшої завжди виступає як причина, а наступна – як наслідок.

Головне завдання при побудові діаграми – забезпечення правильної співвідпорядкованості у взаємозалежності факторів, а також чітке її оформлення.

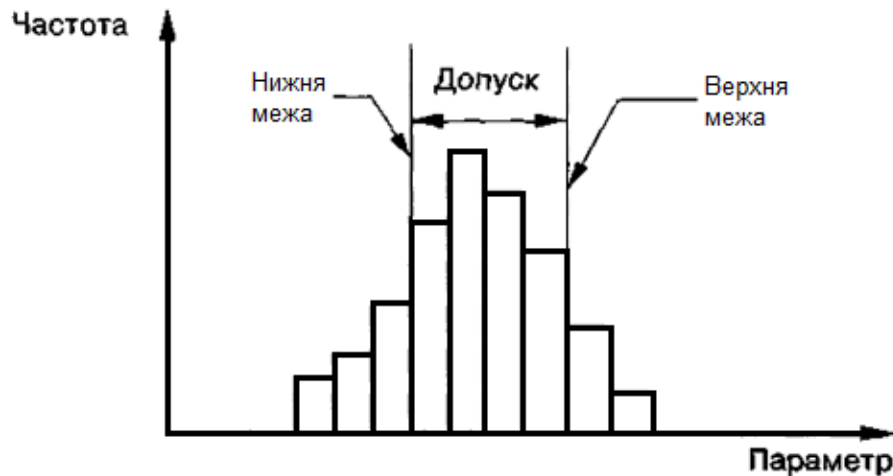
**5.2.3 Контрольна карта.** Контрольна карта була запропонована в 1924 р. У. Шухартом. Вона будується на бланку (формулярі), на який нанесена сітка з тонких вертикальних і горизонтальних ліній. По вертикалі на карті зазначають обрану статистичну характеристику контрольованого параметра (наприклад, індивідуальне або середнє арифметичне значення, медіану, розмах і ін), а по горизонталі – час або номер контрольної вибірки. Так, на картку середніх арифметичних значень попередньо наносять: горизонтальну центральну лінію, відповідну значенню центру допуску; дві горизонтальні лінії меж встановленого нормативною документацією технологічного допуску. Для кращого сприйняття контрольної карти її центральну лінію і межі доцільно позначати різними кольорами, наприклад, центральну лінію – зеленим, допусковий кордон – червоним.



*Рисунок 5.6 – Контрольна карта Шухарта*

**5.2.4 Гістограма.** Являє собою стовпчастий графік і застосовується для наочного зображення розподілу конкретних значень параметра по частоті повторення за певний період часу (тиждень, місяць, рік).

При нанесенні на графік допустимих значень параметра визначається, як часто цей параметр попадає в допустимий діапазон або виходить за його межі.



*Рисунок 5.7 – Гістограма*

Побудова гістограми ведеться в наступній послідовності:

- а) складається таблиця вихідних даних;
- б) оцінюється розмах аналізованого параметра;
- в) визначається ширина розмаху;
- г) встановлюється точка відліку першого інтервалу;
- д) вибирається остаточне кількість інтервалів.

Вид гістограми залежить від обсягу вибірки, кількості інтервалів, початку відліку першого інтервалу. Чим більше обсяг вибірки і менше ширина інтервалу, тим ближче гістограма до безперервної кривої.

**5.2.5 Діаграма розкиду (діаграма розсіювання).** Застосовується для виявлення залежності однієї змінної величини (показника якості продукції, параметри технологічного процесу, величини витрат-па якість і т. п.) від іншої. Діаграма не дає відповіді на питання про те, чи є одна змінна величина причиною іншої, але вона здатна прояснити, чи існує в даному випадку причинно-наслідковий зв'язок взагалі і яка її сила [5].

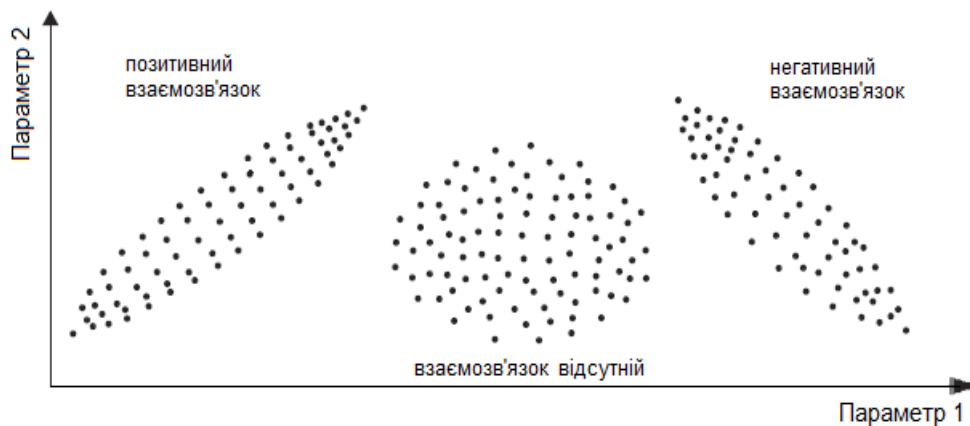


Рисунок 5.8 – Діаграма розсіювання

Найбільш поширеним статистичним методом виявлення подібної залежності є кореляційний аналіз, заснований на оцінці коефіцієнта кореляції. Прикладом функціональної зв'язку може служити твердість матеріалу заготовки: чим вище твердість, тим більше знос.

**5.2.6 Метод розшарування (стратифікації).** Застосовується для виявлення причин розкиду характеристик виробу. Метод полягає в розподілі (розшарування) отриманих характеристик в залежності від різних факторів: якості вихідних матеріалів, методів робіт і т. д. При цьому визначається вплив того або іншого фактора на характеристики виробу, що дозволяє прийняти необхідні заходи для усунення неприпустимого розкиду.

В якості стратифікуючого фактора можуть бути обрані будь-які параметри, що визначають особливості умов виникнення і одержання даних:

1. різне обладнання;
2. оператори, виробничі бригади, ділянки, цехи, підприємства тощо;
3. час збору даних;
4. різні види сировини;
5. відмінність використовуваних верстатів, засобів вимірювання.

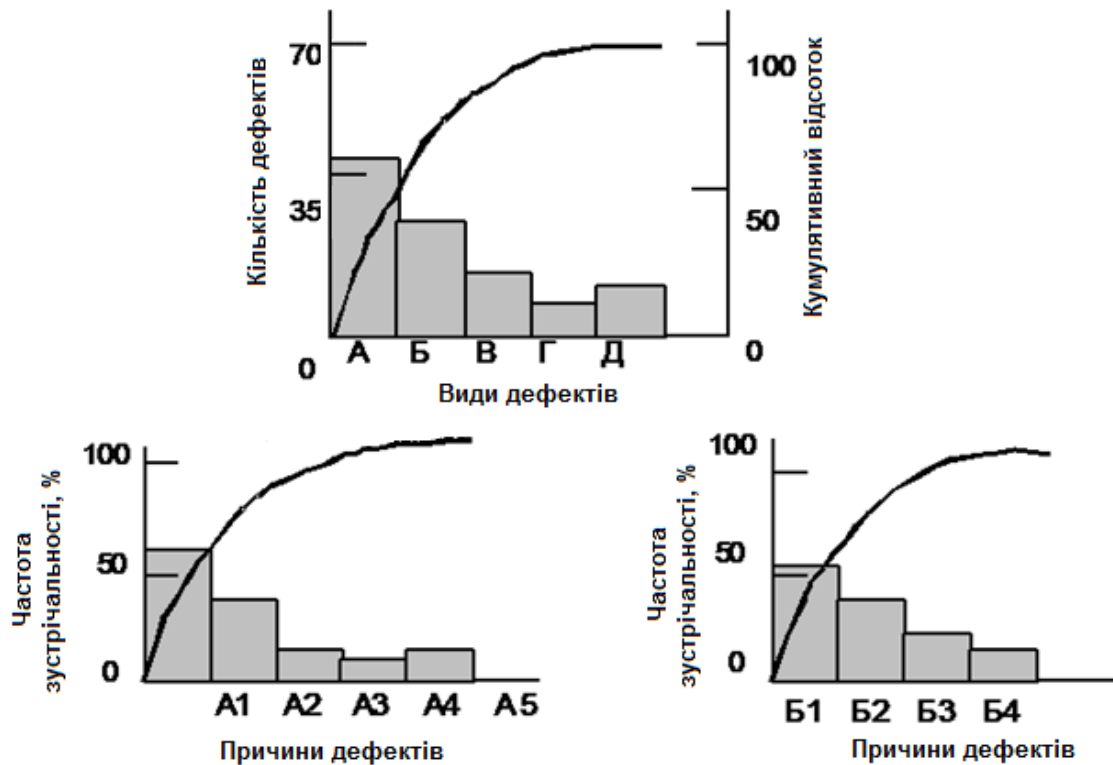


Рисунок 5.9 – Розширення діаграми Парето

При відсутності обліку стратифікуючого фактора (розширення даних) відбувається їх об'єднання та знеособлення, що затрудняє встановлення дійсного взаємозв'язку між отриманими даними та особливостями їх виникнення.

**5.2.7 Контрольні листки.** Застосовуються при контролі за якісними і кількісними ознаками. Контрольний листок являє собою паперовий бланк, на якому наводяться назви контрольованих показників і фіксуються їх значення, отримані в процесі контролю. Застосовуються наступні види контрольних листків:

- 1) контрольний листок для реєстрації розподілу вимірюваного параметра в ході виробничого процесу;
- 2) контрольний листок для реєстрації видів невідповідностей;
- 3) контрольний листок для оцінки відтворюваності і працездатності технологічного процесу.

Основне призначення контрольного листка – представляти інформацію в зручному для сприйняття вигляді. Контрольний листок дозволяє розподілити дані по категоріям. Він показує, як часто виникають ті чи інші події, тому інформація контрольного листка є більш систематизованою, ніж звичайний збір даних.

Контрольний листок	
Назва виробу: _____	Дата: _____
Виробнича операція: <i>приймальний контроль</i>	Дільниця: _____
Тип дефекту: <i>подрізани, невиконання операції, тріщина, неправильна обробка</i>	Прізвище контролера: _____
Загальне число проконтрольованих виробів: 1525	Номер партії: _____
Примітки: <i>по всім проконтрольованим виробам.</i>	Номер замовлення: _____

Тип дефекту	Результат контролю	Всього по типам дефектів
Поверхові подрізани	III -III III II	17
Тріщини	III -III I	11
Невиконання операції	III -III -III -III - III I	26
Неправильне виконання операції	III	3
Інші	III	5
	Всього:	62
Загальне число забракованих деталей	III -III -III -III - III - III III -III II	42

Рисунок 5.10 – Контрольний листок

## 6 ЗАРУБІЖНІ СИСТЕМИ ЯКОСТІ

Сучасне уявлення про якість виробів базується на принципі найбільш повного виконання вимог і побажань споживача, і цей принцип повинен бути закладений в основу проекту будь-якого виробу. Споживачем виробів може бути як окрема людина, так і колективи людей— підприємства, організації або суспільство в цілому.

У будь-якому випадку потреби пов'язані з властивостями людської особистості. Психіка людини вкрай складна, і досить повних теорій потреб людини ще не побудовано. Проте, зараз існує ряд теорій, що описують види і взаємини потреб, на підставі яких розробник виробів може діяти досить впевнено і домагатися гарних практичних результатів. Для того щоб задовольняти потреби людини, виріб повинен мати певні властивості, а ступінь відповідності між властивостями виробу і задовольняються з його допомогою потребами визначає якість виробу. В даний час мірою якості виробів служить ступінь задоволеності споживача виробом, що визначається співвідношення вартості та цінності (споживчої вартості) виробу:  $\{ \} = \text{Якість} \{ \text{Задоволеність споживача} \} = \{ \} \text{Цінність} / \{ \text{Вартість} \}$ .

У перші десятиліття ХХ століття багато країн стали на шлях інтенсивного економічного розвитку і поступово змінилося ставлення до проблеми якості продукції.

### 6.1 Управління якістю в Японії

Розвиток систем якості, їх роль і вплив на розвиток промислового та економічного потенціалу країни особливо наочно проявилось в Японії.

Під час другої світової війни японська продукція була відома своєю дуже низькою якістю і, відповідно, вкрай низькою ціною. Однак, в той час ринок вимагав дешеву продукцію, і це дозволяло товарам знаходити свого покупця.

Капітуляція значно підірвала економічну систему Японії. Велика частина промислових підприємств була зруйнована. Країна була на межі моральної і фізичної катастрофи. Купівельна спроможність населення була зведена до нуля.

В кінці 40-х років ситуація різко змінилася. Світовий ринок швидко насичувався і почав вимагати продукцію високої якості. У переможеної, з виснаженою економікою країні почалась жорстка криза. Нація встала перед альтернативою: або голодна смерть, або пошук ефективного виходу з кризи.

Каору Ісікава, аналізуючи повоєнну ситуацію, вказував, що коли американські війська висадилися в Японії, вони зіткнулися з основною складністю— відмовами в системах телефонного зв'язку. Японський



телефон був дуже ненадійним засобом зв'язку. І справа була не тільки у війні: якість телефонного обладнання було низьким і нестабільним.

У 1946 р в Японії був створений Союз вчених і інженерів, в якому була сформована група фахівців з проведення досліджень в галузі управління якістю. До неї увійшли представники інтелігентної технічної еліти: професори університетів, представники промислових кіл і державні службовці.

Її основною метою став пошук шляхів щодо удосконалення японської промисловості, імпортування прогресивних технологій, експортування високоякісної продукції в інші країни. Очікувалося, що все це буде сприяти підвищенню життєвого рівня японського народу.

Результати досліджень дозволили зробити висновок про те, що не дивлячись на всю привабливість зарубіжних методів і шляхів розвитку промисловості і досягнення певних позитивних результатів, їх не можна імпортувати в Японію в тому вигляді, в якому вони були. Слід було враховувати специфічну роль японських людських і соціальних факторів. Щоб домогтися успіхів, потрібно було створювати саме японські методи.

У 1947 році відповідно до плану Маршалла в Японію разом з групою фахівців був спрямований Едвардс Демінг, згодом проголошений «патріархом» якості.

Цикл його лекцій був присвячений статистичному контролю якості і проводився спеціально для президентів, головних керуючих керівних працівників і інженерів найбільших фірм.

Основними темами семінару були наступні:

1. Як користуватися циклом «планування– виконання– перевірка– вплив (РДСА)» для підвищення якості продукції.
2. Правильне розуміння розкиду даних у статистиці.
3. Управління технологічних процесів за допомогою контрольних карт і правила їх застосування.

Уважно вивчивши стан японської економіки, він виступив в 1950 році на семінарі перед японськими промисловцями з такими словами: «Слухайте мене, і через п'ять років ви будете конкурувати з Заходом. Продовжуйте слухати доти, поки Захід не буде просити захисту від вас ». Ці слова виявилися пророчими. До кінця 70-х років про японське чудо заговорили в усьому світі.

Але в той час не всі в Японії розуміли необхідність і значення статистичних методів контролю в управлінні якістю. Робочі висловлювали думку про їх марності, неможливості викладу контрольних норм на папері, як технічних вимог.

В Японії були узагальнені причини неефективності роботи з управління якістю. К. Ісікава вказав на основні з них:

1. Не дивлячись на те, що статистичні методи контролю хоча й ефективні, значення їх було переоцінено. В результаті люди ставилися до управління якістю як до чогось непомірно важкого. Їм пропонувалися

занадто складні методи, в той час як на тому етапі досить було більш простих.

2. Стандартизація розвивалася в напрямку розробки стандартів на продукцію і сировину, технічних і виробничих норм, але залишалася формальним процесом. В Японії розроблялися технічні вимоги та стандарти, але рідко ними користувалися. Багато хто вважав, що стандартизація означає застосування обов'язкових правил, що обмежують свободу дій.

3. Управління якістю залишалося рухом серед інженерів і робітників на підприємствах. Керівники вищої та середньої ланок не виявляли до нього достатнього інтересу. Існувало неправильне уявлення про те, що заходи з управління якістю вимагатимуть значних капіталовкладень. І всі спроби членів групи з проведення досліджень в галузі управління якістю переконати керівників вищої ланки взяти участь в цьому русі виявилися безрезультатними.

В Японії була створена система управління якістю, в якій загальний контроль якості являє собою єдиний процес забезпечення якості повсюдно на підприємствах, цей процес здійснюється всім персоналом від президента до простих працівників.

Основні підходи до управління якістю в японських моделях зводяться до таких моментів.

- а. Дізнатися запити споживачів.
- б. Дізнатися, що будуть купувати споживачі.
- в. Визначити витрати, необхідні для досягнення якості.
- г. Попередити можливі дефекти і претензії.
- д. Передбачити коригуючий вплив.
- е. Виключити необхідність перевірки.

У 1967 р на сьомому Симпозіумі з управління якістю були названі шість особливостей японської моделі управління якістю:

- участь всіх ланок в управлінні якістю;
- підготовка кадрів і навчання методам якості;
- діяльність гуртків якості;
- інспектування діяльності з управління;
- використання статистичних методів;
- загальнонаціональні програми з управління якістю.

В Японії були розроблені і застосовані свої інструменти управління якістю. Сьогодні всім добре відомі ці "сім інструментів".

1. Залучення до процесу забезпечення якості кожного співробітника фірми.
2. Використання статистичних методів контролю над якістю.
3. Створення системи мотивації.
4. Заохочення навчання, підвищення кваліфікації.
5. Організація гуртків якості, які підтримують нижчу ієрархічну щабель управління.

6. Створення команд (тимчасових колективів) з фахівців, зацікавлених у вирішенні конкретної проблеми.

7. Перетворення проблеми забезпечення якості в загальнонаціональну задачу.

У японських системах управління якістю вперше була використана чотирирівнева ієрархія якості, в якій вгадується основний принцип майбутньої концепції TQM– орієнтації на задоволення поточних і потенційних запитів споживачів.

1. Відповідність ще не усвідомленим потребам.
2. Відповідність вимогам ринку
3. Відповідність призначенню (задоволення вимогам експлуатації)
4. Відповідність стандарту (задоволення вимогам стандарту)

Японські методи управління якістю, не вносячи принципово нічого нового, повністю базувалися на теорії комплексного управління якістю. На відміну від інших країн в Японії цей підхід, основні положення теорії управління якістю отримали практичне поширення в масштабі країни.

Починаючи з 1970-х рр. досвід Японії в галузі управління якістю постійно вивчається в усьому світі. Однак необхідно брати до уваги те, що специфіка японської системи управління якістю обумовлена національними традиціями і соціально-економічними особливостями розвитку японської промисловості в післявоєнний період.

Можна виділити основні риси японського підходу:

- багаторічне, послідовне і цілеспрямоване вирішення проблем якості на основі всього передового і сучасного;
- послідовна і наполеглива робота з налагодження системи вивчення запитів споживачів;
- прагнення до загальної участі;
- розуміння того, що навіть відмінно працююча система управління якістю з часом буде втрачати свою ефективність;
- організація робіт по забезпеченню високої якості безпосередньо майстрами та бригадами;
- необхідність загострення особливої уваги мобілізації фізичного і інтелектуального потенціалу робітників (гуртки якості);
- широко розвинена і постійно діюча система пропаганди значення високої якості продукції для забезпечення стійких темпів економічного зростання;
- державне вплив на кардинальних напрямках поліпшення якості продукції.

## 6.2 Управління якістю в США

США є батьківщиною концепції управління і керівництва якістю, викладених в ідеях В.Шухарта, Е. Демінга, Дж.Джурана.

У США під час Другої світової війни військова промисловість в значній мірі сприяла впровадженню стандартів і поліпшенню якості продукції. Великі інвестиції в забезпечення якості дали позитивні результати. Ця інформація набула широкого поширення і послужила приводом для впровадження і в інших галузях промисловості. Процесу перебудови мислення сприяли і виникнення великих збитків, пов'язаних з використанням невідповідних виробничих методів і проведенням дорогих заходів щодо забезпечення якості.

Значний внесок у розвиток системи забезпечення якості внесло страхування. Збитки, що з'являлися внаслідок низької якості, змусили страхові компанії створити регулюють нормативи, яких повинні були дотримуватися всі застраховані фірми.

Система якості, розроблена Е. Демінгом, що не знайшла спочатку визнання на батьківщині, згодом лягла в основу теорії Загального управління якістю, яка набула широкого поширення. Це особливо яскраво проявляється на прикладі автомобільної промисловості.

В кінці 70-х років на внутрішньому автомобільному ринку США в масовій кількості стали з'являтися японські автомобілі, якість яких було краще американських, а ціна нижча. Американцям треба було кілька років, щоб перебудувати свою промисловість. В результаті виник широкий рух в області керівництва якістю в масштабах всієї нації. В даний час американські автомобілі, хоча навіть і перевершили японські за якістю, світового визнання ще не отримали.

В цілому, в США на початку 1980-х рр. управління якістю зводилося до планування якості. При цьому недостатньо уваги приділялося внутрішньовиробничих споживачам— плани підвищення якості робилися без урахування потреб усередині компанії.

Процес такого управління якістю створював проблеми. Дуже часто, навчання співробітників проходило прямо на робочих місцях. В цей же період в США були видані дві книги Е. Демінга: «Якість, продуктивність і конкурентоспроможність» і «Вихід з кризи». У цих монографіях викладена філософія Демінга, знамениті «14 пунктів», які лягли в основу загального (тотального) якості (Total Quality).

Фахівці США намагалися більше уваги приділяти вдосконаленню управління якістю, яке має означати радикальну перебудову свідомості керівництва, повний перегляд корпоративної культури і постійну мобілізацію сил на всіх рівнях організації на пошук можливостей до постійного підвищення якості американської продукції.

Основою революції в області якості є задоволення вимог замовників (споживачів). Кожен робітник на конвеєрі є споживачем продукції

попереднього, отже, завдання кожного робочого полягає в тому, щоб якість його роботи задовольняло подальшого робочого. Конгрес США заснував національні премії імені Малькольма Болдріджа за видатні досягнення в області підвищення якості продукції, які з 1987 р щорічно присуджуються трьом найкращим фірмам. Премії вручає Президент США у другий четвер листопада, відзначається як Всесвітній День Якості.

В цілому, прийняті в США заходи, спрямовані на постійне підвищення якості продукції, досить швидко позначилися на ліквідації розриву в рівні якості між Японією і США, що підсилило конкурентну боротьбу на світовому ринку, що перетворюється в єдиний, глобальний ринок.

Відмінні риси управління якістю в США:

- Підвищена увага до процесу планування виробництва по об'ємним і якісними показниками, адміністративний контроль за виконанням планів;
- Строгий контроль якості виготовлення продукції з використанням методів математичної статистики;
- Вдосконалення управління компанією в цілому.

### **6.3 Управління якістю в європейських країнах**

В європейських державах системи якості набули широкого поширення. В їх основі лежало використання вже накопиченого досвіду Японії та США. Однак шлях до розуміння ролі якості як стратегічного чинника мав свої національні особливості. Якщо для США питання вдосконалення якості був в основному пов'язаний з військовою стратегією, то для європейських країн, таких як Великобританія та Німеччина, головна мета була в розробці конкурентної боротьби за виживання.

Ще в 1887 році Англія зажадала позначати німецькі продукти маркуванням «Зроблено в Німеччині», для того, щоб захистити свій ринок від імпорту німецьких товарів. Англія, яка особливо постраждала під час економічної кризи кінця 70-х років, прийшла до висновку, що єдиний на тривалу перспективу план з оздоровлення економіки полягає в рішучому поліпшенні якості продукції, і тільки таким чином можна контролювати імпорт і стимулювати життєво-важливий експорт. Під час правління Маргарет Тетчер були розроблені державні програми з підтримки економіки та підвищенню якості продукції. Після США тут вперше в Європі були впроваджені норми і програми за якістю.

З 1980 р і по теперішній час в Європі спостерігався рух до високої якості продукції та послуг, а також до вдосконалення самого забезпечення якості. Широко впроваджувалися системи якості на основі стандартів ISO серії 9000. Все це призвело до більш надійним постачанням і більш стабільному рівню якості в цілому.

У більшості країн Західної Європи здійснювалася активна діяльність по підготовці до створення єдиного європейського ринку, вироблення єдиних вимог і процедур, здатних забезпечити ефективний обмін товарами і робочою силою між країнами.

Значуще місце в цій діяльності займають спеціальні асоціації або організації, що здійснюють координацію в масштабах регіону. У процесі підготовки до відкритого загальноєвропейського ринку, проголошеному з 1 січня 1993 року, були сформовані єдині стандарти, єдині підходи до технологічних регламентів, гармонізовані національні стандарти на системи якості, створені на основі стандартів ISO серії 9000, введені в дію їх європейські аналоги – EN серії 29000.

Підвищена увага приділяється сертифікації систем якості на відповідність цим стандартам, створення авторитетного європейського органу з сертифікації відповідно до вимог стандартів EN серії 45000. Зазначені стандарти повинні стати гарантами високої якості, захистити мільйони споживачів від низькосортної продукції, стимулювати виробників до нових досягнень в області якості.

Для стабільного функціонування європейського ринку продукція, що поставляється повинна бути сертифікована незалежною організацією. Крім сертифікації продукції здійснюється акредитація випробувальних лабораторій і працівників, здійснюватись контроль та оцінку якості продукції. Центральний аспект їх діяльності – контроль за задоволенням вимог споживача і вирішення конфліктів, які виникають між виробником і постачальником продукції. В останні роки компанії здійснюють ще більш інтенсивну політику в сфері підвищення якості продукції, а процеси піддаються більш жорсткому контролю.

В цілому, якість стало фактором забезпечення конкурентності європейських країн. Для виконання такої стратегії потрібні були:

1. єдині законодавчі вимоги (директиви);
2. єдині стандарти;
3. єдині процеси перевірки, щоб переконатися, що фірма відповідає вимогам ринку.

В даний час якість в Німеччині та Англії досягається за допомогою контролю продукції, значна увага приділяється плануванню якості та досліджень. Але принцип участі всього персоналу в управлінні якістю використовується не в повній мірі. Велике місце досі відводиться керівництву щодо забезпечення і управління якістю, в той час як службовці, менеджери і робітники в багатьох випадках розділені дистанцією.

Скандинавські країни мають найбільш сучасні системи управління якістю. Підвищенню їх репутації сприяла продукція відомих фірм «Вольво» і «СААБ».

У 1985 р була прийнята нова концепція гармонізації стандартів, введені вимоги щодо забезпечення безпеки і надійності, але ці вимоги носять рекомендаційний характер. В основному, європейські країни

орієнтуються на стандарти ISO 9000 та EN 29000. Введена маркування продукції знаком CE.

В даний час діє Європейський координаційну раду з випробувань і сертифікації і Європейський комітет з оцінки та сертифікації систем якості. До складу комітету входять організації з сертифікації Великобританії, Швейцарії, ФРН, Австрії, Данії, Швеції, Франції, Іспанії, Португалії, Греції, Голландії, Бельгії, Фінляндії, Норвегії, Ірландії та Італії.

Завдання цих органів полягає в задоволенні запитів мільйонів споживачів єдиного європейського ринку з найменшими витратами.

Конкурентна боротьба. В умовах конкуренції, що загострилася багато європейських компаній об'єднують зусилля для вибору прогресивних форм і методів управління якістю продукції, які включають стабільну технологію, відповідну систему підтримки технологічної точності обладнання і оснастки, метрологічні засоби контролю і випробувань продукції, ефективну систему підготовки кадрів.

Європейський фонд управління якістю. У вересні 1988 р президенти 14 найбільших фірм Західної Європи підписали угоду про створення Європейського фонду управління якістю (ЄФУЯ).

Основні завдання Європейського Фонду управління якістю:

- підтримувати керівництво західноєвропейських компаній у форсуванні процесу створення якості для досягнення переваг у загальному конкуренті;

- допомагати всім сегментам західноєвропейської спільноти брати участь в діяльності щодо поліпшення якості та зміцненню культури європейської якості.

ЄФУЯ спільно з Європейською організацією з якості (ЕОК) заснував Європейську премію за якістю, яка починаючи з 1992 р присуджується кращим компаніям.

Характерні особливості європейського підходу до вирішення проблем якості:

- гармонізація вимог національних стандартів, правил і процедур сертифікації;

- законодавча основа для здійснення всіх робіт, пов'язаних з оцінкою і підтвердженням якості;

- створення регіональної інфраструктури і мережі національних організацій, уповноважених здійснювати роботи по сертифікації продукції і систем якості, акредитації лабораторій, реєстрації фахівців з якості та т. д.

## 7 УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Роль якості продукції в сучасному суспільстві постійно зростає. Цьому сприяє постійне вдосконалення промислових технологій, зміна потреб людини. Все більше число споживачів на світовому ринку при виборі товару віддають перевагу якості ціною.

Виробництво високоякісної продукції підвищує конкурентоспроможність підприємства, можливість кредитування і інвестицій. У деяких європейських країнах передбачені пільги підприємствам, що випускають продукцію високої якості. Деякі види товарів не допускаються на ринок без сертифіката, що підтверджує відповідність їх виробництва вимогам міжнародних стандартів, інші ж за відсутності сертифікату повинні продаватися за нижчою ціною, ніж сертифіковані.

Проблеми, пов'язані з якістю стали об'єктом дослідження в різних країнах, а способи їх вирішення склали предмет науки про управління якістю.

Рішення проблеми якості продукції сприяє підвищенню ефективності виробництва, економії матеріальних ресурсів, розширення експортних можливостей. При цьому якість продукції є найважливішим економічним показником роботи підприємства, що відображає стан устаткування, технології, технологічної та виробничої дисципліни і інших елементів його діяльності.

Сучасна концепція управління якістю являє собою концепцію управління будь-яким видом цілеспрямованої діяльності, що дозволяє досягти успіху не тільки у виробництві, але і в інших сферах діяльності, включаючи муніципальне і державне управління.

Складність і багатогранність проблеми вимагає об'єднання окремих заходів пов'язаних з поліпшенням якості в єдиний комплекс дій, здійснюваних постійно на всіх стадіях створення і використання продукції. Таким чином, управління якістю – це дії, що здійснюються при створенні та експлуатації або споживанні продукції для встановлення, забезпечення і підтримки необхідного рівня її якості. У процесі управління якістю цілеспрямовано впливають на рівень якості продукції. У загальному випадку механізм управління якістю виглядає наступним чином. В результаті вивчення потреби в даному виді продукції, технічних, економічних і організаційних можливостей виробництва формулюють вимоги до якості продукції. Після цього здійснюється конструкторська і технологічна підготовка виробництва продукції з необхідними показниками і організація її випуску в необхідному обсязі. В процесі виробництва постійно порівнюють інформацію про фактичні та заданих показниках продукції. У разі виникнення неузгодженості між ними приймають управлінські рішення і виробляють керуючі впливу,



спрямовані на усунення причин, що викликали невідповідність показників продукції заданим.

Для кожного конкретного підприємства та виду продукції деталі процесу управління якістю індивідуальні, однак у всіх випадках він містить типові елементи. Цими елементами є характер потреби, для задоволення якої створюється продукція, чинники і умови забезпечення якості, методики оцінки і порівняння фактичного і заданого якості, апарат і засоби розробки і реалізації заходів з підтримки і підвищення рівня якості продукції.

Управління якістю може здійснюватися на основі економічного або адміністративного підходу.

Сутність адміністративного підходу полягає в тому, що передбачається підвищення якості продукції, що випускається до 100%. Якість продукції розчленовується по стадіях життєвого циклу продукції. Виділяються і досліджуються етапи і операції, на яких найбільш ймовірно виникнення дефектів, що виникають дефекти розбиваються за видами. Для всіх видів дефектів пропонуються заходи щодо запобігання їх утворення і доведення рівня якості до 100%. При цьому поява шлюбу розглядається як надзвичайна подія, яке необхідно усунути будь-яку ціну.

При економічному підході робота по запобіганню утворення дефектів проводиться приблизно так само, проте при цьому розрахунковий рівень якості продукції ставиться в залежність від економічної доцільною величини витрат для його досягнення.

Адміністративне управління якістю історично виникло раніше економічного. У міру розвитку технологій, появи наукомістких виробництв, витрати на забезпечення якості стали порівнювати з ефектом, якого від них очікують. Поняття "якість" трансформувалося в економічну категорію. Однак, це не означає, що слід повністю відмовитися від концепції адміністративного управління.

## **7.1 Основні напрямки в області управління якістю**

В результаті вивчення позитивного досвіду поліпшення діяльності в організаціях і на підприємствах розвинених країн, а також передових вітчизняних підприємств можна сформулювати десять основних напрямів в галузі управління якістю.

До них відносять:

1) Досягнення зацікавленості вищого керівництва.

Процес поліпшення роботи починається з ініціативи вищого керівництва, розвивається в міру проявляється їм зацікавленості і припиняється при втраті до нього інтересу з боку керівників.

2) Створення керівної ради щодо поліпшення якості.

Керівна рада або комісія з поліпшення якості є групою з вищих керівників, а також службовців і робітників. Рада вивчає процес поліпшення діяльності і пристосовує його до конкретних умов свого підприємства.

3) Залучення всього керівного складу.

Весь керівний склад повинен нести відповідальність за впровадження системи якості. Це вимагає активної участі кожного керівника вищої та середньої ланки. Кожному керівнику потрібна особлива підготовка для розуміння нових вимог до стандартів діяльності і методів поліпшення діяльності.

4) Колективне участь в підвищенні якості.

Залучення робітників і службовців до процесу поліпшення діяльності здійснюється керівництвом кожного підрозділу, що формує "групу поліпшення роботи". Завдання групи поліпшення роботи – визначення результатів діяльності свого підрозділу і впровадження системи вдосконалення цієї діяльності.

5) Індивідуальна участь в підвищенні якості.

Повинна бути розроблена система, яка сприяє такій участі, оцінки та визнання результатів участі і вкладу, внесеного кожним членом колективу в підвищення ефективності і якості.

6) Створення груп вдосконалення систем і процесів.

Група по вдосконаленню систем складається з окремих представників кожного бере участь в процесі підрозділу. Така група забезпечує найбільш ефективну взаємодію підрозділів, а також таке вдосконалення окремих операцій процесу, яка не погіршувало б процес в цілому.

7) Залучення постачальників в боротьбу за якість.

У сучасних умовах практично всі підприємства хоча б частково залежать від постачальників. Жоден процес поліпшення діяльності не може бути успішним без участі і сприяння постачальників.

8) Забезпечення якості функціонування системи управління.

Ефективно діюча система якості повинна бути спрямована на регулювання поточних операцій і попередження виникаючих проблем, а не на усунення вже виниклих помилок.

9) Формування стратегії і короткострокових планів поліпшення роботи.

На підприємстві повинна бути розроблена стратегія підвищення якості. Керівники всіх рівнів повинні розуміти цю стратегію в тій мірі, яка необхідна для розробки короткострокових планів в рамках довгострокової стратегії.

10) Створення системи заохочення і визнання заслуг.

Найкращий шлях – визнання заслуг працівників, стимулювання їх до досягнення більш високих результатів.

## 7.2 Принципи управління якістю

Система управління якістю повинна будуватися на певних принципах, тобто системі правил, норм, основних положень, якими слід керуватися при управлінні якістю продукції. Нехтування цими принципами призводить до втрати ефективності процесу вдосконалення діяльності підприємства.

Розглянемо основні принципи управління якістю.

**Принцип системності:** система якості входить складовою частиною в систему управління підприємством.

Система управління якістю забезпечує єдність якісної і кількісної сторін виробництва. Наслідком з цього принципу є те, що відповідальність за якість продукції несуть підрозділи і керівники, щоб забезпечити управління всією виробничо-господарською діяльністю підприємства. Іншими словами систему якості слід розглядати як систему поліпшення діяльності всіх підрозділів підприємства, усіх його працівників.

**Принцип ієрархічності:** система якості повинна забезпечувати управління якістю на всіх рівнях управління підприємством.

Система якості— це багаторівнева система, в якій керуючі впливу і зворотний зв'язок здійснюються послідовно через рівні управління підприємством. На рівні керівників вищої ланки розробляється довгострокова стратегія поліпшення якості. На рівні середньої ланки керівництва підприємством розробляються короткострокові плани, формується тактика управління якістю. Нижча ланка керівництва здійснює оперативне управління з найбільшим швидкодією. При цьому для кожного рівня формуються свої цілі і завдання, формуються відповідні потоки інформації про якість, розробляються методи збору і обробки цієї інформації, а також методи прийняття рішень і форми керуючих впливів.

**Принцип безперервності управління:** система якості забезпечує управління на всіх етапах життєвого циклу продукції. Згідно з міжнародним стандартом ISO-9004 життя виробу розділяється на 11 етапів (так звана "петля якості"):

1. Маркетинг, пошук і вивчення ринку— необхідно встановити яка продукція потрібна споживачеві, якої якості і за якою ціною;
2. Проектування і розробка технічних вимог, розробка виробу, конструкторська підготовка виробництва— конструктор встановлює можливість виготовлення продукції, матеріали та орієнтовну ціну;
3. Матеріально-технічне забезпечення;
4. Технологічна підготовка виробництва;
5. Виробництво;
6. Контроль, проведення випробувань і обстежень;
7. Упаковка і зберігання;
8. Реалізація та розподіл продукції;

9. Монтаж і експлуатація;
10. Технічна допомога і обслуговування;
11. Утилізація після використання.

На кожній стадії встановлюють свою мету і завдання управління, зміст робіт, методи та засоби управління якістю.

Відповідно до принципу безперервності, система якості регламентує вимоги до робіт, що виконуються підприємством на різних стадіях життя продукції і встановлює порядок взаємодії з іншими організаціями, які виконують роботи на стадіях охоплених даним підприємством.

**Принцип функціональності:** в системі реалізуються такі спеціальні функції управління якістю:

- прогнозування потреби, технічного рівня і якості продукції;
- планування підвищення якості;
- нормування вимог до якості;
- організація розробки і постановки продукції на виробництво;
- організація технологічної підготовки виробництва;
- організація метрологічного забезпечення;
- організація матеріально-технічного забезпечення;
- підготовка і навчання кадрів в області якості;
- забезпечення стабільності заданого рівня якості продукції;
- контроль якості і випробування продукції;
- правове забезпечення керівництва якістю;
- інформаційне забезпечення системи якості.

Цей принцип реалізує функціональний підхід до управління якістю. Його сутність полягає в тому, що виділяються спеціальні функції, на базі яких будується структура системи якості, ведеться розподіл завдань, обов'язків і відповідальності між підрозділами підприємства і виконавцями.

**Принцип комплексності:** система якості забезпечує взаємозв'язок технічних, економічних, соціальних, організаційних та ідеологічних заходів, спрямованих на поліпшення якості продукції.

**Принцип плановості та стандартизації.** Планування якості— це засіб конкретизації цілей системи на певний період часу. На підприємстві повинні бути розроблені довгострокові і короткострокові плани поліпшення якості продукції. Ці плани включаються в річний план діяльності підприємства, виконання їх вимог періодично перевіряється.

**Принцип удосконалення.** Удосконалення системи якості— безперервний процес, який охоплює актуальність цілей і підходів в галузі управління процесами, постійне поліпшення структури і механізмів системи.

### 7.3 Контроль якості технологічних систем

Планування і розробка методів забезпечення якості включає: планування рівня якості виробу, планування контролю якості і технічних засобів контролю; збір інформації про якість, визначення витрат на забезпечення якості, обробку інформації та аналіз даних про якість із сфери виробництва і експлуатації; управління якістю продукції, що поставляється постачальниками та управління якістю продукції на власному підприємстві; розробку методик контролю, що забезпечують порівнянність і надійність результатів контролю якості; розробку (спільно з технічними підрозділами) технічних умов, кондицій, стандартів для здійснення управління якістю продукції.

Контроль якості включає:– вхідний контроль якості сировини, основних і допоміжних матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструментів, що надходять на склади підприємства; виробничий поопераційний контроль за дотриманням встановленого технологічного режиму, а іноді і міжопераційних приймання продукції; систематичний контроль за станом обладнання, машин, різального і вимірювального інструментів, контрольно-вимірювальних приладів, прецизійних засобів вимірювання, штампів, моделей випробувальної апаратури та вагового господарства, нових і знаходяться в експлуатації, пристосувань, умов виробництва і транспортування виробів та інші перевірки, контроль моделей та дослідних зразків контроль готової продукції (деталей, дрібних складальних одиниць, підсистемами, вузлів, блоків, виробів). Стимулювання якості включає: розробку документації, що відбиває методи та засоби мотивації в області забезпечення якості продукції; розробку положень про преміювання працівників підприємства за якість роботи (спільно з відділом організації праці та заробітної плати; навчання та підвищення кваліфікації).

Очолює ВТК начальник відділу, безпосередньо підпорядкований директору підприємства. Начальник ВТК має право припиняти приймальний контроль продукції, що має повторювані дефекти, до усунення причин, що викликає ці дефекти, забороняти використання сировини, матеріалів, комплектуючих виробів та інструменту, що не відповідають встановленим вимогам виготовлення нової продукції. При виникненні шлюбу начальник ВТК пред'являє обов'язкові для виконання вимоги до підрозділів і посадових осіб підприємства щодо усунення причин виникнення дефектів продукції і представляє керівництву підприємства пропозиції про притягнення до відповідальності посадових осіб і робітників підприємства, винних у виготовленні бракованої продукції. Він нарівні з директором і головним інженером підприємства несе відповідальність за випуск недоброякісної або невідповідної стандартам і технічним умовам продукції.

Структура і штати ВТК підприємства розробляються на основі типової структури, з урахуванням завдань, функцій і виробничих особливостей. Як правило, у складі відділу створюються: бюро технічного контролю, територіально розташовані в основних і допоміжних цехах; бюро зовнішньої приймання, що забезпечує вхідний контроль матеріалів і комплектуючих виробів; бюро заключного контролю та випробувань готової продукції; бюро аналізу та обліку шлюбу та рекламачії; центрально-вимірвальна лабораторія та її контрольно-перевірочні пункти, які контролюють стан елементів і оснащення, в тому числі використовуваних при контролі якості; інспекторська група, що здійснює перевірочний контроль якості продукції та цільові перевірки дотримання технологічної дисципліни; підрозділу контролю експортної продукції; підрозділ контролю якості брухту і відходів кольорових і благородних металів.

Тісний зв'язок з діяльністю ВТК мають метрологічний відділ; відділи стандартизації, головного технолога, головного металурга, головного конструктора; відділ надійності; відділ або цех гарантійного обслуговування та ін. Загальне керівництво роботами із забезпечення якості продукції здійснює головний інженер підприємства. Він залучає для вироблення та аналізу варіантів управлінських рішень постійно діючу комісію з якості (ПДКК), до складу якої входить більшість головних спеціалістів підприємства, включаючи начальника ВТК. Контроль виконання рішень ПДКК, обробку інформації з аналізу та обліку браку, а також розрахунок показників якості праці ведуть фахівці обчислювального центру системи управління якістю.

## 8 ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ СТАНДАРТІВ ISO

### 8.1 Історія створення Міжнародної організації ISO

Міжнародна організація зі стандартизації створена у 1946 році двадцятьма п'ятьма національними організаціями по стандартизації, на основі двох організацій: ISA (International Federation of the National Standardizing Associations), заснованої в Нью-Йорку в 1926 році і UNSCC (United Nations Standards Coordinating Committee), заснованої в 1944 році. Фактично її робота почалася з 1947 року. СРСР був одним із засновників організації, постійним членом керівних органів, двічі представник Держстандарту обирався головою організації.

Ця неурядова організація об'єднує 110 національних органів по стандартизації. В ISO входить 91 країна світу, на частку яких припадає 95% світового промислового виробництва. В її рамках функціонує близько 180 профільних технічних комітетів, близько 650 підкомітетів і 2840 спеціалізованих груп, в роботі яких беруть участь приблизно 30 тис. експертів. Центральний секретаріат підтримує контакти приблизно з 500 міжнародними організаціями. Такі широкі зв'язки дозволяють безболісно досягати консенсусу при розробці та затвердженні нових стандартів.

При створенні організації та виборі її назви враховувалася необхідність того, щоб аббревіатура найменування звучала однаково на всіх мовах. Для цього було вирішено використовувати грецьке слово *ισος* – рівний, тож на всіх мовах світу Міжнародна організація по стандартизації має коротку назву «ISO».

Основне завдання ISO – сприяти розробці повсюдно визнаних стандартів, правил і інших аналогічних документів з метою полегшення міжнародного обміну товарами і послугами. До теперішнього часу розроблено та опубліковано близько 10 тис. Міжнародних стандартів в галузі машинобудування, хімічного виробництва, металургії, будівельних матеріалів, сільського господарства, графіки та фотографії, інформатики, охорони здоров'я та медицини. Фармацевтичними препаратами займається Всесвітня організація охорони здоров'я. Роботи в області електроустаткування ведуться ISO спільно з МЕК (Міжнародної електротехнічною комісією). Всі стандарти ISO є добровольчими, але можуть затверджуватися в якості обов'язкових на національному рівні або в межах окремих підприємств, організацій. Крім стандартизації, ISO займається проблемами сертифікації. Офіційними мовами є англійська, французька і російська.

## 8.2 Стандарти серії ISO 9000

Перші стандарти на системи якості, що носили назву BS 5750, були розроблені Британським інститутом стандартів (British Standards Institute. BSI) і затверджені в 1979 р Згодом саме ці стандарти були взяті Міжнародною Організацією по стандартизації за основу першої версії стандартів ISO серії 9000, затверджених в 1987 р Друга версія, зазнавши незначних змін, була затверджена ISO в 1994 році і діє до кінця 2003 р. Третя версія стандартів була опублікована 15 грудня 2000 р.

Стандарти сімейства ISO 9000 стосуються систем якості на підприємствах, що виробляють товари або надають послуги. Історія їх появи досить цікава. Стандарти були вперше випущені і продовжують оновлюватися Технічним комітетом №176. Сам комітет створений в 1979 році за пропозицією Британського інституту стандартів – члена ISO від Великобританії, що мав до того часу проект національного стандарту з управління якістю.

Цікаво відзначити, що поштовхом до створення систем якості на Заході, перш за все в США, послужили успіхи СРСР в освоєнні космосу в кінці 50-х років ХХ ст. Не маючи доступу до радянських секретів щодо забезпечення надійності супутникових систем, NASA, Міністерство оборони та оборонна промисловість США почали активно розробляти власні підходи до комплексного управління якістю. Через механізми співпраці в рамках НАТО частина напрацювань в даній області потрапляла до союзників США, в першу чергу, до найбільш близьких – Канади і Великобританії.

У Великобританії на початку 60-х років власні праці в даній області активізувалися в зв'язку зі створенням ракетної системи Polaris. Через фахівців, що пішли з оборонних підприємств, частина цього досвіду потрапила до цивільних установ, в тому числі і в Британський інститут стандартів. Півтора десятиліття знадобилося британським фахівцям для того, щоб об'єднати досвід створення систем якості в оборонній промисловості з аналогічним досвідом в комерційному виробництві. Ціною чисельних помилок були вироблені нові підходи і принципи. Найважливіший з них стосувався переходу від контролю кінцевого продукту до управління якістю в процесі виробництва з акцентом на якість проекту. Інший зводився до того, що замовник повинен лише чітко викласти виробнику (постачальнику) свої вимоги щодо якості продукції, не намагаючись вказувати йому шляхи і методи їх досягнення.

Першу перевірку на практиці ці принципи пройшли в Індії при будівництві військово-морських судів, яке здійснювалося за допомогою Великобританії. Вони також лягли в основу вищезгаданого британського стандарту. За сприяння британських і канадських співробітників секретаріату ISO цей документ був прийнятий в якості основи



Міжнародних стандартів ISO серії 9000. Індія першою з країн, що розвиваються прийняла його в якості національного документа.

Перші стандарти серії ISO 9000 були опубліковані в 1987 р і з тих пір неодноразово переглядалися. Спочатку вони вводилися головним чином «для внутрішнього вжитку» як керівництво для створення і зміцнення систем якості на виробництві (самооцінка або оцінка першою стороною). Передбачалося також їх використання в якості контрактних документів, щоб замовник був більш упевнений в якості продукції або послуг (оцінка другою стороною).

Сьогодні стандарти ISO 9001 -9004 широко використовуються для оцінки і сертифікації третьою стороною, в якості якої виступають, як правило, повністю незалежні організації (незалежні від першої і другої сторін, а також від держави). У деяких випадках сертифікаційні органи знаходяться під патронажем держави.

Активний перегляд стандартів даної серії пов'язаний, зокрема, з розширенням сфери їх застосування. Стандарти ISO носять, власне кажучи, рекомендаційний характер, проте документи серії ІСО 9000 прийняті в якості національних стандартів більш ніж в 90 країнах, в тому числі в США, Росії, Канаді, Японії, державах Євросоюзу, багатьох країнах, що розвиваються. На регіональному рівні вони отримали визнання Європейського центру нормалізації і Панамериканської комісії стандартів. Сертифікація третьою стороною на відповідність цим стандартам здійснюється більш ніж в 40 країнах. Вони, зокрема, є важливим елементом функціонування Європейської організації з іспитів: і сертифікації.

В даний час загальним терміном ISO 9000 позначають для стислості групу міжнародних стандартів з управління якістю та забезпечення якості, розроблених технічним комітетом ISO/TK 176 – незалежною організацією ISO. У цю групу входять керівні вказівки по вибору і застосуванню стандартів ОБО (9000-1, 9000-2, 9000-4, 9004-2, 9004-3, 9004-4), стандарти на системи якості (180 9001, 9002, 9004), керівні вказівки по перевірці систем якості (стандарти 180 10011-1, 10011-2, 10011-4), керівні вказівки по розробці керівництва за якістю (ISO 10014), а також словник термінів (ISO 8402).

Процес створення системи стандартів ISO серії 9000 виглядав наступним чином. У 1985 р був опублікований перший стандарт, який з невеликими змінами діє по теперішній час. Стандарт ISO 8204 – це словник термінів, які повинні були «навести порядок» у термінології і забезпечити, щоб різні люди під одними і тими ж словами розуміли одне і те ж.

У 1987 р вийшло п'ять стандартів серії ISO 9000, які роз'яснювали вимоги системи стандартів і служили рекомендаціями по вибору версії стандарту, на відповідність яким буде здійснюватися сертифікація.

Серією стандартів ISO 9000: 1987 і 1994 було передбачено три стандарти, яким може відповідати система якості:

- Система якості повного виробничого циклу – від проектування нових видів виробів, їх виробництва і реалізації до технічного обслуговування готової продукції. Така система якості повинна відповідати стандарту ISO 9001: 1994.

- Система якості для виробничого циклу, що не включає проектування, тобто для випуску традиційної продукції. Така система якості повинна відповідати стандарту ISO 9002: 1994.

- Система якості для організацій, що здійснюють тільки контроль готової продукції, не займаючись її виробництвом, наприклад для торгових організацій і представництв. Така система якості повинна відповідати стандарту ISO 9004: 1994.

Модель по ISO 9001 є найбільш загальною і містить вимоги до систем якості, і стосовно інших моделей.

Існують і інші стандарти на системи якості, побудовані на базі стандартів ISO серії 9000, але відображаючи спеціальні вимоги певних галузей промисловості. Наприклад, американські автогіганти: Ford, General Motors і Chrysler випустили спільний стандарт на системи якості для своїх постачальників і для тих, хто хоче ними стати. Ці стандарти отримали назву QS 9000 і зараз застосовуються різними виробниками автомобілів у всьому світі. Американський Нафтовий Інститут (American Petroleum Institute. API) випустив спеціальні стандарти для постачальників продукції нафтогазової галузі і т.д.

З появою стандартів на системи якості з'явилася універсальна міра порівняння, що дозволяє оцінити, які постачальники відповідають встановленим мінімальним вимогам, а які – ні. І навіть якщо якийсь споживач виставляв більш високі вимоги, ніж передбачено стандартом, то він швидше за волів вести розмову з тим постачальником, який вже мав сертифікат на стандартну систему якості, ніж з ким то не ще. Ті споживачі, чії вимоги вкладалися в рамки стандартних, відразу могли укласти угоди з сертифікованими постачальниками без додаткових перевірок, якщо, звичайно, система якості відповідала тому стандарту, вимоги якого споживач вважав достатніми, а сертифікат був підписаний тією організацією, якій він довіряє.

Філософія ISO 9000 ґрунтується на економічно ефективному застосуванні «правила довіри», що дозволяє раціональніше використовувати ресурси як кожного підприємства окремо, так і економіки в цілому. Можна вважати, що стандарти систем якості ISO 9000 були впроваджені саме для того, щоб дати підприємствам велику впевненість в постачальниках.

Важливо чітко розділяти два поняття – управління якістю та сертифікація систем якості. Управління якістю – одна з функцій управління підприємством, яка дозволяє реально забезпечувати високий рівень якості продукції та послуг за рахунок розумного управління виробництвом і обслуговуванням. Система управління якістю організована відповідно до специфіки та завданнями конкретного підприємства.

Стандарти ISO 9000 пропонують методику побудови такої системи, яка може бути офіційно сертифікована.

Сертифікація системи якості сама по собі не може забезпечити підвищення якості. Вона всього лише показує іншим суб'єктам ринку, що система якості підприємства організована відповідно до певних вимог і ефективно функціонує, забезпечуючи стабільну і високу якість продукції або послуг підприємства.

Сертифікацію проводять спеціалізовані сертифікаційні організації (або реєстри). Ці реєстри акредитовані при відповідних державних і міжнародних органах стандартизації, що дозволяє забезпечити довіру до видаваних ними сертифікатами.

Наявність сертифіката ISO 9000 є зараз важливим фактором успіху на багатьох ринках або навіть виходу на них. Воно свідчить про належність компанії до цивілізованого ділового світу. Крім того, системи якості багатьох компаній вимагають наявності сертифікованих систем якості у їх постачальників.

Універсальність сімейства стандартів ISO полягає в тому, що вони не пропонують абсолютних вимірних критеріїв якості для кожного окремого виду продукції і послуг (наприклад, необхідних технічних характеристик продукції).

Це було б і неможливо: адже якість є здатністю продукції або послуг задовольняти потреби людей, а потреби дуже різноманітні.

Стандарти сімейства ISO 9000 задають лише методологію функціонування системи якості, яка в свою чергу повинна забезпечувати високу якість продукції та послуг, вироблених підприємством, іншими словами – забезпечувати високу ступінь задоволення споживачів.

Отже, що ж являє собою ISO 9000? Найбільш точним видається така відповідь: ISO 9000 – це схема проведення бізнес-процесів, що забезпечує можливість найвищої якості роботи компанії. Схема ця охоплює всі етапи випуску продукції і надання послуг: закупівля сировини або комплектуючих, аналіз контракту, контроль якості, проектування, створення, обробку, доставку, навчання персоналу, а також обслуговування і підтримку клієнтів. Не позбавлений певного сенсу і жартівливий відповідь: ISO 9000 можна вважати першим всесвітньо визнаним знаком «Зразково-показового ведення господарства».

Тиск, що примушує підприємство здійснити сертифікацію, виходить з боку споживачів, а не законодавчими органами. Чи не найважливішим фактом, що стосується цього стандарту, є те, що багато компаній, особливо в Європі, вимагають реєстрації по ISO 9000 від своїх постачальників товарів і послуг, тобто, простіше кажучи, немає реєстрації за ISO 9000 – не буде укладено контракт. У США, наприклад, ІАБА і Міністерство оборони вимагають від своїх постачальників сертифікації за ISO 9000.

Чи дає ISO 9000 гарантію якості? Зрозуміло ні: ISO 9000 слід розглядати лише як один з багатьох факторів, які необхідно врахувати, приймаючи рішення про укладання договору з постачальником.

### 8.3 Поняття процесного підходу в стандартах ISO 9000 версії 2000 року

Головна мета міжнародних стандартів ISO серії 9000 – встановлення єдиного, визнаного в усьому світі підходу до договірних умов по оцінці систем забезпечення якості і регламентація відносин між покупцем продукції та її постачальником з питань забезпечення якістю продукції. При цьому повинна забезпечуватися жорстка орієнтація на вимоги споживача і закінчуватися задоволенням цих вимог.

Система управління якістю продукції, створена відповідно до стандартів ISO 9000, має задовольняти вимогам до системи контролю і випробувань продукції, сертифікації надійності; системі організацій виробництва; системі управління якістю від проектування до експлуатації.

В кінці 2000 р. нова версія сімейства ISO 9000 була частково опублікована. Передбачається, що система стандартів буде складатися тільки з чотирьох стандартів – ISO 9000, ISO 9001, ISO 9004 та ISO 19011, а так само групи документів супроводжуючих основні документи.

У стандартах ISO 9000-2000 визначено вісім принципів управління якістю для того, щоб найвище керівництво може ними з метою поліпшення діяльності організації. Вони утворюють основу для стандартів на системи менеджменту якості, що входять в сімейство ISO 9000.

1. Орієнтація на споживача. Організації залежать від своїх споживачів, тому вони повинні розуміти їхні поточні та майбутні потреби, виконувати їхні вимоги і прагнути до перевищення їхніх очікувань.

2. Лідерство керівника. Керівники встановлюють єдність мети та напрямів діяльності організації. Їм слід створювати та підтримувати таке внутрішнє середовище, в якому працівники можуть бути повністю залучені до виконання завдань організації.

3. Залучення працівників. Працівники на всіх рівнях становлять основу організації, їх повне залучення дає можливість організації з вигодою використовувати їх здібності.

4. Процесний підхід. Бажаного результату досягають ефективніше, якщо діяльністю та пов'язаними з нею ресурсами управляють як процесом.

5. Системний підхід до менеджменту. Виявлення, розуміння і управління взаємопов'язаними процесами як системи сприяють результативності та ефективності організації при досягненні її цілей.

6. Постійне поліпшення. Постійне поліпшення діяльності організації в цілому слід вважати незмінною метою.

7. Прийняття рішень на підставі фактів. Ефективні рішення приймають на підставі аналізування даних та інформації.

8. Взаємовигідні відносини з постачальниками. Організація і її постачальники є взаємозалежними. Взаємовигідні стосунки підвищують здатність обох сторін створювати цінності.

Одна з особливостей ISO сімейства 9000-2000 складається в процесний підхід, завдяки якому сформований єдиний і осмислений підхід до якості, який відкрив зелене світло стандартам в організації різного профілю незалежно від форм власності, величини, специфіки процесів і ін. Крім компаній-виробників володарями сертифікатів ISO 9000 зможуть стати наукові, навчальні та випробувальні центри, підприємства різних форм сервісу та видів послуг, національні органи по стандартизації, готелі, лікарні, організатори виставок тощо

Принцип процесного підходу свідчить, що результат досягається з більшою продуктивністю, якщо діяльністю та пов'язаними з нею ресурсами управляти як процесом.

Процесний підхід є найбільш важливою особливістю стандартів ISO 9000-2000: кожна виконувана робота має вигляд процесу. Це не випадково, так як концепція процесного підходу становить основу всіх використовуваних в світі методологій вдосконалення організацій.

Всі підрозділи організації повинні бути підпорядковані єдиній меті і функціонувати як одна команда.

Процеси повинні діяти у всіх підрозділах організації, а не тільки в не безпосередньо пов'язаних з виготовленням продукції або наданням послуги. Весь комплекс процесів слід розглядати як єдину систему, жоден з елементів якої не існує ізольовано.

Необхідно забезпечувати керований вплив на процес, а не на результат. Кожен процес має бути ідентифікований, спланований і повинен мати відповідального за його функціонування і відповідність вихідних результатів запланованим.

У процесі планування ідентифікуються споживачі і визначаються їхні потреби, уточнюються вимоги до постачальників і матеріалів, що постачаються, розробляються системи контролю і зворотного зв'язку.

Процес повинен бути керованим, тобто підтримуватися в стані, що дозволяє виконувати всі вимоги до нього і його результатами. Для успішного управління процесами необхідно:

- виявити сукупність процесів, необхідних для розробки СМЯ;
- встановити послідовність, взаємозв'язки і взаємодії процесів в системі;
- призначити керівника кожного процесу;
- визначити замовників і споживачів кожного з процесів;
- встановити та узгодити з споживачами процесів вимоги до характеристик вихідного продукту (результативності процесу);
- встановити та узгодити з постачальниками вимоги до характеристик входів процесу (зміст, забезпечення ресурсами, закупівлі);
- визначити параметри процесів, які повинні перетворити вхідні дані від постачальників у вихідний продукт, що відповідає вимогам споживачів;

- визначити етапи кожного процесу і їх послідовність;
- забезпечити функціонування процесів і можливість управління ними;
- вбудувати систему вимірювань параметрів процесу, відповідну встановленим вимогам;
- визначити зміст записів по етапах кожного процесу;
- налагодити зворотний зв'язок між процесом і споживачами, процесом і постачальниками;
- визначити порядок внесення змін.

Під час реалізації процесів повинні здійснюватися їх поліпшення – постійні, циклічні дії, спрямовані на підвищення їх результативності та ефективності. Ці дії включають, перш за все, виконання етапів циклу PDCA. Особлива увага повинна бути приділена адаптивності процесів, що забезпечують їх пристосованість до змін.

Важливо відзначити, що для кожного процесу організації повинні бути визначені операції та виявлено ризики, їх наслідки, розподілені обов'язки, відповідальність і повноваження, необхідні для забезпечення максимального ступеня результативності та ефективності процесів. Кожна організація самостійно визначає перелік процесів, що становлять СМЯ, на підставі вимог споживачів, законодавства, характеру діяльності організації та її корпоративної стратегії.

#### **8.4 Роль Європейського союзу в розвитку систем якості**

Рух до високої якості продукції та послуг, а також до вдосконалення самого забезпечення якості в Європі особливо активно почалося в 80-х роках ХХ ст.

Необхідно відзначити велику і цілеспрямовану діяльність країн Західної Європи по підготовці до створення єдиного європейського ринку, вироблення єдиних вимог і процедур, здатних забезпечити ефективний обмін товарами і робочою силою між країнами.

Важливе місце в цій діяльності займають спеціальні асоціації або організації, що здійснюють координацію в масштабах регіону. У процесі підготовки до відкритого загальноєвропейського ринку, проголошеному з 1 січня 1993 року, були вироблені єдині стандарти, єдині підходи до технологічних регламентів, гармонізовані національні стандарти на системи якості, створені на основі стандартів ISO серії 9000, введені в дію їх європейські аналоги – EN серії 29000. Саме в Європі були основані провідні організації, що займаються сертифікацією на відповідність ISO 9000 – TUV Cert, BVGI, DNV, Lloyd Register. Зазначені стандарти повинні стати гарантими високої якості, захистити мільйони споживачів від

низькосортної продукції, стимулювати виробників до нових досягнень в області якості.

Для стабільного функціонування європейського ринку продукція, що поставляється повинна бути сертифікована незалежною організацією. Крім сертифікації продукції здійснюється акредитація випробувальних лабораторій і працівників, які здійснюють контроль і оцінку якості продукції. Центральний аспект їх діяльності – контроль за задоволенням вимог споживача і вирішення конфліктів, які виникають між виробником і постачальником продукції. В останні роки компанії здійснюють ще більш інтенсивну політику в сфері підвищення якості продукції, а процеси піддаються більш жорсткому контролю.

Якість стало фактором забезпечення конкурентоспроможності європейських стан. Для реалізації такої стратегії потрібні були:

- 1) єдині законодавчі вимоги (директиви);
- 2) єдині стандарти;
- 3) єдині процеси перевірки, щоб переконатися, що фірма відповідає вимогам ринку.

У 1985 р прийнята нова концепція гармонізації стандартів, введені вимоги щодо забезпечення безпеки і надійності, але ці вимоги є рекомендаційними. У той же час забезпечення єдиних вимог має велике значення. Тому Європа орієнтується на основні стандарти ISO 9000 та EN 29000.

Утворені Європейський координаційну раду з випробувань і сертифікації і Європейський комітет з оцінки та сертифікації систем якості. До складу комітету входять організації з сертифікації Великобританії, Швейцарії, ФРН, Австрії, Данії, Швеції,

Франції, Іспанії, Португалії, Греції, Голландії, Бельгії, Фінляндія, Норвегії, Ірландії та Італії. Головне завдання проведеної роботи – повністю задовольнити запити мільйонів споживачів єдиного європейського ринку з найменшими витратами.

Європейський ринок ставить серйозні завдання перед фірмами інших країн, що мають намір потрапити на нього. Для того щоб вистояти в конкурентній боротьбі, найбільші фірми Європи поєднують зусилля для вибору сучасних форм і методів управління якістю продукції, пов'язують з їх впровадженням гарантію високої якості продукції. А вона, як відомо, включає стабільну технологію, належну систему підтримки технологічної точності обладнання і оснастки, метрологічні засоби контролю і випробувань продукції, ефективну систему підготовки кадрів.

У вересні 1988 р президенти 14 найбільших фірм Західної Європи підписали угоду про створення Європейського фонду управління якістю (ЄФУЯ).

Область діяльності Європейського фонду управління якістю:

1) підтримувати керівництво західноєвропейських компаній в прискоренні процесу створення якості для досягнення переваг загальної конкуренції;

2) стимулювати і, де це необхідно, допомагати всім сегментам західноєвропейського співтовариства брати участь в діяльності щодо поліпшення якості та зміцненню культури європейської якості.

ЄФУЯ спільно з Європейською організацією з якості (ЕОК) заснував Європейську премію за якістю, яка, починаючи з 1992 р присуджується кращим фірмам.

*Відмінними рисами європейського підходу до вирішення проблем якості є:*

- законодавча основа для проведення всіх робіт, пов'язаних з оцінкою і підтвердженням якості;

- гармонізація вимог національних стандартів, правил і процедур сертифікації;

- створення регіональної інфраструктури і мережі національних організацій, уповноважених проводити роботи з сертифікації продукції та систем якості, акредитації лабораторій, реєстрації фахівців або якості.

Слід визнати, що коли мова заходить про досягнення в області менеджменту якості в загальнонаціональному і навіть глобальному масштабах, то, як правило, згадуються Японія і США. Однак ми спостерігаємо явне зміщення центру генерації нових ідей і підходів в області менеджменту якості в Європу. Причому зсув це відбувається на базі концепції Європейської моделі досконалості. Європа вже давно, з 1987 р, пропонує всім підприємствам, зацікавленим у поліпшенні якості своєї продукції, побудувати Систему Менеджменту Якості відповідно до міжнародних стандартів ISO серії 9000, що увібрав в себе кращий досвід управління підприємствами за якістю, і сертифікувати її.

Для фахівців багатьох компаній, особливо працюючих в Європі, дедалі очевиднішою стає взаємозв'язок результатів бізнесу з підходом до вирішення проблеми якості на базі постійного руху до досконалості системи внутрішньофірмового менеджменту. Багаторазово повторювалася думка про те, що освоєння системи якості на базі ISO серії 9000 (навіть нової версії) являє собою нехай дуже важливий, але лише найперший і найбільш простий крок на шляху створення ефективної та результативної системи менеджменту, що веде до досконалості компаній і їх успіху .

На 45-му Конгресі ЕОК президент цієї організації Р. Делл Анна озвучив нове бачення проблеми якості, а також концептуальну особливість європейського підходу до її вирішення на досить тривалу перспективу. Головними принципами європейського підходу до проблеми якості були названі:

- 1) виграш тільки на основі спільних зусиль;

- 2) побудова загального успіху;

- 3) використання різноманітності.



Перший принцип підкреслює переваги співпраці перед конкуренцією як способу раціональної поведінки на сучасному (принаймні, європейському) ринку в умовах глобалізації. Слід сказати, що акцент на співпрацю європейських компаній є відмінною рисою європейського підходу до якості. Схоже, що люди втомилися від поклоніння конкуренції як ідолу вільної ринкової економіки і стали віддавати данину цивілізованій співпраці і кооперації виробників. Це особливо важливо в контексті підвищення регіональної (європейської) ефективності і результативності економічної діяльності.

Другий принцип пов'язаний з усвідомленням необхідності деякого компромісу між традиційним європейським індивідуалізмом, особистими амбіціями і доцільністю колективних зусиль для досягнення успіху Європи в цілому.

Третій принцип відображає найважливіше джерело майбутнього успіху Європи: різноманітність культур і традицій окремих країн і компаній. На переконання керівництва ЕОК, різноманітність в Європі істотно перевершує аналогічні соціальні індикатори в інших загальноєвропейських центрах світової економічної активності (Північна і Латинська Америки, Японія, Австралія і Океанія), і саме воно є кореневою основою конкурентоспроможності та потенціалу Європи.

Таким чином, новий європейський підхід до проблеми якості базується на єдності наступних: конкуренція і співробітництво; однаковість (стандартизація, регламентація, в тому числі і за допомогою стандартів ISO серії 9000) і різноманітність. Причому акцент в європейському розвитку робиться на останні компоненти цих пар.

У середовищі фахівців наш час часто називають не інакше як революція якості. Ми вже звикли до величезного потоку ідей і літератури по цій темі з США і Японії. Тим легше усвідомлювати, що саме Європа стає найсильнішим джерелом нових ідей і проектів в області менеджменту якості.

*Таблиця 8.1 – Порівняння підходів до якості*

Західний підхід (США, Європа)	Східний підхід ( Японія)
Якість засновується на низькому рівні цін	Якість засновується на низькому рівні дефектів
Перша мета – прибуток, якість – категорія випадкова	Перша мета – якість, прибуток не забариться послідувати
З питань якості покупці повинні просити згоди постачальника	Згода з вимогами покупця з питань якості
Загальні ідеї щодо якості	Суворі політика якості до кожного предмету

## 9 СТАНДАРТИЗАЦІЯ В УКРАЇНІ

### 9.1 Загальні відомості про стандартизацію

Весь історичний розвиток людства супроводжується принципами стандартизації. Необхідність спільного співіснування в суспільстві привело до узгодження норм поведінки, обрядів, традицій, появи мови, одиниць вимірювання та ін.

Жодне суспільство не може існувати без технічного законодавства та нормативних документів, які регламентують правила, процеси, методи виготовлення та контролю продукції, а також гарантують безпеку життя, здоров'я і людей та навколишнього середовища. Стандартизація якраз і є тією діяльністю, яка виконує ці функції.

Розрізняють стандартизацію фактичну і стандартизацію офіційну.

Фактична стандартизація виникла у далекій давнині. Писемність, система числення, грошові одиниці, міри і ваги, літочислення, землеволодіння, архітектурні стилі, різні гіпотези і теорії, громадські й карні кодекси, законів про працю, міжнародні звичаї й конвенції, взагалі всі закони і моральні норми, правила співжиття і багато іншого— все це прояви фактичної стандартизації. Вона розвивалася поступово, її успіхи сприяли культурному, науково-технічному і економічному прогресу на всіх рівнях цивілізації, причому для стандартизації вища мета ніколи не була дуже високою.

Характерна особливість стандартизації полягає в тому, що сфера дії, галузі застосування і рівень її розвитку практично необмежені. Немає сфери діяльності людини, де б не була потрібна стандартизація. Вона зачіпає інтереси людей всіх професій і віку.

Офіційна стандартизація, завжди завершується випуском стандартів, еталонів або інших нормативно-технічних документів, що мають цілком визначну форму, систему індексації, порядок затвердження і характеристики, ступінь зобов'язання, терміни дії та ін.

Стандартизація в техніці є своєрідним відображенням об'єктивних законів еволюції технічних засобів і матеріалів. Вона не є вольовим актом, який нав'язується технічному прогресу ззовні, а впливає як неминучий наслідок відбору засобів, методів і матеріалів, що забезпечують високу якість продукції на даному рівні розвитку науки і техніки. З роками з'являються нові методи виробництва і матеріали, що веде до заміни старих стандартів новими. В цьому безперервному процесі головна мета її полягає в тому, щоб на будь-якому етапі економічного розвитку суспільства створювати якісні вироби при масовому їх виготовленні.

Таким чином, об'єктивні закони розвитку техніки і промисловості неминуче ведуть до стандартизації, яка є запорукою найвищої якості продукції, що може бути досягнута на даному історичному етапі. Завдяки

стандартизації суспільство має можливість свідомо керувати своєю економічною і технічною політикою, домагаючись випуску виробів високої якості.

В умовах науково-технічного прогресу стандартизація є унікальною сферою суспільної діяльності. Вона синтезує в собі наукові, технічні, господарські, економічні, юридичні, естетичні і політичні аспекти. В усіх промислово розвинених країнах підвищення рівня виробництва, покращення якості продукції і ріст життєвого рівня населення тісно пов'язані з широким використанням стандартизації.

## **9.2 Основні терміни та їх визначення з стандартизації**

*Стандартизація* – діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері, результатом якої є підвищення ступеня відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усуненню бар'єрів у торгівлі і сприянню науково-технічному співробітництву.

Міжнародна стандартизація – стандартизація, що проводиться на міжнародному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів усіх країн.

Регіональна стандартизація – стандартизація, що проводиться на відповідному регіональному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів країн повного географічного та економічного простору.

Національна стандартизація – стандартизація, що проводиться на рівні однієї країни.

Орган стандартизації – орган, що займається стандартизацією, визнаний на національному, регіональному чи міжнародному рівні, основними функціями якого є розроблення, схвалення чи затвердження стандартів.

Об'єкт стандартизації – предмет (продукція, процес, послуга), який підлягає стандартизації і для якого розробляються ті чи інші вимоги, характеристики, параметри, правила та ін. Стандартизація може стосуватись об'єкта взагалі, або його окремих складових. Причому названий термін однаково стосується будь-якого обладнання, матеріалу, компонента або системи, а також правила, процедури, функції, методу чи діяльності.

Нормативний документ (НД)- документ, який установлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результатів. Цей термін охоплює такі поняття як «стандарт», «кодекс ustalеної практики» та «технічні умови».

Консенсус – загальна згода, яка характеризується відсутністю серйозних заперечень по суттєвих питаннях у більшості заінтересованих сторін та досягається в результаті процедури, спрямованої на врахування думки всіх сторін та зближення розбіжних точок зору.

Стандарт – документ, що встановлює для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості у повній галузі, розроблений у встановленому порядку на основі консенсусу.

Міжнародний та регіональний стандарти – стандарти, прийняті відповідно міжнародним та регіональним органом стандартизації.

Національні стандарти – державні стандарти України, прийняті центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації та доступні для широкого кола користувачів.

Кодекс ustalenoї практики (звід правил) – документ, що містить практичні правила чи процедури проектування, виготовлення, монтажу, технічного обслуговування, експлуатації обладнання, конструкцій чи виробів. Кодекс ustalenoї практики може бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

Технічні умови – документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

Технічний регламент – нормативно-правовий акт, прийнятий органом державної влади, що встановлює технічні вимоги до продукції, процесів чи послуг безпосередньо або через посилання на стандарти чи відтворює їх зміст.

Технічна документація на продукцію – сукупність документів, яка необхідна і достатня для безпосереднього використання на кожній стадії життєвого циклу продукції. До неї належить конструкторська, технічна та проектна документація. Технічну документацію поділяють на вихідну, робочу та інформаційну.

Конструкторська документація – сукупність конструкторських документів, які залежно від їх призначення містять дані, що потрібні для розробки, виготовлення, контролю, приймання, постачання, експлуатації та ремонту виробу. Порядок розробки, оформлення та передачі конструкторської документації в різні інстанції встановлено комплексом стандартів Єдиної системи конструкторської документації.

Технологічна документація – сукупність технологічних документів, які визначають технологічний процес. Порядок розробки, оформлення та обертання технологічної документації на вироби базується на конструкторській документації, обумовленій комплексом стандартів Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД).

Технологічність продукції – властивість продукції, що характеризує її якість, та пристосування до виробництва у потрібному обсязі. Показниками технологічності продукції можуть бути, наприклад,

енергоємність, матеріалоємність, тривалість виробничого циклу, собівартість, трудомісткість.

Науково-технічна документація – сукупність конкретних технічних вимог (правил), законодавчих положень про захист життя і здоров'я людини, охорону навколишнього середовища, забезпечення прав споживача, а також встановлення порядку нагляду за виконанням цих вимог. Останні повинні враховувати соціально-економічні умови та досягнутий рівень науково-технічного розвитку виробництва.

Безпека – відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання будь-якої шкоди.

Сумісність – придатність продукції, процесів, послуг до спільного використання, що не викликає небажаних взаємодій, за заданих умов для виконання встановлених вимог.

Взаємозамінність – придатність одного виробу, процесу, послуги для використання замість іншого виробу, процесу, послуги з метою виконання тих же вимог.

Уніфікація – вибір оптимальної кількості різновидів продукції, процесів, послуг, значень їх параметрів та розмірів.

Охорона навколишнього природного середовища – комплекс міжнародних, державних, регіональних заходів (адміністративних, господарських, політичних та громадських) щодо підтримування параметрів функціонування природних систем (фізичних, хімічних і біологічних) в межах, що забезпечують здоров'я та добробут людини.

### **9.3 Організація роботи зі стандартизації в Україні**

Правові та організаційні засади стандартизації в Україні встановлює Закон України «Про стандартизацію», прийнятий Верховною Радою і підписаний Президентом України 17 травня 2001 року.

Закон регулює відносини, пов'язані з діяльністю у сфері стандартизації та застосуванням її результатів, і поширюється на суб'єкти господарювання незалежно від форми власності та видів діяльності, органи державної влади, а також на відповідні громадські організації.

Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації організовує, координує та провадить діяльність щодо розроблення, схвалення, прийняття, перегляду, зміни, розповсюдження національних стандартів відповідно до цього Закону і як національний орган стандартизації представляє Україну в міжнародних та регіональних організаціях із стандартизації.

Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації виконує такі основні функції:

- забезпечує реалізацію державної політики у сфері стандартизації;

- вживає заходів щодо гармонізації розроблюваних національних стандартів
- з відповідними міжнародними (регіональними) стандартами;
- бере участь у розробленні та узгодженні технічних регламентів та інших нормативно-правових актів з питань стандартизації;
- встановлює правила розроблення, схвалення, прийняття, перегляду, зміни та втрати чинності національних стандартів, їх позначення, класифікації за видами та іншими ознаками, кодування та реєстрації;
- вживає заходів щодо виконання зобов'язань, зумовлених участю в міжнародних (регіональних) організація стандартизації;
- співпрацює у сфері стандартизації з відповідними органами інших держав;
- формує програму робіт із стандартизації та координує її реалізацію;
- приймає рішення щодо створення та припинення діяльності технічних комітетів стандартизації, визначає їх повноваження та порядок створення;
- організовує створення і ведення національного фонду нормативних документів та національного центру міжнародної інформаційної мережі ISONET WTO;
- організовує надання інформаційних послуг з питань стандартизації.

Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації може виконувати інші функції та повноваження згідно із законами України.

Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації вносить подання до Кабінету Міністрів України щодо делегування повноважень стосовно організації розроблення, схвалення, прийняття, перегляду та зміни національних стандартів у галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів центральному органу виконавчої влади в цій сфері діяльності.

#### **9.4 Мета, основні принципи та методи стандартизації**

Метою стандартизації є:

- реалізація єдиної технічної політики у сфері стандартизації, метрології й сертифікації;
- захист інтересів споживачів і держави;
- забезпечення якості продукції на підставі досягнень науки й техніки;
- забезпечення уніфікації, сумісності, взаємозамінності та надійності виробів;

- раціональне використання ресурсів і підвищення техніко-економічних показників виробництва;
- безпека об'єктів господарської діяльності, запобігання аварій та катастроф;
- створення нормативної бази функціонування системи стандартизації та сертифікації продукції;
- конкурентоспроможність продукції та вихід на світовий ринок;
- впровадження сучасних виробничих та інформаційних технологій;
- сприяння забезпеченню обороноздатності та мобілізаційної готовності України.

Державна політика у сфері стандартизації базується на таких принципах:

- врахування рівня розвитку науки й техніки, екологічних вимог, економічної доцільності та ефективності виробничих процесів, безпеки споживача й України;
- гармонізація нормативних документів з міжнародними та стандартами інших країн;
- відповідності стандартів законодавству України;
- забезпечення участі фізичних і юридичних осіб в розробленні стандартів та вільного вибору ними видів стандартів при виробництві чи постачанні продукції, якщо інше не передбачено законодавством;
- відкритості та прозорості процедур розроблення і прийняття стандартів з урахуванням інтересів усіх заінтересованих сторін, підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників;
- доступності стандартів та інформації щодо них для користувачів;
- адаптації до сучасних досягнень науки і техніки з урахуванням стану національної економіки;
- пріоритетності прямого впровадження в Україні міжнародних та регіональних стандартів;
- дотримання міжнародних та європейських правил і процедур стандартизації;
- участі у міжнародній (регіональній) стандартизації;
- застосування інформаційних систем і технологій у галузі стандартизації.

Основними методами стандартизації є уніфікація, типізація та симпліфікація.

*Уніфікація* полягає у раціональному скороченні кількості типів, видів і розмірів об'єктів однакового функціонального призначення. Наприклад, уніфікація велосипедів може зводитись до розроблення та виготовлення таких типів велосипедів, як звичайний, спортивний, спеціальний (одно- та багатоколісний, для інвалідів тощо). Всі перелічені типи велосипедів можна поділити на підтипи: чоловічий, жіночий, підлітковий, дитячий

тощо. За такою класифікацією у виробництві велосипедів було би 3 типи х 4 підтипи = 12 типорозмірів, які в основному могли б задовольнити всі потреби споживачів. У разі відсутності уніфікації кожний виробник велосипедів буде прагнути до випуску також 12 типорозмірів велосипедів, щоб задовольнити попит, але кожний іншої (своєї) конструкції. Така ситуація зумовлює знаходження у експлуатації 12 х  $n$  типорозмірів велосипедів, де  $n$  – кількість велосипедних підприємств, що розробляють і виготовляють велосипеди.

Це, з одного боку забезпечує широкий асортимент велосипедів, але їх вартість та експлуатація обійдуться споживачам значно дорожче ніж у першому випадку, оскільки буде відповідно нижчою серійність їх виготовлення, більший асортимент запасних частин, нижча якість через відсутність дорогого спеціального, але високопродуктивного устаткування та спорядження.

Залежно від застосування розрізняють заводську (фірмову), галузеву, міжгалузеву, державну та міждержавну (міжнародну) уніфікацію. На базі уніфікації організовують відповідне кооперування та інтегрування виробництва виробів. Найбільший техніко-економічний ефект забезпечує міжнародна та державна уніфікація, що дають змогу отримувати вироби з найменшою вартістю.

Кінцевим результатом уніфікації є розроблення та затвердження відповідних стандартів на вироби. Як приклади уніфікації можна навести чинні сьогодні стандарти для кріпильних виробів (болтів, гайок, гвинтів, шпильок, шайб тощо), труб, трубопровідної арматури (кранів, клапанів, вентилів, трійників, кутників, муфт тощо), редукторів, електродвигунів, моторів та генераторів, пневмо - та гідродвигунів (камер, циліндрів тощо), ланцюгів, ременів, шпонок, заготовок тощо.

*Типізація* полягає у розробленні типових (за видом, формою, конструкцією, розмірами тощо) предметів праці, виробів, устаткування тощо, а також технологічних процесів їх виготовлення. Наприклад, типова конструкція вала може бути східчастим валом, що має різні поверхні (циліндричні, квадратні, конічні тощо), виточення, пази (шпонкові, шліцьові, торцеві тощо), різьбові (зовнішні, внутрішні, метричні, конічні тощо). Добором заданої комбінації поверхонь та їх розмірів, шорсткості поверхонь, матеріалу, способу термооброблення, покриття тощо, відкидаючи всі інші і поверхні із типової конструкції, отримують вал заданої конструкції, розмірів тощо. Маючи технологічний процес виготовлення типового вала, аналогічно (добором операцій оброблення заданих поверхонь) отримують технологічний процес оброблення заданого вала.

Як типові заготовки чи деталі у машинобудуванні найпоширенішими є вали, корпуси, кришки, фланці, зубчасті колеса, шківни, важелі, втулки, циліндри, хитуни (гонки), осі тощо. Як типову можна прийняти будь-яку конструкцію заготовки, деталі, вузла, машини, якщо передбачити виготовлення їх за розмірами заданого ряду (від найменшого до



найбільшого). Тоді кожен такий виріб заданого розміру називають типорозміром. Наприклад, для кулькового радіального підшипника (вальниці) кожного розміру заданої конструкції (типу) присвоюють відповідний номер (типорозмір).

Для типізації будь-яких виробів спочатку їх класифікують, добирають типові представники для окремих класів (груп) виробів, що мають найбільшу кількість спільних ознак, характерних для виробів заданого класу (групи).

*Симпліфікація* полягає у зменшенні типів виробів заданої номенклатури до кількості, достатньої для задоволення потреб у заданий термін.

Симпліфікацію можна вважати частковою чи короткотерміною уніфікацією.

*Спеціалізація* — зосередження на певних підприємствах виготовлення обмеженої кількості типів виробів. Залежно від об'єктів спеціалізація буває предметною та технологічною.

*Метрологічні об'єкти стандартизації* – це правила й норми трудової діяльності для досягнення єдності та певної точності вимірювань.

## 9.5 Стандарти та їх застосування

Стандарти застосовуються на добровільних засадах, якщо інше не встановлено законодавством.

Стандарти застосовуються безпосередньо чи шляхом посилання на них в інших документах.

Застосування стандартів чи їх окремих положень стає обов'язковим:

- для всіх суб'єктів господарювання, якщо це передбачено в технічних регламентах чи інших нормативно-правових актах;
- для учасників угоди (контракту) щодо розроблення, виготовлення чи постачання продукції, якщо в ній (ньому) є посилання на певні стандарти;
- для виробника чи постачальника продукції, якщо він склав декларацію про відповідність продукції певним стандартам чи застосував позначення цих стандартів у її маркуванні;
- для виробника чи постачальника, якщо його продукція сертифікована щодо дотримання вимог стандартів.

Міжнародні (регіональні) стандарти та стандарти інших країн, якщо їх вимоги не суперечать законодавству України, можуть бути застосовані в Україні в установленому порядку шляхом посилання на них у національних та інших стандартах.

Стандарти, застосовані під час виготовлення продукції, повинні зберігатися у виробника протягом 10 років після випуску останнього виробу даного виду продукції.

Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації має право встановлювати знак відповідності продукції національним стандартом.

Національний знак відповідності продукції національним стандартам – знак, який засвідчує відповідність позначеної ним продукції всім вимогам стандартів, які поширюються на цю продукцію.

Опис та правила застосування національного знака відповідності продукції національним стандартам встановлюються центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації. Відповідність продукції національним стандартам добровільно підтверджується у порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації.

## 9.6 Види стандартів

За об'єктами стандартизації стандарти поділяють на три групи: стандарти на властивості, методи та засоби (рис. 9.1). Перші регламентують властивості предметів і засобів праці, виробів, вимірювальних і контрольних засобів тощо. Ці стандарти містять основні характеристики та показники якості об'єктів стандартизації (розміри, масу, матеріали, якість поверхонь, метрологічні характеристики, вид живлення, потужність тощо). Стандарти на методи містять вимоги до способів виготовлення, випробування та контролювання, добирання оптимальних режимів роботи устаткування, вимірювальних інструментів тощо. За допомогою наведених у них вимог перевіряють геометричні розміри виробів. їх фізичні та хімічні властивості, склад матеріалів, якість поверхонь тощо.

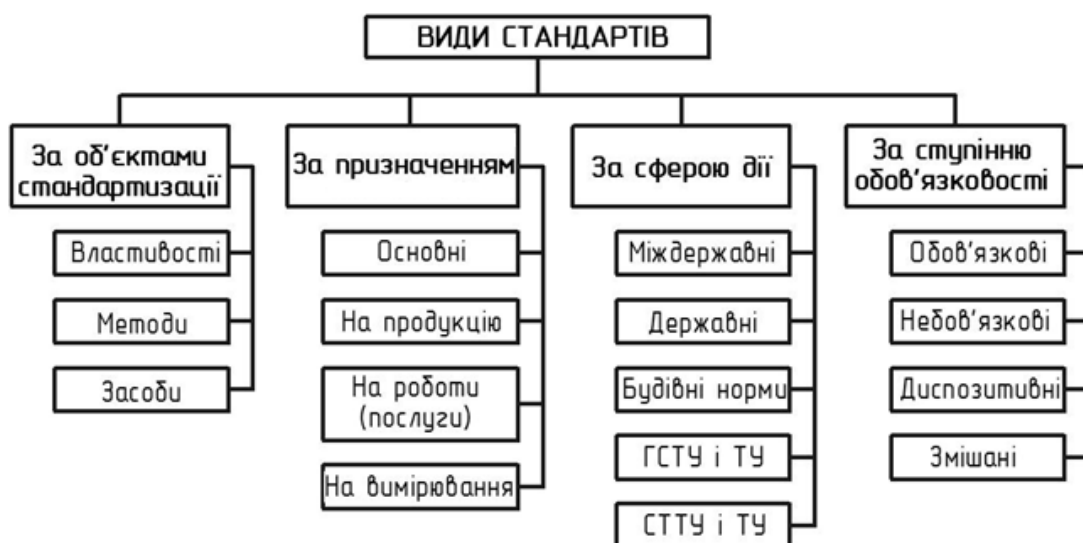


Рисунок 9.1 – Види стандартів в Україні

Встановлені в стандартах єдині норми, правила, позначення, одиниці фізичних величин, поняття тощо спрощують і здешевлюють організацію та виконання робіт в усіх галузях науки, техніки та господарської діяльності (наприклад, єдині правила та вимоги до оформлення конструкторських, технологічних, технічних, нормативних документів).

Залежно від призначення стандарти бувають: основні (загальні чи засадові), на продукцію, роботи (послуги) та методи вимірювання та контролювання.

Основні стандарти встановлюють організаційно-методичні та загальнотехнічні вимоги для визначеної галузі стандартизації, а також терміни та визначення, загальнотехнічні вимоги та правила, норми, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок та взаємопогодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розроблення, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, охорону навколишнього природного середовища.

Стандарти на терміни та визначення всіх категорій, крім державних, до їх затвердження підлягають погодженню з центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації.

Стандарти на продукцію, послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або конкретної продукції, послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню. Стандарти на процеси встановлюють основні вимоги до послідовності та методів (засобів, режимів, норм) виконання різних робіт (операцій) у процесах, що використовуються у різних видах діяльності та які забезпечують відповідність процесу його призначенню.

Стандарти на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) встановлюють послідовність робіт, операцій, способи (правила, режими, норми) і технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг.

Залежно від сфери дії стандарти поділяють на міждержавні (міжнародні чи міжнаціональні), які розроблені міжнародними організаціями (ISO, ІЕСС); державні стандарти України (ДСТУ), які розроблені та прийняті компетентними державними організаціями України; стандарти підприємств і фірм (ТУ), які приймаються їх керівниками та зареєстровані компетентними органами чи організаціями зі стандартизації.

Очолює всі роботи зі стандартизації, метрології та сертифікації продукції Державний Комітет зі стандартизації, метрології та сертифікації України (Держстандарт України).

*Державним* називають національний стандарт, який затверджений Держстандартом України. Міжнародні чи міждержавні стандарти також можуть бути результатом уніфікації чи гармонізації державних стандартів на підставі відповідних угод.

Чинність стандартів розповсюджується на виробників продукції чи виробів, відповідно до компетенції організації, що прийняла стандарт і всіх споживачів, які використовують чи споживають об'єкти стандартизації незалежно від їх підпорядкування. В окремих випадках згідно рішення чи ухвали компетентної державної організації зі стандартизації може бути обмежена чи, навпаки, розширена чинність окремих стандартів на виробників і споживачів відповідних галузей господарської діяльності. Наприклад, чинність державних загальнотехнічних стандартів обов'язкова для всіх виробників і споживачів продукції, що застосовують загальнотехнічні норми, правила, предмети тощо. Чинність стандартів міжнародних організацій має бути підтверджена Держстандартом України. Для цього щорічно видають показники (каталоги) чинних в Україні нормативних документів і стандартів.

Продукція, що виготовлена згідно стандартів підприємств чи фірм, які не погоджені з компетентною державною організацією зі стандартизації та сертифікації, може бути допущена тільки для внутрішнього (у межах підприємства чи фірми) використання чи споживання. Наприклад, креслення заготовок, деталей, вузлів; технічні вимоги до окремих спеціальних матеріалів, технологічні інструкції тощо є стандартами підприємств, які оформляють згідно вимог чинних державних стандартів, але самі об'єкти стандартизації можуть виготовлятися тільки для внутрішнього використання чи споживання. Для розширення їхньої чинності за межі підприємства чи фірми потрібне відповідне погодження із зовнішніми споживачами та компетентними державними організаціями зі стандартизації.

Галузеві стандарти (ГСТУ) розробляють у разі відсутності ДСТУ чи обґрунтованої необхідності встановлення в них вищих чи додаткових вимог порівняно з вимогами державних стандартів.

Стандартні технічні умови (СТТУ) розробляють у разі необхідності розповсюдження та впровадження узагальнених результатів прикладних досліджень. СТТУ (чи ТУ) — це документ, що регулює стосунки між постачальником і споживачем продукції, для якої відсутні ДСТУ і ГСТУ.

Будівельні норми — нормативні документи, які встановлюють загальні принципи, правила, норми й характеристики в галузі будівництва. Всі стандарти підлягають реєстрації в Держстандарті України або у територіальних його органах.

Технічна документація на продукцію — сукупність документів, які необхідні й достатні для здійснення кожної стадії життєвого циклу (створення, виготовлення, використання, ремонтування та зберігання) продукції. Розрізняють конструкторську, проектну, технологічну, вихідну, робочу, інформаційну та науково-технічну документацію.

Науково-технічна документація — сукупність технічних вимог, законодавчих положень щодо захисту, життя й здоров'я людей, охорону довкілля, забезпечення прав споживача, а також встановлення правил нагляду за її виконанням.

За ступенем обов'язковості стандарти поділяють на:

- обов'язкові для виконання, тобто такі, що приймаються урядом або, за його дорученням, державними органами — Держстандартом України, Мінбудом України тощо; їм надається статус державних документів; до таких документів належать стандарти з безпеки праці, охорони навколишнього середовища, ресурсозберігання, а також технічної спільності та взаємозамінності виробів;
- необов'язкові для виконання (рекомендовані), тобто такі, чинність яких поширюється на продукцію, що є в оптовій торгівлі; дотримання вимог таких стандартів контролюється ринком; окрім того, необов'язковими мають бути організаційно-методичні стандарти;
- диспозитивні стандарти, які в принципі не є обов'язковими, але стають такими за умови згоди між замовником (покупцем) та постачальником (продавцем, виробником); тоді вони можуть бути схвалені, чи прийняті на різних рівнях;
- змішані, тобто стандарти, окремі норми яких можуть бути обов'язковими, необов'язковими та диспозитивними.

Подібні градації обов'язковості можуть використовуватися й для інших нормативних документів. Ступінь обов'язковості кожного з них встановлюється його розробником.

## 9.7 Державна стандартизація в Україні

Україна має понад двохсотрічний досвід робіт зі стандартизації та суміжних видів діяльності. За цим показником Україна не відставала від розвинених країн світу, але у роки залежності та роздрібненості, відсутності незалежної держави на деякий час втратила передові позиції. Після здобуття незалежності, у дев'яностих роках ХХ століття, Україна робить спробу повернути втрачене.

Ще в 1764 році Конституцією Польщі на Правобережній Україні та Галичині запроваджено загальнодержавні одиниці довжини, маси та об'єму; у 1785 році Австрійським спеціальним Декретом створено Інспекторат мір і ваг при Галицькому намісництві, у 1871 році запроваджені метричні міри на території Галичини, у 1875 році Австрією прийнято Закон про створення Органу державного метрологічного нагляду з центром у місті Львові. Та тільки у 1901 році в місті Харкові відкрито першу палату мір, а у 1902 році такі палати відкрито у містах Києві, Катеринославі (Дніпропетровську чи Січеславі), Одесі. У 1922 році створено Українську Головну Палату Мір та Ваг з її місцевими органами, а у 1971 році — організацію Українського республіканського управління Держстандарту СРСР. Після відновлення незалежної України у 1991 році

створено Державний комітет УРСР зі стандартизації, метрології та якості продукції, а у 1992 році -- Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України), який розробив і затвердив Концепцію державної системи стандартизації України та очолив її реалізацію.

З 1993 року Україна стала повноважним членом Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) та Міжнародної електротехнічної комісії (IEC), членом-кореспондентом Міжнародної організації законодавчої метрології, Європейського комітету зі стандартизації, членом Міжнародної інформаційної мережі, приєдналася до Кодексу добродійної практики щодо розроблення та використання стандартів Європейського комітету зі стандартизації тощо. Україна взяла на себе зобов'язання щодо наближення законодавства, стандартів, норм, правил і сертифікації до європейських, у рамках договору з Європейським Союзом. Для цього розробляється та реалізується багато державних і галузевих програм зі стандартизації, які стимулюють іноземні Інвестиції, підвищують конкурентоспроможність української продукції. Для координації цих робіт при Президентові України створена Національна Рада з питань якості продукції, головним завданням якої є участь України у міжнародній торгівлі.

Схема структури державної системи стандартизації України зображена на рис. 9.2.

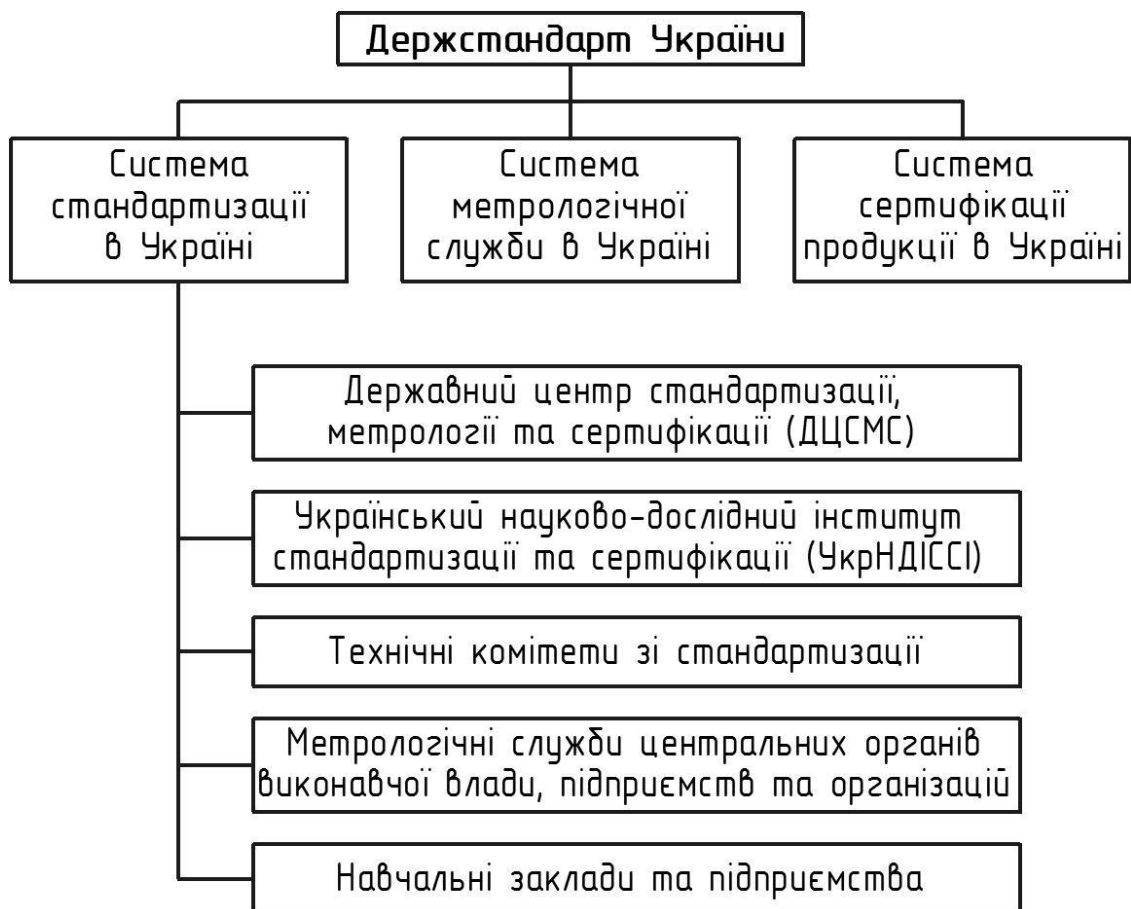


Рисунок 9.2 – Схема державної системи стандартизації в Україні

Найвищим національним органом державної системи стандартизації є Держстандарт України, а в галузі будівництва та виробництва промислових будівельних матеріалів – Держбуд України. У структурі Держстандарту України налічується 35 центрів стандартизації та метрології, включно: 26 обласних – Білоцерківський, Вінницький, Волинський, Дніпропетровський, Донецький, Житомирський, Закарпатський, Запорізький, Івано-Франківський, Кіровоградський, Кримський, Луганський, Львівський, Миколаївський, Одеський, Полтавський, Рівненський, Сумський, Тернопільський, Український науково-виробничий Центр стандартизації, метрології та сертифікації, Харківський» Херсонський, Хмельницький, Черкаський, Чернігівський, Чернівецький; дев'ять міських – Горлівський, Дрогобицький, Кременчуцький, Криворізький, Маріупольський, Мелітопольський, Краматорський, Севастопольський, Червоноградський. Окрім цього, до Держстандарту України входять кілька науково-дослідних інститутів – Львівський ДНДІ "Система", Харківське науково-виробниче об'єднання УкрНДІССІ, два навчальних заклади – Вище училище метрології та якості в Одесі й Український навчально-науковий центр зі стандартизації, метрології та якості продукції в Києві; заводи в Києві ("Еталон"), Харкові, Донецьку, Умані, Білій Церкві; дослідні заводи у Вінниці ("Прилад") та Полтаві; магазини стандартів – № 5 – у Києві, №12 – в Харкові.

Діяльність Держстандарту України, як національного органу зі стандартизації, спрямована на створення національної системи стандартизації відповідно до світової практики, тобто, створення мережі технічних комітетів зі стандартизації у провідних галузях науки, техніки та економіки України. Зараз в Україні функціонує біля 140 технічних комітетів, за участю яких розробляються Державні стандарти України (ДСТУ), що гармонізовані з відповідними міжнародними стандартами. Технічні комітети беруть участь у роботі відповідних міжнародних технічних комітетів та підкомітетів, як активні члени та члени-спостерігачі; проводять роботу з впровадження в Україні стандартів міжнародних організацій тощо. Наприклад; у 1996 році впроваджені стандарти з систем управління якістю (серії 9000), а у 1998 році – стандарти з управління довкіллям (серії 14000).

Україна, успадкувавши близько 20 тисяч міждержавних стандартів (ГОСТ), з набуттям самостійності та побудови ринкових відносин, відійшла від принципу обов'язковості стандартів і вступила у міжнародні організації стандартизації. З 2000 стандартів, розроблених технічними комітетами України, 300 є прямим впровадженням міжнародних стандартів, а ще у 800 мають впроваджені у них основні вимоги з них.

Окрім цього, Держстандарт України організовує публікацію офіційних та інформаційних видань, наприклад: «Каталог нормативних документів» (річний), показники «Стандарти» (місячний) та «Засоби вимірювальної техніки\*» (річний), «Бюлетені» української та міжнародної

стандартизації (щоквартально), довідник «Продукція, що виробляється за технічними умовами України» (річний) тощо; впроваджує сучасні автоматизовані бази даних на компакт-дисках (біля півмільйона описів) з інформацією про нормативні документи міжнародних і національних організацій зі стандартизації, розробляє та впроваджує термінологічні стандарти України тощо.

У головному інформаційному фонді стандартів, уже за станом на 1997 рік, зберігалось понад 100 тисяч нормативних документів, ДСТУ, міжнародних, міждержавних і національних стандартів інших країн тощо.

Український навчально-науковий центр Держстандарту України підготовляє кваліфіковані кадри зі стандартизації, метрології та сертифікації, має для цього сучасну матеріально-технічну базу, висококваліфікований професорсько-викладацький склад, чотири кафедри, які щорічно готують близько 1300 спеціалістів, аудиторів зі сертифікації продукції, підвищують кваліфікацію спеціалістів Держстандарту України, як в Україні, так і за кордоном, систематично та регулярно організовує науково-практичні конференції, симпозіуми, семінари тощо.

Національний інформаційний центр ГАТТ/ВТО створено для виконання зобов'язань України щодо забезпечення виробництва якісної продукції, яка б відповідала міжнародним вимогам з безпеки, охорони здоров'я людей та довкілля, сумісності та взаємозамінності.

**9.7.1 Державна система стандартизації України (ДСС).** Основні положення державної системи стандартизації України встановлюються її стандартами (ДСТУ 1.0-93). Стандарти ДСС позначаються перед номером стандарту цифрою 1. Державна система стандартизації в Україні розвивається в гармонії з основними принципами міжнародних систем стандартизації.

До державної системи стандартизації України входять:

- ДСТУ 1.0-93. Основні положення;
- ДСТУ 1.2.-93 Порядок розроблення державних стандартів;
- ДСТУ 1.3-93 Порядок розроблення, побудови, викладу та оформлення технічних умов;
- ДСТУ 1.4-93 Стандарти підприємства. Основні положення;
- ДСТУ 1.5-93 Загальні вимоги до побудови викладання, оформлення та змісту стандартів;
- ДСТУ 1.6-93 Порядок державної реєстрації галузевих стандартів, стандартів науково-технічних та інженерних товариств і спілок;
- ДСТУ 1.7-2000 Правила її методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів

**9.7.2 Єдина система конструкторської документації (ЄСКД).** Ця система постійно діючих технічних і організаційних вимог, що забезпечують взаємний обмін конструкторською документацією без її переоформлення між країнами СНД, галузями промисловості і окремими



підприємствами, розширення уніфікації продукції при конструкторській розробці, спрощення форми документів і скорочення їх номенклатури, а також єдність графічних зображень; механізовану і автоматизовану розробку документів і, найголовніше, готовність промисловості до організації виробництва будь-якого виробу на якому завгодно підприємстві в найкоротший термін.

Стандарти системи ЄСКД позначаються перед номером стандарту цифрою 2.

**9.7.3 Єдина система технологічної документації (ЄСТД).** Ця система встановлює обов'язковий порядок розробки, оформлення і збереження всіх видів технологічної документації на машино- і приладобудівних підприємствах країни для виготовлення, транспортування, встановлення і ремонту виробів цих підприємств. На основі технологічної документації здійснюють планування, підготовку і організацію виробництва, встановлюють зв'язки між відділами і цехами підприємства, а також між виконавцями (конструктором, технологом, майстром, робітником).

Єдині правила розробки, оформлення і збереження технологічної документації дозволяють використовувати прогресивні способи машинної її обробки і полегшують передачу документації на інші підприємства.

Стандарти ЄСТД позначаються перед номером стандарту цифрою 3.

## 10 СЕРТИФІКАЦІЯ В УКРАЇНІ

### 10.1 Основні положення

Реформування та становлення вітчизняної економіки, розвиток ринкових відносин в умовах соціально-економічної кризи зумовили необхідність створення нових механізмів державного та ринкового регулювання виробництва та збуту продукції в Україні. В цих умовах принципово змінюється роль сертифікації виробів, процесів і послуг, як засобу нетарифного регулювання, та її соціально-правові основи. Сьогодні питання сертифікації продукції регулюються понад 500 законами, постановами Кабінету міністрів України, указами Президента України та іншими нормативними актами.

*Сертифікацією* (від латинської мови *certus* – вірний та *facio* – роблю) називають процедуру письмового засвідчення третьою стороною (уповноваженим чи акредитованим органом) відповідності продукції (виробу), процесу чи послуги заданим вимогам, що видається на підставі випробувань, атестації виробництва та сертифікації системи якості.

В процесі сертифікації продукції також перевіряють відповідність її вимог до чинних законодавчих актів України та обов'язкових вимог нормативних документів, міжнародних та національних стандартів інших держав, що чинні в Україні.

Найвищим національним органом із сертифікації в Україні є Державний комітет зі стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України). Основні положення з сертифікації продукції встановлені ДСТУ 3410-94.

Держстандарт України проводить та координує роботу щодо забезпечення її функціонування, а саме:

- визначає основні принципи, структуру та правила системи сертифікації України;
- затверджує переліки продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, та визначає її запровадження;
- призначає органи з сертифікації продукції;
- абзац п'ятий статті 14 виключено встановлює правила визнання сертифікатів інших країн;
- розглядає спірні питання з випробувань і дотримання правил сертифікації продукції;
- веде реєстр державної системи сертифікації;
- організує інформаційне забезпечення з питань сертифікації.

Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації в межах своєї компетенції несе відповідальність за дотримання правил і порядку сертифікації продукції.

## 10.2 Державна система сертифікації УкрСЕПРО

В системі сертифікації УкрСЕПРО (подалі "Система") здійснюють такі взаємопов'язані види діяльності:

- сертифікацію продукції (процесів, послуг);
- сертифікацію систем якості;
- атестацію виробництв;
- акредитацію випробувальних лабораторій (центрів);
- акредитацію органів з сертифікації систем якості;
- атестацію аудиторів за переліченими вище видами діяльності.

Загальне керівництво Системою, організація та координація робіт з сертифікації продукції здійснюються найвищим органом з сертифікації продукції - Держстандартом України. Сертифікацію продукції поділяють на обов'язкову та добровільну.

*Обов'язкову сертифікацію* проводять на відповідність щодо вимог чинних законодавчих актів України та обов'язкових вимог нормативних документів, міжнародних і національних стандартів інших держав, що чинні в Україні. Перелік продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації, затверджується Держстандартом України.

*Добровільну сертифікацію* проводять на відповідність до вимог, які не віднесені до обов'язкових. Якщо для вказаної продукції встановлені обов'язкові вимоги, то їх завжди включають до вимог добровільної сертифікації.

Системою окремо передбачено також сертифікацію імпортованої продукції. З метою визнання отриманих в Україні сертифікатів Системи за кордоном вона побудована з урахуванням вимог міжнародних систем і взаємодіє з ними на основі угод між Держстандартом України та міжнародними, регіональними й національними організаціями інших держав, що здійснюють діяльність з сертифікації.

Система взаємодіє на основі угод з системами перевірки безпеки, охорони навколишнього середовища тощо, які функціонують в Україні під керівництвом уповноважених урядом органів. Національний орган з сертифікації може передавати цим органам окремі функції з проведення сертифікації продукції.

Сертифікат відповідності Системи свідчить про те, що контроль за відповідністю продукції до вимог стандартів здійснюється в цій Системі. ДСТУ 3498-96 передбачено три форми сертифіката відповідності. Форма 1 призначена для продукції (послуг), що пройшла *обов'язкову* сертифікацію; форма 2 – для *добровільної* сертифікації; форма 3 – для продукції (послуг), що пройшли *обов'язкову* сертифікацію на відповідність до *окремих* пунктів нормативних документів.

Метою сертифікація продукції є:

- запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я та майна громадян і навколишнього природного середовища;

- сприяння споживачеві в компетентному виборі продукції;
- створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві та міжнародній торгівлі.

### **10.3 Структура системи сертифікації УкрСЕПРО**

Система УкрСЕПРО є відкритою для вступу до неї органів із сертифікації та випробувальних лабораторій інших держав при умові визнання та виконання правил Системи. Структурна схема Системи зображена на рис. 10.1.

Організаційну структуру Системи утворюють:

1. Національний орган із сертифікації - Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України);
2. Науково технічна комісія;
3. Органи з сертифікації продукції;
4. Органи з сертифікації систем якості;
5. Випробувальні лабораторії (центри);
6. Експерти-аудитори;
7. Науково-методичний та інформаційний центр;
8. Територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації Держстандарту України ;
9. Український навчально-науковий центр зі стандартизації, метрології та якості продукції.

Загальне керівництво Системою здійснює Національний орган із сертифікації Держстандарту України.

Органами з сертифікації в Системі можуть бути акредитовані тільки організації та підприємства державної форми власності. Лабораторіями та випробувальними центрами можуть бути акредитовані організації будь-якої форми власності. Форми сертифікації, технічні вимоги з національного знака відповідності встановлені державним стандартом ДСТУ 2296-93.

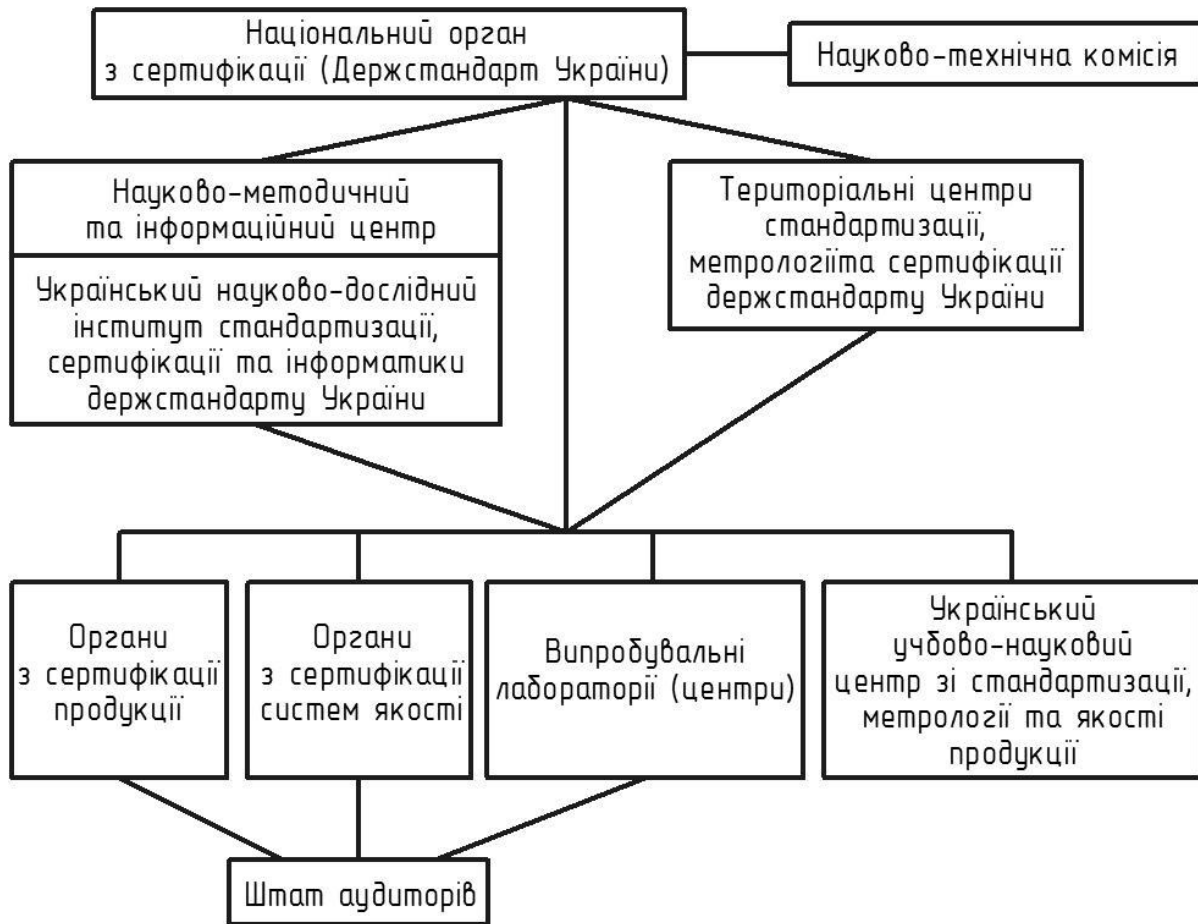


Рисунок 10.1 – Структурна схема системи сертифікації УкрСЕПРО

**Національний орган з сертифікації** виконує такі основні функції:

- розробка стратегії розвитку сертифікації в Україні;
- організація, проведення та координація роботи щодо забезпечення функціонування Системи;
- взаємодія з національними органами з сертифікації інших держав та міжнародними організаціями, що здійснюють діяльність з сертифікації;
- організація розроблення та удосконалення організаційно-методичних документів Системи;
- прийняття рішення щодо приєднання до міжнародних систем та угод;
- встановлення основних принципів, правових та економічних основ функціонування, правил та структуру Системи;
- затвердження та присвоєння Знаку відповідності та правил його застосування;
- формування та затвердження складу науково-технічної комісії;
- акредитація органів з сертифікації та випробувальних лабораторій (центрів);
- атестація аудиторів;

- здійснення інспекційного контролю за діяльністю всіх органів та осіб, які займаються сертифікацією продукції;
- ведення реєстру Системи;
- затвердження переліку продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації;
- розглядання апеляції щодо виконання правил Системи;
- організація інформаційного забезпечення діяльності з сертифікації в Системі;
- несе відповідальність від імені держави за дотримання правил та порядку сертифікації продукції, що встановлені в Системі.

**Науково-технічна комісія з питань сертифікації** розглядає пропозиції щодо:

- принципів проведення єдиної політики в галузі сертифікації;
- проектів основоположних організаційно-методичних документів з сертифікації продукції та систем її якості, атестації виробництв І випробувальних лабораторій (центрів);
- основних напрямків досліджень у галузі сертифікації продукції;
- акредитації органів Системи тощо;
- напрямків міжнародного співробітництва та приєднання до міжнародних систем;
- питань взаємодії з національними органами інших держав;
- переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації.

*Орган з сертифікації продукції* здійснює сертифікацію закріпленої за ним номенклатурою продукції (видами послуг) та технічний нагляд за сертифікованою продукцією, атестує виробництва, видає сертифікати відповідності продукції та атестати виробництва.

Органи з сертифікації систем якості згідно положень ДСТУ 3420-96 проводять сертифікацію систем якості, атестацію виробництв, видають їм відповідні сертифікати та здійснюють технічний нагляд за ними.

*Випробувальні лабораторії (центри)* відповідно до положень ДСТУ 3412-95 випробовують продукцію, що підлягає сертифікації, проводять технічний нагляд за її виробництвом і беруть участь в атестації виробництва продукції.

*Аудитори* згідно положень ДСТУ 3418-95, які атестовані й акредитовані в Системі та занесені до її Реєстру, безпосередньо виконують роботи з сертифікації продукції.

*Науково-методичний та інформаційний центр* розробляє організаційно-методичні документи Системи, підготовляє проекти законодавчих актів у галузі сертифікації, аналізує можливості підприємств та організацій щодо їх акредитації та сертифікації систем якості, пропозиції для складання переліків продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації, здійснює інформаційне забезпечення та надає інформаційні послуги в галузі сертифікації.

*Територіальні центри зі стандартизації, метрології та сертифікації* проводять технічний нагляд за стабільністю показників якості

сертифікованої продукції та надають на договірній основі методичну допомогу підприємствам та організаціям з питань сертифікації.

#### **10.4 Основні принципи та правила системи сертифікації УкрСЕПРО**

*Сертифікація в Системі* передбачає підтвердження третьою стороною показників, характеристик та властивостей продукції, процесів і послуг на підставі випробувань, атестації виробництва та сертифікації систем якості. Право на проведення робіт з сертифікації продукції надається виключно лабораторіям (центрам) будь-якої форми власності та аудиторам, що акредитовані в Системі та занесені до її Реєстру.

Система встановлює відповідальність виробника за невідповідність сертифікованої продукції до вимог нормативних документів і порушення правил Системи, продавця чи постачальника — за відсутність сертифікатів або знаків відповідності на продукцію, що реалізується, випробувальну лабораторію (центр) — за достовірність та об'єктивність результатів випробувань сертифікованої продукції.

*Свідченням визнання закордонних сертифікатів* згідно положень ДСТУ 3413-95 є сертифікат відповідності або свідоцтво про його визнання, що видані у Системі. Знак відповідності, технічні вимоги до нього, порядок та правила його застосування встановлені ДСТУ 2296-95.

Основою інформаційного забезпечення Системи є її *Реєстр*, який ведеться згідно з вимогами ДСТУ 3415-95 і публікується в інформаційних виданнях Держстандарту України.

#### **10.5 Порядок проведення сертифікації продукції**

Порядок проведення сертифікації продукції містить такі процедури:

- подання для розгляду заяви та документації на сертифікацію продукції;
- аналіз наданої документації;
- прийняття рішення щодо сертифікації;
- обстеження виробництва;
- атестацію виробництва або сертифікацію системи якості;
- добирання, ідентифікацію зразків продукції та їх випробування;
- аналіз отриманих результатів й прийняття рішення щодо можливості видання сертифіката відповідності та надання ліцензій;

- оформлення та видання сертифіката відповідності, надання ліцензій та внесення сертифікованої продукції до Реєстру Системи;
- визнання дійсним сертифіката відповідності, виданого закордоном; технічний нагляд за сертифікованою продукцією під час її виробництва;
- інформацію щодо результатів сертифікації продукції.

Схеми (моделі) обов'язкової сертифікації продукції встановлює орган, який проводить сертифікацію. Ці схеми мають бути зазначені в документі, що встановлює порядок проведення сертифікації заданої продукції. Під час сертифікації враховують особливості виробництва, випробувань, поставляння та використання продукції, а також можливі витрати заявника.

Залежно від специфіки продукції та особливостей її виробництва орган з сертифікації продукції може застосовувати й інші правила добору схеми (моделі) сертифікації. Схему добровільної сертифікації визначає заявник за погодженням з органом сертифікації. Добір схеми (моделі) сертифікації продукції в Системі ведуть з урахуванням таких рекомендованих правил:

1. Сертифікат на одиничний виріб видається на підставі позитивних результатів випробувань цього виробу, проведених у випробувальній лабораторії (центрі), що акредитована в Системі.

Сертифікат на партію продукції (виробів) видається на підставі позитивних результатів випробувань акредитованою в Системі випробувальною лабораторією (центром) зразків продукції (виробів), взятих з партії в порядку та кількості, що встановлені органом з сертифікації: Розмір партії (штук, кг, м, м<sup>2</sup> тощо) вказується у заяві на сертифікацію. Основною умовою має бути гарантія однорідності продукції в партії, особливо, за показниками безпеки. Якщо заява подається на партію продукції (виробів), що планується до виготовлення, орган з сертифікації разом з заявником вирішують питання щодо економічної доцільності атестації виробництва цієї продукції.

2. Ліцензія на право застосування сертифіката відповідності для продукції (виробів), що виготовляється виробником серійно протягом встановленого ліцензією терміну, надається органом з сертифікації на підставі позитивних результатів сертифікаційних випробувань в акредитованій Системою лабораторії зразків продукції, дібраних у порядку та кількості, встановлених органом з сертифікації та проведення:

- обстеження виробництва, технічного нагляду та контрольних випробувань зразків продукції, які добирають з виробництва чи з торгівлі в кількості, в термін і в порядку, встановленими органом з сертифікації у програмі технічного нагляду за сертифікованою продукцією;
- атестації виробництва та подальшого технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції, що здійснюється



органом з сертифікації або за його дорученням — іншими організаціями;

- сертифікації системи якості виробництва продукції, поданої для сертифікації, та подальшого технічного нагляду за відповідністю системи якості встановленим вимогам, який проводить компетентний та акредитований у Системі орган.

За одиницю продукції приймають один штучний виріб, партію продукції, що супроводжується одним сертифікатом відповідності або партія продукції, що виготовлена з однієї партії вихідної сировини, матеріалів, одного топлення тощо.

З метою технічного нагляду орган з сертифікації має право випробовувати сертифіковану продукцію тільки у випробувальній лабораторії, акредитованій в Системі.

Під час сертифікації перевіряють показники (характеристики) продукції та застосовують методи випробувань, що дають змогу:

- ідентифікувати продукцію, перевіривши приналежність її до заданої класифікаційної групи та партії;
- відповідність продукції до технічної документації на неї;
- із заданою ймовірністю підтвердити відповідність продукції до заданих вимог.

## **10.6 Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації**

Випробувальні лабораторії мають бути акредитовані на технічну компетентність та незалежність у Системі. Сертифікаційні випробування можна проводити також випробувальними лабораторіями, що акредитовані тільки на технічну компетентність, але обов'язково разом з представниками органу з сертифікації продукції. Відповідальність за необ'єктивність таких випробувань несе орган з сертифікації або організація, що виконує його функції, за дорученням яких випробувальна лабораторія проводить випробування.

*Акредитація випробувальної лабораторії в Системі є офіційним визнанням технічної компетентності та незалежності лабораторії від розробників, виробників (постачальників) та споживачів (покупців) продукції або тільки її технічної компетентності щодо проведення випробувань заданої продукції чи заданих видів випробувань відповідно до вимог стандартів чи інших нормативних документів. Акредитованою може бути будь-яка лабораторія, що подала заяву на проходження акредитації, незалежно від її галузевого підпорядкування та форми власності. Випробувальна лабораторія має бути юридичною особою та мати у своїй власності необхідні незалежні матеріальну, економічну та метрологічну базу. Випробувальна лабораторія не може входити до складу підприємства*

(організації) чи мати у своєму складі підрозділи, які є розробниками, виробниками, постачальниками чи споживачами продукції в галузі її акредитації.

Акредитована випробувальна лабораторія має право разом з органом з сертифікації встановлювати терміни проведення випробувань продукції, що сертифікується, форму протоколу випробувань, укладати субпідрядні договори на проведення заданих робіт тощо.

Лабораторія зобов'язана забезпечувати:

- задані достовірність, об'єктивність і точність випробувань;
- приймати на випробування тільки зразки, що ідентифіковані на відповідність до технічної документації;
- вести облік всіх претензій за результатами випробувань;
- інформувати вищі органи з сертифікації щодо результатів випробувань;
- своєчасно оплачувати витрати на інспекційний контроль;
- забезпечити вільний доступ для акредитаційного контролювання її діяльності;
- брати участь у проведенні робіт з міжнародного визнання акредитованих лабораторій та Системи в цілому;
- надавати звіти щодо власної діяльності;
- надавати замовнику можливість спостереження за випробуваннями його продукції;
- реєструвати та забезпечувати конфіденційність результатів випробувань продукції, розрахунків, їх збереженість тощо.

В акредитованій лабораторії має бути необхідна актуалізована документація (нормативні документи, стандарти, технічні умови, правила, рекомендації, методики випробувань, протоколи, інструкції, робочі журнали, звіти тощо). Кожний співробітник лабораторії має бути компетентним у закріпленій сфері діяльності, знати свої права та обов'язки, мати професійну підготовку, кваліфікацію та досвід проведення випробувань, бути атестованим на право проведення заданих випробувань, бути комунікабельним тощо.

Підтвердженням акредитації лабораторії є:

- позитивне рішення Держстандарту України щодо її акредитації;
- затверджене Держстандартом України "Положення про випробувальну лабораторію";
- угода між Держстандартом України та лабораторією;
- внесення її до державного Реєстру Системи;
- затверджений атестат акредитації лабораторії;
- умови інспекційного контролю лабораторії.

Інспекційний контроль за діяльністю акредитованих лабораторій здійснюють Держстандарт України або за його дорученням – територіальні центри з сертифікації шляхом періодичних перевірок їх діяльності, участі в їх роботі представників Держстандарту України, надання лабораторією регулярної інформації щодо проведених нею випробувань, збирання та

аналізу інформації від організацій, що здійснюють громадський та державний контроль за якістю продукції.

Дострокове припинення акредитації лабораторії або його скасування може бути в разі невідповідності її до вимог, що ставляться до неї та самостійного рішення лабораторії щодо дострокового закінчення дії її акредитації.

### **10.7 Порядок ввезення на митну територію України продукції, що імпортується та підлягає в Україні обов'язковій сертифікації**

Порядок ввезення на митну територію України продукції, що імпортується та підлягає в Україні обов'язковій сертифікації (далі – Порядок) поширюється на підприємства, установи та організації незалежно від форм власності та видів діяльності, що чинні на території України, а також на громадян – суб'єктів підприємницької діяльності. Даний порядок застосовують до продукції, що імпортується в Україну та наведена в Переліку продукції, яка підлягає в Україні обов'язковій сертифікації, затвердженому наказом Держстандарту України, тобто, до продукції, яка переміщується через митний кордон України та є об'єктом купівлі-продажу чи обміну (далі – товаром).

Даний порядок не поширюється на товари, що переміщуються через митну територію України транзитом чи на митні ліцензійні склади, а також на майно, яке тимчасово ввозиться на територію України.

Підтвердження відповідності товарів, що ввозяться на митну територію України, обов'язковим вимогам чинних у державі нормативних документів з питань стандартизації та сертифікації продукції здійснюється шляхом сертифікації товарів в Українській державній системі сертифікації продукції УкрСЕПРО або визнання Системою документів, що підтверджують відповідність товару до заданих вимог і видані на вказані товари за кордоном (далі – іноземних сертифікатів).

Правила сертифікації товару та визнання чужоземних сертифікатів встановлюються нормативними документами Системи, затвердженими Держстандартом України. Документом, що підтверджує відповідність товару до вимог нормативних документів й дає право на ввезення його на територію України є сертифікат відповідності, виданий органом з сертифікації України або свідоцтво щодо визнання чинним в Україні чужоземного сертифіката (оригінал і копія, завірена підписом керівника та печаткою органа з сертифікації). Окрім цього митному органу подають митну декларацію та інші документи», що потрібні для митного оформлення заданого товару. Копії державного сертифіката відповідності чи свідоцтва щодо визнання чужоземного сертифіката відповідності залишаються для зберігання на митниці.

Для ввезення на митну територію України Сертифікат відповідності та свідоцтво щодо визнання чужоземного Сертифіката відповідності вважаються дійсними за умови наявності в них напису "Ввезення в Україну дозволяється" та заповнення органом з сертифікації всіх реквізитів документа, який має бути завірений підписом керівника та печаткою органа з сертифікації, що видав сертифікат (свідоцтво щодо визнання). Будь-які виправлення в текстах не допускаються.

Не підлягають пропуску через митний кордон України товари, на які відсутні сертифікати (свідоцтва щодо визнання), або які не відповідають будь-яким даним, наведеним в сертифікаті чи свідоцтві. Такі товари залишаються на митниці для зберігання в Порядку, передбаченому митним законодавством.

Одержувач товару, переданого для зберігання з причин, зазначених вище, протягом терміну зберігання має право отримати в Їрґані з сертифікації відповідний сертифікат (свідоцтво щодо визнання) та подати його митному органу для митного оформлення товару.

У випадках, коли є необхідність проведення сертифікації товару, орган з сертифікації може письмово звертатись до митного органа за дозволом щодо тимчасового видання зразків окремих товарів під зобов'язання їх повернення.

Якщо сертифікація передбачає проведення випробувань руйнівними методами, орган з сертифікації повідомляє про це митний орган і подає акт щодо знищення (повного чи часткового) дібраних зразків. Повідомлення щодо цього митний орган заносить у митні документи.

## **10.8 Порядок проведення робіт з сертифікації продукції іноземного виробництва**

Сертифікація продукції чужоземних виробництв за схемами з обстеженням, атестацією та сертифікацією систем якості (далі — сертифікація продукції чужоземних виробництв) проводять комісії,

призначені наказами Держстандарту України. Порядок сертифікації продукції чужоземних виробництв практично аналогічний до порядку сертифікації продукції, виготовленої в Україні.

Випробування продукції з метою сертифікації здійснюються акредитованими в державній системі сертифікації випробувальними лабораторіями, що вказані у прийнятому згідно заяви рішенні.

*Технічний нагляд* за сертифікованою продукцією, атестованим виробництвом, сертифікованою системою якості здійснює орган з сертифікації продукції, вказаний у прийнятому згідно заяви рішенні.

Нижче розглянемо детальніше зміст всіх етапів порядку проведення сертифікації продукції чужоземних виробництв.

*Заяви на проведення сертифікації продукції чужоземних виробництв* подають іноземні замовники до Держстандарту України. За їх дорученням заяви на сертифікацію продукції чужоземних виробництв можуть передаватись до Держстандарту України органами з сертифікації продукції, до яких звернулись чужоземні замовники. Разом з заявою, що подається за дорученням чужоземного замовника, орган з сертифікації надає обґрунтування дібраної схеми сертифікації.

Держстандарт України *приймає рішення щодо сертифікації* на підставі розгляду поданих заяви, обґрунтування добору схеми сертифікації в місячний термін з дня подання заяви замовником. В цьому рішенні вказують орган, якому доручають здійснення робіт з сертифікації, назву акредитованої випробувальної лабораторії, де будуть здійснені сертифікаційні випробування зразків продукції, назву організації, що буде здійснювати технічний нагляд за сертифікованою продукцією, атестованим виробництвом чи сертифікованою системою якості. У окремих випадках Держстандарт України може доручити вказаному в рішенні органу з сертифікації підготувати додаткове обґрунтування дібраної схеми сертифікації.

*Комісію для здійснення робіт з сертифікації* створюють згідно наказу Держстандарту України, проект якого підготовляє орган, якому доручено здійснення робіт з сертифікації продукції чужоземних виробництв. Фінансування вказаних робіт здійснюється замовником згідно договору між Держстандартом України та замовником. Копії прийнятого рішення щодо створення комісії надсилають замовнику та всім організаціям-учасникам робіт.

*Програму здійснення робіт з обстеження чужоземного виробництва* розробляє створена наказом Держстандарту України комісія та затверджує Держстандарт України. Для атестації виробництв і сертифікації їх систем якості комісія може отримувати від замовника необхідні матеріали, за якими вона здійснює попередню (заочну) оцінку виробництва чи системи якості, а за результатами попередньої оцінки комісія підготовляє висновок щодо доцільності проведення подальших робіт та узгоджує його з Держстандартом України.

Після прийняття позитивного рішення щодо подальшого проведення робіт комісія розробляє програму та методику атестації виробництва чи системи якості, які затверджує Держстандарт України.

*Обстеження, атестацію чужоземних виробництв і сертифікацію їх систем якості* здійснюють тільки з виїздом комісії на виробництво за затвердженими Держстандартом України програмами. За результатами здійснених робіт комісія підготовляє відповідні матеріали та надає їх Держстандарту України на розгляд і затвердження з урахуванням порівняльного аналізу вимог чужоземних та національних нормативних документів.

*Випробування зразків продукції* здійснюється акредитованою державною системою сертифікації випробувальною лабораторією, яка

вказана у рішенні Держстандарту України. Заявник надає зразки продукції для випробувань та технічну документацію, склад якої встановлює комісія, призначена наказом Держстандарту України для здійснення робіт. Кількість зразків для випробувань, правила їх добору, ідентифікація продукції та пломбування зразків проводить комісія на виробництві. Заявник за рекомендацією комісії забезпечує доставляння зразків продукції до акредитованої випробувальної лабораторії, яка після їх випробування складає відповідні протоколи та передає їх комісії.

*Програми технічного нагляду за сертифікованою продукцією, атестованим виробництвом, сертифікованою системою якості з передбаченням методики, процедури, періодичності та виконавців розробляє комісія, а затверджує Держстандарт України.*

На підставі *аналізу результатів проведення робіт з сертифікації* комісія підготує проект висновку щодо можливості видання сертифікату відповідності на продукцію, систему якості чи атестату виробництва та надає його на затвердження Держстандарту України.

Після затвердження Держстандартом України наданих матеріалів орган з сертифікації оформляє атестат виробництва, сертифікат відповідності на продукцію чи систему якості, укладає ліцензійну угоду з замовником та подає вказані документи Держстандарту України.

Оригінали вказаних документів Держстандарт передає замовнику, залишаючи собі та органу сертифікації їх копії.

*Технічний нагляд за сертифікованою продукцією, системою якості чи атестованим виробництвом* здійснює організація, вказана в рішенні, в терміни, регламентовані затверженою Держстандартом України програмою технічного нагляду. Вона також підготує проект контракту на здійснення технічного нагляду, який надає для узгодження Держстандарту України. Після затвердження поданих документів Держстандарт України заносить сертифікати відповідності та атестати чужоземних виробництв до Реєстру державної системи сертифікації, а продукцію — у відповідні довідники.

За результатами технічного нагляду з метою забезпечення постійної відповідності сертифікованої продукції до вимог нормативних документів рішенням органу з сертифікації може бути анульовано сертифікат та скасовано ліцензійну угоду або призупинено їх чинність. Підставою для прийняття таких заходів впливу є:

- встановлення невідповідності продукції до вимог нормативних документів, що стосуються її безпечності;
- відсутності умов для випуску безпечної продукції;
- внесення змін до конструкторської, технологічної та нормативної документації без попереднього погодження з органом з сертифікації;
- порушення правил застосування сертифікатів та знаків відповідності;
- наявність реклаमाцій та претензій до сертифікованої продукції;

- відмова від оплати робіт з технічного нагляду;
- невиконання виробником продукції рекомендацій органу за результатами технічного нагляду, порушення термінів виконання коригувальних заходів чи умов ліцензійної угоди;
- відсутності тривалий час (більше ніж 6 місяців) виробництва сертифікованої продукції.

Чинність сертифіката може бути відновлена органом з сертифікації за умов отримання позитивних результатів з усунення виявлених порушень й причин їх виникнення. Персонал, що бере участь у технічному нагляді, має бути ознайомлений з правилами органу та вимогами заявника щодо забезпечення конфіденційності інформації з випробувань і сертифікації продукції.

Органи з сертифікації продукції та організації, що діють за його дорученням несуть відповідальність за розголошення конфіденційності інформації згідно з чинним законодавством України.

# 11 НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

## 11.1 Основні поняття, терміни й означення

Одною з найголовніших властивостей якості є надійність.

**Надійність** – властивість об'єкта зберігати в часі, у встановлених межах, значення всіх параметрів, що характеризують спроможність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування.

Усі терміни та означення надійності, згідно з ДСТУ 2860-94 ГОСТ 27.002-89, дано стосовно технічних об'єктів.[23]

**Об'єкт** – це предмет певного цільового призначення, який розглядають у період проектування виробництва, експлуатації, досліджень та випробовувань надійності.

Далі під об'єктом розумітимемо не просто деякий технічний виріб, а певні технічні засоби, які призначені для виконання заданих функцій установки (це – машини, агрегати, прилади, окремі деталі тощо).

Об'єкт, що є сукупністю елементів, які взаємодіють у процесі виконання певного кола задач і взаємозв'язаних функціонально, називається *системою*.

**Елемент системи** – об'єкт, що є найпростішою частиною системи.

Усі об'єкти можна поділити на два класи: ремонтовні і неремонтовні.

**Ремонтовний об'єкт** – об'єкт, ремонт якого можливий і передбачений нормативно-технічною, ремонтною і (або) конструкторською (проектною) документацією.

Своєю чергою ремонтовні об'єкти поділяються на відновлювані та не відновлювальні.

- Відновлюваний об'єкт – об'єкт, для якого в розглядуваній ситуації відновлення працездатного стану передбачено в нормативно-технічній і (або) конструкторській (проектній) документації.

- Невідновлюваний об'єкт – об'єкт, для якого в розглядуваній ситуації відновлення працездатного стану не передбачено в нормативно-технічній і (або) конструкторській (проектній) документації.

**Неремонтовний об'єкт** – об'єкт, ремонт якого неможливий або не передбачений нормативно-технічною, ремонтною і (або) конструкторською (проектною) документацією.

Один і той самий об'єкт, залежно від особливостей чи етапів експлуатації, може вважатися відновлюваним або не відновлюваним. Проте якщо об'єкт неремонтовний, то він і невідновлюваний.

Кожний об'єкт може перебувати в двох станах: справному або несправному, працездатному чи непрацездатному. Втрата несправності пов'язана з пошкодженням, а працездатності – з відмовою. Поняття відмови пов'язане з граничним станом.



Поява граничного стану в часі оцінюється такими поняттями, як термін служби, термін збереженості та технічний ресурс.

**Термін служби** – це календарна тривалість зберігання і (або) транспортування об'єкта або її відновлення після ремонту до переходу в граничний стан.

**Термін збереженості** – календарна тривалість зберігання і (або) транспортування об'єкта, протягом і після якої зберігаються показники безвідмовності, довговічності та ремонтпридатності в заданих межах, що характеризують здатність об'єкта виконувати задані функції.

**Технічний ресурс** – сумарне напрацювання об'єкта від початку його експлуатації або її відновлення після ремонту до переходу в граничний стан.

З появою граничного стану виникає необхідність відновлення працездатного стану.

**Відновлення** – процес переведення об'єкта в працездатний стан із непрацездатного.

**Ремонт** – комплекс операцій з відновлення справності або працездатності виробів і відновлення ресурсів виробів або їхніх складових частин. Перехід з одного стану в інший оцінюється часом відновлення працездатного стану. Час відновлення відлічують або безперервно, або з нього за певними ознаками виключають інтервали часу, незумовлені безпосередньо виконанням відновлювальних робіт. У зв'язку з цим розрізняють *оперативний* і *загальний час відновлення працездатного стану*.

Різновиди й ступінь пошкодження матеріалів впливають на вихідні параметри виробу та, отже, визначають його експлуатаційну надійність (працездатний і непрацездатний стан, справний і несправний стан, пошкодження, відмову).

**Працездатний стан** — це стан об'єкта, за якого значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

**Справний стан** — це стан об'єкта, за якого він відповідає всім вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

Поняття справного стану ширше, ніж працездатного.

На протилежність двом останнім поняттям є поняття несправного стану і непрацездатного стану.

Причиною несправного стану є пошкодження (несправність), а причиною непрацездатного — відмова.

**Несправність** — це подія, що полягає в порушенні справного стану об'єкта за умови його працездатного стану.

**Відмова** — це подія, що полягає в порушенні працездатного стану об'єкта.

Дуже часто відмову ототожнюють з несправністю. Однак несправність пов'язана з порушенням будь-якого як основного, так і другорядного параметрів, що характеризує даний об'єкт. Відмова призводить до втрати (хоча би часткової) працездатності і пов'язана з порушенням лише основних параметрів об'єкта, що характеризують його нормальну роботу.

*Граничний стан* — стан об'єкта, за якого його подальша експлуатація неприпустима або недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне. Інакше кажучи, граничний стан — це стан об'єкта, коли його подальша експлуатація має бути припинена до відновлення (шляхом ремонту) його початкових характеристик.

Граничний стан характеризується небезпекою експлуатації об'єкта, тобто значенням заданих параметрів понад встановлених меж або зниженням ефективності експлуатації нижче допустимої.

Під **ефективністю експлуатації** розуміють властивість цього процесу, яка характеризується залежністю між економічним ефектом від експлуатації та фактичними затратами, необхідними для того, щоб досягти цього ефекту.

Для **неремонтовних об'єктів** (що не підлягають ремонту) граничний стан збігається з непрацездатністю або має місце, коли з деякого моменту часу подальше застосування за призначенням (поки ще працездатного об'єкта) згідно з певними критеріями виявляється недопустимим у зв'язку з небезпекою (шкідливістю) або високою ймовірністю виникнення відмови об'єкта протягом найближчого часу через неусувне відхилення заданих параметрів або недостатню ефективність його експлуатації.

Для **ремонтовних об'єктів** (що підлягають ремонту) встановлюються три основних види граничного стану.

До першого виду належить стан, коли без виконання відповідного обсягу ремонтних робіт стає неможливим в умовах експлуатації за допомогою технічного обслуговування та поточного ремонту підтримувати потрібний оптимальний рівень безпеки, безвідмовності та ефективності використання об'єкта. Під час експлуатації ремонтних об'єктів граничний стан настає стільки разів, скільки разів об'єкт протягом терміну служби ремонтувався.

Коли виникає потреба в неплановому ремонті, то слід розуміти, що будь-яка складова одиниця досягла граничного стану, а в разі капітального ремонту — граничного стану машини в цілому.

*Другим видом* граничного стану є стан, коли неможливо забезпечити (операціями ТО і ремонту) використання об'єкта за призначенням, тому використання об'єкта припиняється.

*Третім видом* граничного стану об'єкта є стан, коли капітальні ремонти не забезпечують потрібного рівня ефективності стану об'єкта.

При знеособленому або агрегатному методі ремонту, коли працездатність будь-якого елемента, що відмовив, відновлюється заміною його новим, граничного стану машини в цілому може й не виникати.

## 11.2 Моделі формування відмов

**11.2.1 Ознаки (критерії) граничного стану.** Ці ознаки встановлюються нормативно-технічною документацією на дану машину.

Ознака чи сукупність ознак граничного стану об'єкта, встановлені нормативно-технічною і (або) конструкторською документацією, дістали назву **критерію граничного стану**, а ознака чи сукупність ознак непрацездатного стану об'єкта — **критерію відмови**.

Ознак, за якими класифікуються відмови, дуже багато.

*За втратою працездатності* всі відмови можна поділити на часткові та повні. У разі часткової відмови машина припиняє виконувати будь-яку одну (або кілька) зі своїх основних функцій, продовжуючи в той самий час працювати, виконуючи решту функцій (наприклад, обрив ходових ланцюгів екскаватора).

У разі повної відмови машина припиняє виконувати всі свої функції (наприклад, відмова двигуна або обрив одного з тросів екскаватора чи крана).

За причиною виникнення відмови поділяються на:

*конструктивні* — відмови, що виникли через недосконалість або порушення встановлених правил і (або) норм проектування та конструювання;

*виробничі* — відмови, що виникли внаслідок недосконалості або порушення встановленого процесу виготовлення чи ремонту, виконуваного на ремонтному підприємстві;

*експлуатаційні* — зумовлені порушенням встановлених правил і (або) умов експлуатації.

*За наслідками* відмови поділяються на безпечні та небезпечні для життя і здоров'я людей.

Дуже важливе значення при оцінці надійності елементів машини та машини в цілому має класифікація експлуатаційних відмов за характером їх виникнення. За цією ознакою відмови поділяються на поступові та раптові.

Поступові відмови — це відмови, що виникли внаслідок поступової зміни значень одного чи кількох параметрів об'єкта.

Поступові відмови закономірні і є неминучим наслідком зношування деталей та старіння їхніх матеріалів. Відмова настає, як тільки робоча характеристика вийде за межі  $X_{max}$  задані технічними умовами, а час безвідмовної роботи визначається моментом виходу робочої характеристики поза граничний рівень.

Фізичний зміст поступових відмов зводиться до того, що внаслідок поступової, порівняно повільної кількісної зміни той чи інший параметр елемента виходить за раніше встановлені допустимі межі.

До поступових відмов можна віднести зношування поршневих кілець і поршня, вкладишів, підшипників тощо. Зміни стану машини, які спричинені зношуванням її частин, мають значною мірою випадковий характер. Це пов'язано з випадковістю взаємодії зовнішнього середовища, наявністю випадкових взаємодій складальних одиниць та випадковим розвитком змін молекулярного та кристалічного стану матеріалів. Оскільки будова металу деякою мірою також випадкова, то залежно від цілої низки випадкових факторів, процес зношування (старіння) відбувається кожного разу по-різному.

*Раптові відмови* — це відмови, які не можна передбачити попередніми дослідженнями чи технічним оглядом (діагностуванням). Раптові відмови характеризуються стрибкоподібною зміною значень одного чи кількох параметрів об'єкта.

Раптові відмови не є причиною зміни якого-небудь з експлуатаційних параметрів, що спостерігаються, в зв'язку з чим прогнозувати момент виникнення відмови майже неможливо, оскільки це не може бути передбачено попереднім контролем або діагностуванням. Однак чіткої межі між поступовими та раптовими відмовами встановити не вдається.

**11.2.2 Модель формування поступових відмов.** Найпростіше припущення щодо зміни робочої характеристики параметра об'єкта полягає в тому, що вона має лінійний характер:

$$X=kt$$

або

$$X=a_0 + kt,$$

де  $a_0$  — сталий коефіцієнт, що залежить від початкового стану об'єкта:

$k = V_{zn}$  — швидкість процесу (зношування або зміни параметра  $X$ ),  
 $t$  — час функціонування об'єкта.

Відмова виникає в разі досягнення параметром свого гранично допустимого значення  $X_{max}$ , що трапляється через деякий випадковий проміжок часу роботи виробу  $t = T_{вин}$ .

Гранично допустиме значення параметра  $X_{max}$  визначається з умови нормального функціонування об'єкта.

Напрацювання на відмову  $T_{вин}$  є функцією випадкового аргументу швидкості зміни параметра  $V_{zn}$ , тобто:



Слід зазначити, що в загальному випадку  $X_{max}$  також має розсіювання.

Схема втрати машиною працездатності в загальному вигляді описує процес виникнення відмови для досить великого парку однотипових машин.

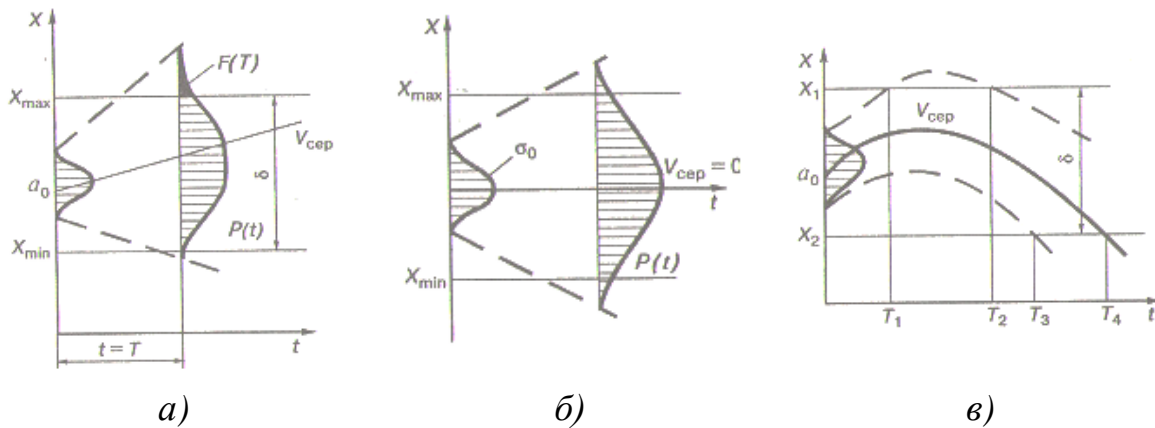
Якщо розглядати конкретний виріб, то значення  $a$  і  $T_{вин}$  перетворюються на не випадкову величину, бо вони характеризують параметри конкретного виробу. Проте враховувати роботу машини за різних умов і режимів експлуатації (що є типовим для багатьох машин), можна з допомогою випадкових величин і для кожного окремого виробу.

Якщо процес зміни параметра починається відразу ( $T_{вин} = 0$ ), то дістанемо типову схему виникнення поступової параметричної відмови. Якщо при досягненні  $X_{max}$  буде різке зростання  $X(t)$ , то, як правило, виникає *відмова функціонування*. Якщо у процесі формування відмови основну роль відіграє виникнення (зародження) процесу  $f(t)$ , а потім процес відбувається з високою інтенсивністю  $X(t) \rightarrow \infty$ , то дістанемо *модель раптових відмов*.

Розсіяння початкових параметрів виробу  $f(a)$  слід враховувати при розгляді певної сукупності виробів, наприклад, парку машин даної моделі, а якщо розглядається конкретний виріб, то значення  $a$  перетворюється на не випадкову величину, бо характеризує початкові параметри саме цього виробу. Якщо врахувати розсіяння початкових параметрів машини внаслідок її роботи при різних режимах, то  $a$  буде випадковою величиною і для кожного окремого виробу.

У деяких випадках для даного робочого параметра можлива наявність двох границь: верхньої  $X_{max}$  та нижньої  $X_{min}$  (рис. 11.2). Це можливо, коли вихідний параметр змінюється в певних межах, наприклад, допуск на розмір оброблюваного на верстаті виробу, жорсткість пружини. Причому в деяких випадках закон зміни вихідних параметрів  $X(t)$  може бути досить складним.

На рис. 11.2, в зображено знаковмінну (за швидкістю процесу) функцію вихідного параметра. Як видно, в середньому за межі допуску параметр виробу виходить лише через проміжок часу  $t = T_4$ . Однак під час роботи в початковий період експлуатації в період від  $T_1$  до  $T_2$  виникає небезпека відмови для виробів, що виконані за верхньою межею допуску, потім безвідмовність їх зростає. Вироби, що виконані за нижньою межею допуску, не мають такого періоду, але вихід їх за нижню межу допуску можливий з моменту часу  $t = T_3$ . Причому  $T_2 < T_3$ , а  $T_3 < T_4$ , тобто чим менший допуск, тим вищий ресурс виробу, тим менша ймовірність появи відмов у даний період часу.



*а – несиметричний допуск; б – симетричний допуск; в – знаковмінна (за швидкістю процесу) функція вихідного параметра*  
 Рисунок 11.2 – Моделі поступових відмов з двома границями.

Знання законів зміни вихідних параметрів виробу в часі (їхнього математичного сподівання та дисперсії) є основою побудови моделі поступових відмов та керування ними.

**11.2.3 Модель формування раптових відмов.** Виникнення раптових відмов не пов'язане зі зміною стану виробу та часом його попередньої роботи, а залежить від початкових параметрів та рівня зовнішніх дій. Тому при побудуванні моделі раптових відмов треба охарактеризувати ті зовнішні умови, які можуть призвести до відмови.

Відомо, що навантаження, яке діє на виріб та його елементи, звичайно має випадковий характер. Водночас будь-який елемент має обмежену міцність, тобто є деяке граничнодопустиме навантаження  $P_2$  яке виріб може витримати без відмов.

При досить малому значенні  $P_2$  гранично допустиме навантаження  $P_2$  в кожний момент часу можна вважати сталим:  $P_2 = const$  (рис. 11.2, а).

Відмова відбувається, коли випадкове навантаження перевищує гранично допустиме. Запас міцності має місце в тому разі, коли випадкове навантаження не перевищує гранично допустимого.

Запас міцності конструкції за середніми значеннями:

$$K_{міц} = \frac{\overline{P_2}}{P_{ф}} > 1.$$

Однак, враховуючи, що гранично допустиме навантаження залежно від випадкових факторів технології виготовлення характеризується деяким розкидом, виріб із самого початку може виявитися непрацездатним. Внаслідок же зміни режимів та умов експлуатації фактичне навантаження  $\overline{P_{ф}}$  також не лишається сталим, тобто характеризує розсіювання вхідних параметрів.

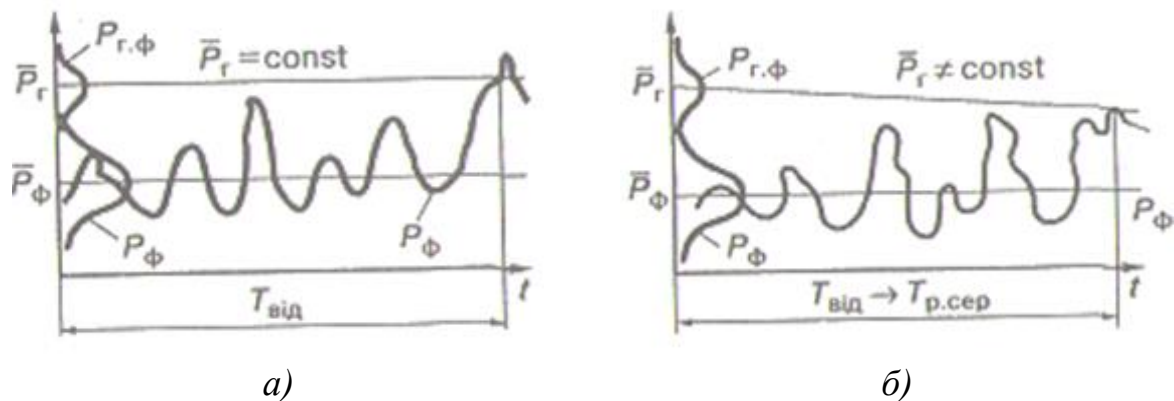
Величина  $\overline{P}_\phi$ , як видно з графіка, змінюється випадково і не залежить від часу функціонування об'єкта. Тому відмова настає за умови, що  $\overline{P}_\phi > \overline{P}_2$ .

Отже, відмова може трапитися внаслідок виникнення неврахованих при конструюванні пікових навантажень (або внаслідок зниження гранично допустимого навантаження поза розрахункове), внаслідок технологічних дефектів, коли виріб послаблений і не витримує відповідних навантажень.

Відмова виникає не як наслідок поступової зміни внутрішнього стану елемента, а лише як наслідок раптової і випадкової дії навантаження  $\overline{P}_\phi$  в поєднанні з фактичним гранично допустимим навантаженням  $\overline{P}_2$ .

Побудова моделі раптових відмов пов'язана з аналізом умов експлуатації машини, режимів її роботи, можливістю виникнення екстремальних навантажень та активного впливу навколишнього середовища.

Підвищення надійності виробу можна дістати або конструктивним поліпшенням елемента та зниженням технологічних дефектів, або зменшенням діючих навантажень.



*a – раптових відмов  $T_{\text{від}} \rightarrow 0$ ;*

*б – поєднання раптових та поступових відмов при  $T_{\text{від}} \rightarrow T_{p.cer}$*

*Рисунок 11.3 – Графічна інтерпретація відмов*

На практиці трапляється поєднання поступових і раптових відмов. Справді, коли напруження машини  $T_{\text{від}} \rightarrow T_{\text{сер}}$  (де  $T_{p.cer}$  – середній ресурс), величина  $P_2$  не лишається сталою, а монотонно знижується за рахунок накопичення пошкоджень, наприклад тріщин від втомленості. В цьому разі відмова відбувається внаслідок поєднання (як і при раптовій відмові) пікового та граничнодопустимого навантаження (рис. 11.3, б). Основною властивістю відмови цього типу, як і для раптових відмов, є випадковий і раптовий характер їх появи. З іншого боку, відмова є



наслідком зниження міцнісних характеристик матеріалу, тобто залежить від спрацювання складових у часі.

Завдання з визначення ймовірності появи таких комплексних відмов досить реальне. Для цього треба дослідити механізм появи відмови, оцінити умови та фактори, які можуть призвести до відмови, визначити закономірність зміни  $P_2(t)$  та ймовірність появи відмови, налагодити діагностування (з урахуванням цієї ймовірності) та своєчасно їй запобігти.

### 11.3 Властивості надійності та методи їх оцінки

Надійність є комплексною властивістю, що складається в загальному випадку з безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збережуваності.

**Безвідмовність** – властивість об'єкта безперервно зберігати працездатний стан протягом певного часу або напрацювання.

В основному безвідмовність розглядається стосовно використання об'єкта за призначенням, але здебільшого потрібна оцінка безвідмовності при зберіганні та транспортуванні об'єкта.

Характер виявлення даної властивості залежить переважно від стану внутрішнього середовища системи (повітряного, оливного, гідравлічного, електрообладнання), який змінюється під дією зовнішнього середовища та режимів робочих процесів, що призводять до відмов і як наслідок – до втрати працездатності.

**Напрацювання** – це тривалість або обсяг роботи об'єкта. Напрацювання машини може визначатися в кілометрах пробігу, годинах, тоннах, кубічних метрах та інших показниках.

Розрізняють безперервне, випадкове, детерміноване (зумовлене змінністю роботи машини чи механізму) і сумарне напрацювання.

Сумарне напрацювання в свою чергу можна поділити стосовно календарного часу на добове, тижневе, подекадне, місячне, кварталне та річне.

Крім цього, розрізняють призначене або задане напрацювання, напрацювання на відмову тощо.

**Довговічність** – це властивість об'єкта зберігати працездатність до набуття граничного стану за встановленої системи технічного обслуговування та ремонту.

**Ремонтпридатність** – це властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до підтримання та відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування (ТО) та ремонту.

Кількісно ремонтпридатність визначають затратами часу, праці та засобів.

До найпростіших властивостей, які визначають ремонтпридатність машин, належать: доступність, контролепридатність, легкозмінність,

складових одиниць та деталей, взаємозамінюваність, блочність і агрегування, ступінь уніфікації, кількість змішуваних точок та ін.

Для зменшення потреби в ТО і ремонтах до виробів ставляться такі вимоги:

- використання в конструкції виробу складових частин з високим рівнем показників безвідмовності, довговічності та збережуваності, що забезпечує мінімальне число замін їх за термін служби виробу;
- використання складових частин, які не потребують зовсім або потребують мінімальної кількості операцій ТО і ремонту;
- вживання заходів, що запобігають або зменшують ерозійне руйнування й корозію складових частин.

**Збережуваність** – властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, які характеризують здатність об'єкта виконувати потрібні функції протягом зберігання та (або) транспортування і після цього.

Збережуваність характеризуються опірністю конструкції зміною характеристик елементів машин під дією вологи, атмосферного тиску, опромінення, забрудненості атмосфери, навколишньої температури та власної маси при зберіганні.

Тривале зберігання та транспортування помітно не відбиваються на поведінці деяких об'єктів під час перебування їх в цих режимах, але після початку роботи значення показників безвідмовності, довговічності, а іноді й ремонтпридатності (за рахунок корозії) можуть виявитися значно нижчими, ніж значення аналогічних показників однотипних об'єктів, що не були на зберіганні і не транспортувалися.

Наприклад, після тривалого зберігання акумуляторів їхня ємність, а отже, і напрацювання на відмову значно зменшуються, хоча під час зберігання відмови виникають відносно нечасто.

Звідси випливає, що термін збережуваності не можна ототожнювати із терміном виникнення відмови під час зберігання або транспортування. Останній характеризує поведінку об'єкта (його безвідмовність) лише під час зберігання і не характеризує вплив зберігання на безвідмовність об'єкта при наступній роботі.

Високі показники збережуваності досягаються за рахунок герметизації та встановлення спеціальних лакофарбових покриттів, встановлення спеціальних пристроїв.

Перелічені властивості оцінюються відповідними показниками, що називаються показниками надійності.

**Показник надійності** – кількісна характеристика однієї чи кількох властивостей, які в сукупності складають надійність об'єкта.

**Комплексний показник надійності** – показник, що характеризується декілька властивостей із числа тих, які становлять надійність об'єкта.

Відмови та тимчасові складові показників надійності можна розглядати як випадкові процеси. Тоді кількісні характеристики надійності

матимуть імовірнісний характер, і для їх визначення можна використати методи математичної статистики й теорії ймовірностей.

Для обробки інформації про надійність застосовують параметричні (ймовірнісні) і непараметричні (статистичні) способи оцінки показників.

Оцінки називаються *непараметричними* тоді, коли при обробці даних не роблять будь-яких передбачень (гіпотез) про вигляд функції розподілу досліджуваної випадкової величини.

*Непараметричний метод* ґрунтується на апараті математичної статистики.

Основним недоліком непараметричних методів є обмежені можливості, що дають змогу мати точкові оцінки показників і в деяких випадках одну з границь довірчого інтервалу.

*Параметричні оцінки* передбачають розрахунок на підставі параметрів законів розподілу досліджуваної випадкової величини, застосовуючи математичний апарат теорії ймовірностей. Закон розподілу встановлюють на підставі апріорної інформації або визначають обробки статистичної інформації. В цьому разі для прийнятого чи встановленого розподілу знаходять його параметри, а потім за ними – точкові та інтервальні оцінки показників надійності. Похибки розрахунків істотно зменшуються, тому даний метод при порівняно великій кількості статистичних даних має перевагу.

Застосування непараметричних методів виправдане тоді, коли немає достовірної попередньої інформації про закон розподілу, досліджуваних випадкових величин і його не можна виявити через малий об'єм вибірки.

Неправильний вибір виду розподілу може призвести до грубіших помилок в оцінках показників, ніж у разі непараметричного методу.

Говорячи про надійність об'єкта, ми не можемо оцінити цю властивість однозначно і конкретно яким-небудь одним показником, оскільки надійність будь-якого об'єкта – властивість комплексна і характеризуються, як уже зазначалося вище, безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю та збережуваністю. Кожна з цих властивостей оцінюється низкою одиничних і комплексних показників надійності. Оцінка деяких з них залежить від обраного плану спостережень (випробувань).

#### ***Запитання й завдання для самостійного контролю:***

1. Що таке надійність?
2. Назвіть чотири основні властивості надійності і поясніть їх.
3. Поясніть терміни: *ремонтований* і *неремонтований* об'єкт, *відновлюваний* і *не відновлюваний* об'єкт.
4. Що таке ресурс і термін служби?
5. Поясніть терміни: *безвідмовність*, *довговічність*; *ремонтпридатність*; *збережуваність*.
6. Що таке одиничний і комплексний показник надійності?

7. Що таке параметричний і непараметричний методи оцінки ймовірності величин?
8. Якими властивостями і показниками оцінюються неремонтовні об'єкти?

#### **11.4 Основні шляхи підвищення надійності**

Для забезпечення показників якості, в тому числі надійності, треба керувати процесом формування їх, спрямовано діючи на його окремі етапи та контролюючи послідовність подій.

*Керування якістю продукції* – це визначення, забезпечення та підтримка потрібного рівня якості продукції під час її розробки, виробництва та експлуатації, здійснюване шляхом систематичного контролю якості та цілеспрямованої дії на умови та фактори, що впливають на якість продукції.

Під якістю розуміють сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність відповідно до призначення. Окремі властивості визначаються кількісними параметрами, що дістали назву показників якості. Складність проблеми якості полягає в тому, що вона є комплексною – технічною, економічною і соціальною.

*Якість виробів* – це відносна характеристика якості продукції, що ґрунтується на порівнянні сукупності показників її якості з відповідною сукупністю показників базових виробів. Номенклатура показників якості залежать від призначення виробу.

У загальному випадку усі показники якості, з урахуванням численних існуючих розробок, можна поділити умовно на сім основних груп і подати у вигляді схеми (рис. 11.4).

Як видно зі схеми, показники надійності є складовою показників якості.

Отже, *надійність* – це обов'язкова властивість будь-яких виробів, але сама по собі вона ще не означає високої якості виробу. Машина може бути дуже надійною, але мати досить низькі технічні характеристики, наприклад як у разі одноковшевих будівельних екскаваторів, відзначених у 60-70-х роках високими нагородами на міжнародних виставках. У цей час за рубежом уже не вдосконалювалися подібні конструкції, а розроблялися принципово нові екскаватори такого самого призначення з гідравлічним приводом. І тому вітчизняні вироби відстали в цій галузі від зарубіжних фірм на багато років.

З іншого боку, якщо машина не має потрібної надійності, то усі її високі технічні дані та інші показники якості втрачають сенс.

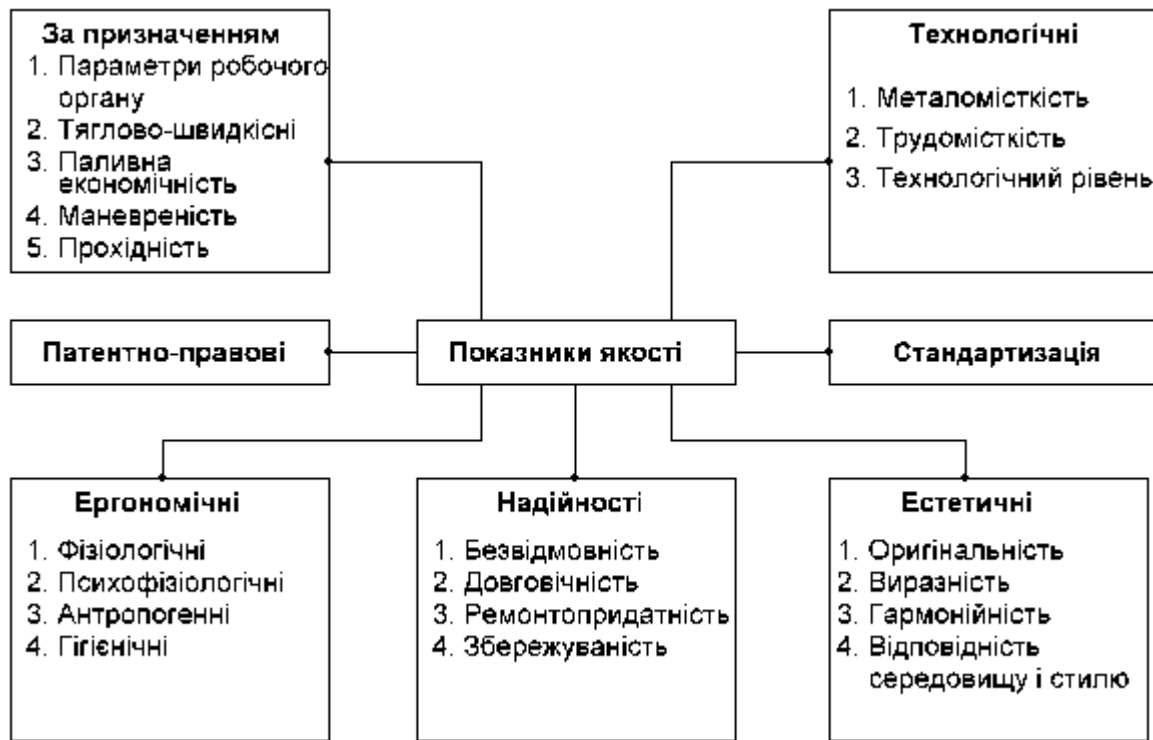


Рисунок 11.4 – Класифікація властивостей якості

Затрати на підвищення надійності по етапах (проекування, виготовлення, експлуатація та ремонт) слід розподілити в такий спосіб, аби дістати найбільший ефект, а в багатьох випадках – підвищення надійності за рахунок не додаткових затрат, а оптимізації режимів руху механізмів машин і на цій підставі – оптимізації параметрів та конструктивних вирішень машин і механізмів.

Наприклад, оптимізація режимів руху механізмів забезпечує зниження пікових навантажень під час експлуатації і дає змогу точніше обчислювати міцнісні показники, знижувати металомісткість і кінцеву вартість машин. Додаткові затрати на оптимізацію параметрів окупуються за рахунок зниження вартості машини та підвищення її надійності і продуктивності. Вибір оптимальних розмірів вузлів тертя забезпечує триваліше збереження точності, а вибір схеми механізмів і допусків на спряження поверхонь скорочує період макроприпрацювання та підвищує довговічність цього механізму. Раціональний вибір типу механізму та розрахунок його на зношування дає змогу (за інших рівних умов) домогтися рівномірнішого зношування та меншого його впливу на вихідні параметри виробу, тощо.

Методи й можливості з підвищення надійності машин досить різноманітні і пов'язані з усіма етапами проектування, виготовлення та експлуатації. Заходи, що вживають у цій області, можна поділити за такими *основними напрямками*:

- створення оптимальної конструкції машин;

- створення машин з регламентованими показниками надійності;
- підвищення опірності машин впливу зовнішніх факторів;
- ізоляція машин від впливу зовнішніх факторів.

### 11.5 Підвищення надійності на стадії проектування

**Основні положення.** Один з основних напрямів підвищення надійності машин – створення оптимальної конструкції машин. З позиції надійності *оптимальною є така конструкція машини та її елементів*, коли з найменшими затратами коштів досягається потрібна тривалість роботи окремих вузлів, механізмів і машини в цілому при заданій безвідмовності та довговічності й регламентованих затратах на технічне обслуговування та ремонт. Тому в основу вибору раціональної конструкції має бути покладено розрахунок, пов'язаний з оптимізацією руху механізмів і обґрунтуванням можливих пікових навантажень, зміною вихідних параметрів, а також розрахунок, пов'язаний з розробленням методів забезпечення потрібних показників надійності машин для оптимізації ресурсу машин, складальних одиниць і складових частин, скорочення ремонтних затрат і оптимізації обсягів виробництва запасних частин для повного задоволення потреб у них. Тільки розкриття цих взаємозв'язків дасть змогу знаходити такі рішення, коли, наприклад, зношування, втомленість, деформація, корозія мінімально впливатимуть на вихідні параметри виробу при одночасному зменшенні собівартості виробу, тобто треба створювати *машину з регламентованими показниками надійності*.

Водночас *конструкція* має бути *раціональною* за її ремонтпридатністю та регламентацією решти властивостей і показників надійності.

Особливе місце посідає розрахунок надійності на стадії проектування.

**Конструктивні заходи щодо підвищення надійності.** Підвищення надійності будівельних машин та обладнання здійснюють за напрямками:

- забезпечення достатньої жорсткості базових деталей;
- зниження концентрації напружень при виборі форми та розмірів деталей;
- поліпшення конструкції та матеріалів ущільнювальних пристроїв (сальників);
- вибір довговічних матеріалів деталей і раціонального поєднання їх у парах тертя;
- створення ефективних фільтрів для очищення повітря, палива, оливи, мастила та робочої рідини машин з гідроприводом;
- створення машин з регламентованими показниками надійності.

Якщо порівняти дві однакові машини, для першої з яких відомі основні параметри та показники, що визначають її надійність, а для другої цих даних немає, то можливості з ефективного використання цих машин будуть істотно відрізнятись.

Для першої машини можна з найбільшим наближенням до справжніх потреб запланувати обсяги ремонтних робіт і вибрати міжремонтний період, а також розрахувати номенклатуру та обсяг запасних частин. Крім того, для цієї машини можна передбачити заходи, що не допускають появи непередбаченого виходу з ладу окремих елементів і вузлів, особливо тих, порушення в роботі яких може призвести до важких наслідків.

*Отже, коли відомі характеристики безвідмовності та довговічності машини та її елементів, можна розробити найефективніші заходи щодо підвищення її надійності в умовах експлуатації.*

Усього цього не можна зробити для іншої машини, де не відомі характеристики надійності і тому параметри ремонтної системи та заходи щодо підвищення надійності не можна оптимізувати. Використати потенціальні можливості даної машини не можна, особливо якщо є небезпека відмови відповідальних вузлів і елементів. Отже, розрахунок і прогнозування надійності, нормування швидкостей процесів старіння набуває важливості ще на стадії проектування машин з позицій їхньої надійності.

Ці вимоги вже розроблено за умов технічного обслуговування та змащування, при технічному діагностуванні, в разі усунення відмов, поточних і капітальних ремонтів, під час зберігання та транспортування тощо.

***Вимоги щодо ремонтпридатності машин. Вимоги при технічному обслуговуванні та змащуванні полягають:***

- у забезпеченні інструкціями про операції технічного обслуговування машини, про терміни виконання їх і технологічної послідовності;
- у доступності до місць регулювання та змащування;
- у застосуванні одноразових мастил, обмеженні кількості місць змащення та мастильних матеріалів;
- у легкозмінності недовговічних елементів та елементів, що підлягають зніманню під час ТО.

***Вимоги при технічному діагностуванні полягають:***

- у забезпеченні проведення операцій діагностування за допомогою діагностичних засобів, що випускають серійно;
- у розробці оціночних параметрів технічного стану машин;
- у збільшенні кількості приладів діагностування, що встановлені на щитку приладів;
- у розробці структури та періодичності діагностування елементів, що визначають працездатність машини.

*Вимоги при усуненні відмов, поточних і капітальних ремонтах полягають:*

- у забезпеченні доступності до місць можливого виникнення відмов і мінімуму затрат часу на усунення їх, заміну недовговічних елементів;
- у забезпеченні вільного доступу до різних кріпильних і фіксуючих пристроїв та можливостей зручного і швидкого розбирання (складання) машини на агрегати та агрегатів на деталі;
- у забезпеченні можливості кріплення агрегатів до стендів при розбиранні (складанні) та випробуванні їх;
- у виключенні можливості неправильного складання з'єднувальних пристроїв (силових передач, гідравлічних елементів, паливо-подачі, електропроводки та ін.).

*Вимоги при зберіганні та транспортуванні полягають:*

- у розробці переліку операцій, необхідних для підготовки до зберігання та транспортування;
- у забезпеченні мінімуму затрат праці при зберіганні;
- у створенні умов, що запобігають корозії різьбових з'єднань і деталей та накопичення на них вологи, пилу, робочих відходів тощо.

## **11.6 Роль технології в забезпеченні надійності**

Підвищення надійності машин конструктори досягають у тісному контакті з технологами при виконанні таких основних технологічних заходів:

- забезпечення потрібної точності виготовлення деталей;
- досягнення високих геометричних характеристик якості поверхонь, особливо тертьових;
- вибір найраціональнішого виду обробки та ін.

***Забезпечення потрібної точності виготовлення деталей.*** Залежить воно від рівня обладнання, що використовується, точності засобів контролю, кваліфікації робітників і поопераційного контролю якості технологічних операцій .

З підвищенням точності виготовлення деталей зменшуються початкові зазори в рухомих з'єднаннях і, як наслідок, час припрацювання тертьових спряжень, жорсткіше регламентуються натяги в нерухомих з'єднаннях, що значно підвищує довговічність машин та їхній доремонтний ресурс.

***Досягнення високих геометричних характеристик якості поверхонь.*** Це суттєво впливає на циклічну, а також на динамічну міцність деталей машин. Чим менша шорсткість, тим більша опірність поверхонь до корозійних зношувань. Однак залежно від умов експлуатації машин у



тертьових парах встановлюють певну оптимальну шорсткість для даної тертьової пари, і цю оптимальну шорсткість слід задавати при проектуванні виробів.

*Відхилення геометричної форми (мікрогеометрія)* певним чином впливає на величину зазору (натягу) спряження, умови контактування, мащення і, отже, значною мірою визначає експлуатаційну надійність вузлів та машини в цілому.

**Вибір найраціональнішого виду обробки.** Він потребує науково виробничої перевірки, бо традиційні конструктивні матеріали та способи зміцнення їх по поверхнях тертя здебільшого вже себе вичерпали.

*Підвищення поверхневої міцності деталей та пар тертя* може бути вирішено лише при використанні принципово нових матеріалів і нової технології, насамперед відкриття явища безспрацьовуваного тертя за рахунок утворення позитивного градієнта.

Коефіцієнт тертя ковзання таких поверхонь становить  $(1...5) \cdot 10^{-3}$ , чого можна досягнути лише при гідродинамічному мащенні тертьових зчленувань.

*Керування поверхневою активністю твердих тіл* дає змогу не лише підвищити ефективність застосування твердих мастил раціональною модифікацією їх, а й розробити нові способи керування поверхневими властивостями твердих тіл.

Добрі результати дає застосування так званих *вічних* підшипників, розроблених лабораторією феромагнітних рідин Іванівського енергетичного інституту, в яких металеві тіла обертання замінено на рідкі кристали.

Великі можливості для підвищення зносостійкості деталей пар тертя закладено в застосуванні так званих булатів, розроблених Харківським фізико-технічним інститутом НАН України.

Спосіб полягає у напиленні в глибокому вакуумі сполук TiN, WC, STaN та інших матеріалів завтовшки 5...15 мкм. Довговічність таких деталей підвищується в 5...15 разів.

Перспективними є такі види зміцнення, як плазмове напилення порошків, термообробка лазером тощо.

### ***Запитання й завдання для самостійного контролю:***

1. Що таке якість продукції?
2. Назвіть показники якості та їхні властивості.
3. Назвіть методи й можливості підвищення надійності машин.
4. Назвіть основні напрями підвищення надійності на стадії проектування.
5. Що таке оптимальна конструкція з позиції надійності?
6. Назвіть конструктивні заходи щодо підвищення надійності.
7. Назвіть основні вимоги до ремонтпридатності.
8. Поясніть роль технології в забезпеченні надійності.

9. Що таке обкатка машин з позицій надійності?
10. Яка форма організації системи планово попереджувальних ремонтів доцільніша і чому?
11. Яке призначення інформації про надійність?

### 11.7 Надійність складних систем

Більшість машин та механізмів — складні системи, що складаються з окремих агрегатів, вузлів, систем керування, деталей тощо.

Під *складною системою* слід розуміти об'єкт, призначений дії виконання заданих функцій, які можуть бути розчленовані на елементи, кожен з яких так само виконує певні функції і перебуває у взаємодії з іншими елементами.

Поняття складної системи умовне. Воно може застосовуватися як до машини в цілому, так і до окремих вузлів та агрегатів (двигун система керування тощо).

Сучасна будівельна машина складається з десятків тисяч деталей, які мають надійно функціонувати протягом заданого періоду.

Аналіз працездатності складної системи пов'язаний з вивченням і структури і тих взаємозв'язків, які визначають надійне функціонування. Важливу роль при цьому відіграють окремі елементи, що входять до даної системи.

Під елементом складної системи слід розуміти її складову частину, яка може характеризуватися самостійними вхідними та вихідними параметрами. Залежно від постійного завдання елемент може бути досить складним і скомпонованим з кількох простіших елементів. Однак при дослідженні надійності системи елемент не розчленовується на складові, і показники безвідмовності та довговічності стосуються елемента в цілому. Можна відновлювати працездатність елемента незалежно від інших елементів і частин системи.

*Вихідні параметри кожного елемента* при зміні їх під час експлуатації мають відповідати вимогам щодо надійності всієї системи.

Вихідні параметри кожного елемента впливають по-різному на формування вихідного параметра всієї системи  $X_2$ , що й визначає її надійність. Можна виділити три основні властивості цих параметрів (рис. 11.5).

Зміна параметра  $X_1$  впливає лише на працездатність самого елемента, а відмова даного елемента призводить, як правило, до відмови виробу.

Параметр  $X_2$  бере участь у формуванні одного (чи кількох) вихідних параметрів усього виробу. Зміна цих параметрів має враховуватися в сукупності зі зміною параметрів даної категорії для інших елементів. При відхиленні від номіналу лише одного параметра не можна судити про відмову елемента.

Параметр  $X_3$  впливає на працездатність інших елементів. Його зміна для решти частин виробу аналогічна зміні зовнішніх умов роботи (наприклад, підвищення температури і вібрацій тощо). Слід зазначити, що кожний параметр може мати один чи кілька з перелічених властивостей. Залежно від того, які властивості вихідних параметрів елементів переважають, формуються й основні риси складних виробів.

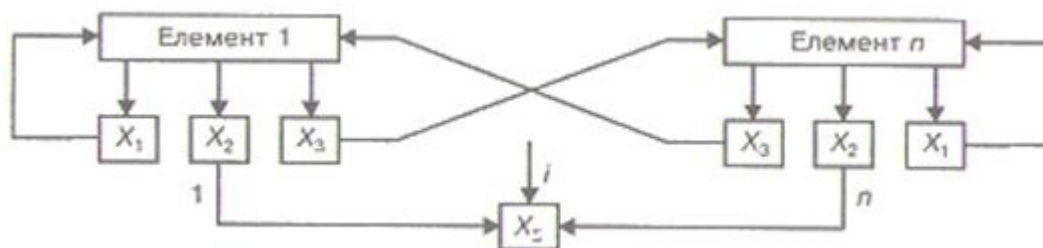


Рисунок 11.5 – Вихідні параметри елементів складних систем

Якщо уявити собі систему, в якій всі елементи мають *параметри лише типу  $X_1$* , тобто впливають на роботу лише певного елемента, то надійність такого елемента можна визначити незалежно від інших частин системи. В цьому разі дістанемо систему, що складається з окремих частин, надійність яких задано або її можна визначити. Аналіз надійності таких систем може бути простий, оскільки елементи працюють як незалежні і для забезпечення надійності системи потрібна і достатня безвідмовна робота кожного елемента зокрема. Такі системи характерні для електричних і здебільшого для гідравлічних систем сучасних машин.

Для механічних систем характерна наявність таких вихідних параметрів окремих елементів, які беруть участь у формуванні вихідних параметрів усього виробу (параметри типу  $X_2$  рис. 11.5). У цьому разі елементи не можна вважати незалежними і для кожного з них визначити показники надійності. Треба розглядати систему або підсистему в цілому і враховувати участь кожного елемента у формуванні вихідних параметрів системи, а також взаємний вплив їх на працездатність (вихідні параметри типу  $X_3$ ). Надійність роботи механічної системи, призначеної для точного переміщення веденої ланки (наприклад, ведучої ланки рульового керування), залежить від зносостійкості ланок, які передають рух від рульового колеса на керовані колеса (ланок черв'ячного редуктора, шарнірів поперечної та поздовжньої рульових тяг тощо). Зношування кожної ланки не може бути лімітовано незалежно від зношування інших ланок, бо велике зношування однієї з них може компенсуватися високою зносостійкістю іншої. Для таких систем слід водночас розглядати роботу всіх ланок і на підставі нього оцінювати надійність системи.

Для складних систем характерна комбінована побудова структури, коли надійність окремих підсистем можна розглядати незалежно.

Отже, з позиції надійності можуть бути такі структури складних систем:

- *розчленовані* — в яких надійність окремих елементів завчасно визначена, бо відмову елемента можна розглядати як незалежні події;
- *зв'язані* — у яких відмова елементів є залежною подією, зв'язаною зі зміною вихідних параметрів всієї системи;
- *комбіновані* — складаються з підсистем із зв'язаною структурою і з незалежним формуванням показників надійності для кожної з підсистем.

З огляду на надійність елементи сучасних машин беруть участь у формуванні вихідних параметрів всього виробу.

Тому, по-перше, параметри такої системи не можна вважати незалежними і для кожного з них показники надійності слід визначати та керувати ними окремо. В цьому разі систему і підсистему слід розглядати в цілому та враховувати участь кожного елемента в формуванні вихідних параметрів системи. Крім того, треба враховувати вплив їх на працездатність інших елементів системи. Для таких систем треба одночасно розглядати роботу всіх ланок і на підставі цього оцінювати надійність системи в цілому. Як правило, безвідмовність роботи елементів — погрібна, але недостатня умова для безвідмовної роботи всієї системи, бо велику роль відіграють взаємозв'язки, коли працездатні елементи виявляють побічні дії на інші елементи і можуть вивести їх з ладу.

По-друге, малі зміни параметрів кожного з елементів (у межах норми) можуть дати таке поєднання, яке несприятливо вплине на працездатність виробу. Це може відбуватися через складність функціонування системи га через те, що допуски на параметри и елементів, як правило, призначаються без урахування всіх можливих взаємодій та взаємовпливів.

Отже, специфіка оцінки надійності складних виробів сучасних машин полягає в тому, що в складних системах велику роль в грають зв'язки між її елементами.

Треба зазначити, що ефективність роботи машини залежить не тільки від конструктивних і технологічних особливостей, а й значною мірою від того, наскільки вдало підібрані для неї паливо й олива, наскільки повно за якістю вони відповідають вимогам, що ставляться до них. Якість палива та оливи може бути причиною як підвищення, так і зниження надійності та економічної роботи двигуна та машини в цілому.

Ретельний аналіз і виявлення всіх видів відмов — це передумова для успішного розв'язання завдань з підвищення надійності виробу.

## 12 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ І НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ЗБІРНОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ТА ПРОЦЕСІВ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### 12.1 Розробка системи експлуатації інструменту на важких верстатах

У основу розробки системи експлуатації різального інструменту покладені наступні принципи ISO 9000 : 2000 [9.19.2]

- орієнтування на вимоги до процесу експлуатації інструменту, що висуваються споживачами;

- визначення цілей, напрямів, завдань експлуатації інструменту на основі аналізу умов і особливостей цього процесу на важких верстатах

- розгляд питань експлуатації інструменту, пов'язаних не лише безпосередньо з обробкою деталей на важких верстатах, але і з іншими інформаційними, техніко-економічними, організаційними і іншими процесами, необхідними для забезпечення раціонального використання різальних інструментів;

- визначення усіх необхідних параметрів, що забезпечують раціональну експлуатацію інструменту, встановлення механізмів взаємодії між ними;

- управління експлуатацією інструменту як єдиною системою з використанням комплексного підходу до оцінки рівня якості процесу і визначення шляхів його удосконалення;

- застосування кваліметричного підходу до кількісної оцінки якості експлуатації, що полягає в побудові ієрархічної структури властивостей процесу експлуатації, визначенні їх оцінок і весомостей на різних рівнях розгляду, що дозволяють отримати комплексну оцінку якості експлуатації;

- встановлення залежностей для формування цільових функцій і ухвалення рішень при визначенні раціональних регламентів експлуатації інструментів з урахуванням стохастичного характеру роботи інструмента на важких верстатах;

- визначення параметрів, що управляють якістю експлуатації

При побудові структури системи експлуатації інструменту на важких верстатах (рис. 12.1) експлуатація інструменту розглядається як сукупність процесів: організаційного, управління ресурсами, обслуговування технологічної системи, підготовчо-інформаційного, процесу обробки деталей і процесу забезпечення зворотного зв'язку (оцінки, аналізу, вдосконалення).[38]

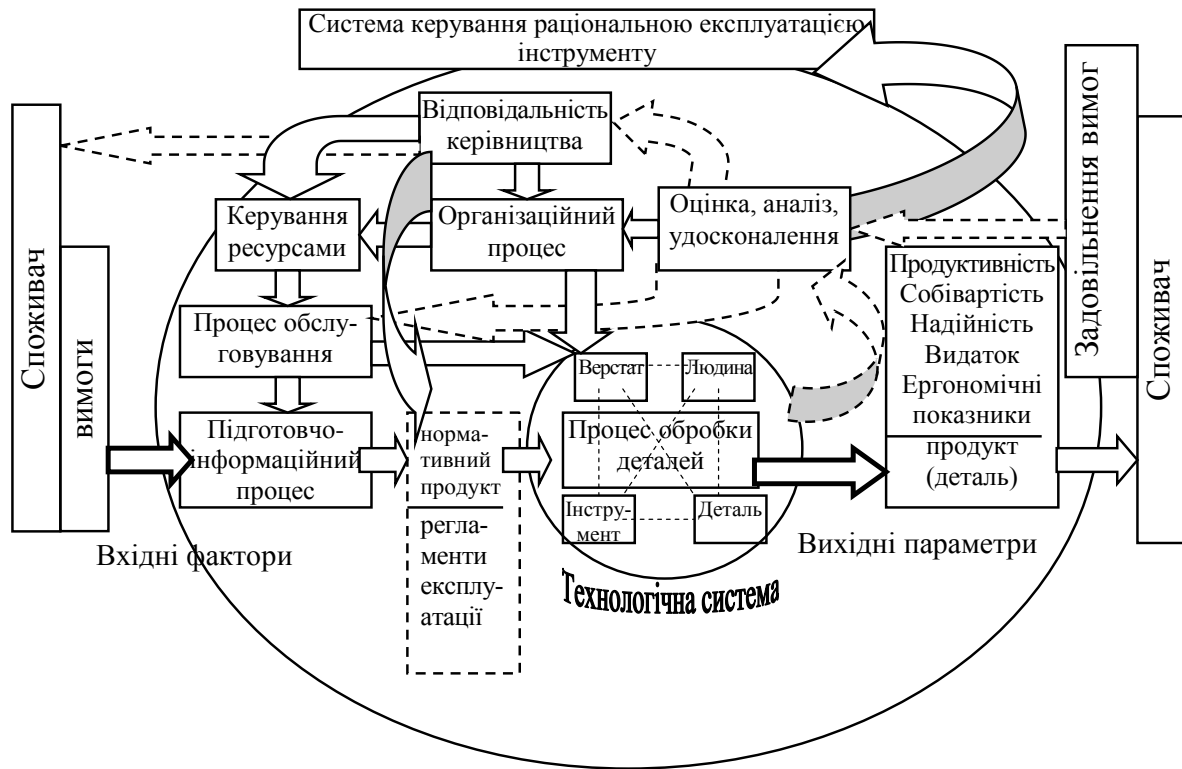


Рисунок 12.1 – Модель системи управління процесом експлуатації інструменту у відповідності з ISO 9000:2000

Розроблена система орієнтована на споживача, який спочатку формує вимоги щодо експлуатації інструменту, а потім контролює точність їх виконання. Споживачами можуть виступати різні служби, що забезпечують використання різального інструменту на рівні всього підприємства, цеху, дільниці і т. д. На кожному вході і виході окремих процесів системи експлуатації інструменту може бути свій споживач, але в кінцевому підсумку безпосереднє використання інструменту завершується на стадії обробки деталей. Під раціональної експлуатації різального інструменту розуміється такий процес його використання, при якому поряд з високою продуктивністю і мінімальними витратами досягається можливо менша витрата інструменту при заданому рівні його надійності і психофізичного навантаження на верстатника. В окремих випадках у зв'язку з виробничою ситуацією можуть висуватися додаткові вимоги до процесу експлуатації інструменту, наприклад забезпечення стабільного стружкодроблення, мінімізація енергетичних витрат та ін. В цьому випадку формуються додаткові цільові функції або обмеження. Розробленою системою управління якістю процесу експлуатації інструменту передбачається особлива роль "керівництва" яка може бути покладена на службу технагляду. Для управління якістю процесу необхідно розробити методи його кількісної оцінки якості. Нижче розглянутий круг питань, пов'язаних з квап і метричним підходом до оцінки якості експлуатації інструменту.

## 12.2 Рівень якості процесуексплуатації різального інструменту

Оцінка рівня якості процесу – це відносна характеристика його якості, ґрунтована на порівнянні оцінюваних значень показників якості процесу з базовими. Оцінка рівня якості процесу експлуатації інструменту здійснюється за допомогою методів прикладної кваліметрії, завданнями якої є розробка конкретних методик оцінки якості об'єктів різного виду і призначення [2,22,41,43,46 та інші].

Нині основні принципи кваліметрії узаконені стандартами ISO 9000, відповідно до яких дані визначення показників якості [8,19,55,58,59 та інші].

**Якість процесу експлуатації** – це здатність сукупності властивостей процесу виконувати вимоги виробництва, що пред'являються до нього.

Оцінка рівня якості експлуатації інструменту може здійснюватися для окремих видів інструменту, для робочого місця, ділянки, цеха, для підприємства в цілому та інше.

При виборі властивостей що характеризують процес експлуатації, необхідно аналізувати їх кількість, номенклатуру, взаємозв'язки і структуру.

Номенклатура властивостей встановлюється як з урахуванням загальних рекомендацій, що стосуються якості продукції або процесів [32,36,38 та інші], так і вимог до процесу експлуатації різального інструменту, стосовно конкретних умов його роботи і завдань оцінки якості. Враховуються також наступні вимоги, що висуваються теорією ухвалення рішень:

1 *Повнота* – використання будь-яких додаткових властивостей не міняє результатів.

2 *Операційність* – кожна властивість повинна мати зрозуміле формулювання, ясний і однозначний сенс, зручність застосування.

3 *Декомпозиємість* – набір властивостей повинен забезпечувати можливість їх спрощення, розкладання на частини як якості виробу в цілому, так і складових його складних властивостей на простіші.

4 *Ненадмірність* – різні властивості не повинні враховувати один той же аспект наслідків, відкидання додає одного приведе до зміни результатів.

5 *Мінімальність*.

6 *Вимірність*.

Раціональна кількість властивостей розраховується за допомогою теорії інформації [69]. Встановлено, що збільшення числа властивостей понад 10 мало змінює інформованість про якість процесу.

Властивості, що становлять якість процесу експлуатації інструменту, мають складний взаємозв'язок і є системою. Зв'язки між властивостями настільки складні, що їх кількісний аналіз ускладнений. Структуру

властивостей доцільно упорядкувати у вигляді ієрархічного дерева. Ієрархічне дерево будується за певними правилами.

Для оцінки якості експлуатації різального інструменту складалася структурна схема усіх найбільш важливих властивостей, що характеризують цей процес. Якість процесу експлуатації, як найбільш узагальнена комплексна властивість процесу, розглядається на найвищому вом рівні структурної схеми, а складові його – нижче.

Ієрархічна структура будувалася так, що кожна властивість  $j$ -го рівня розгляду визначалася властивостями  $j+1$  рівня. Структурна схема будувалася аж до простих властивостей, тобто до властивостей, які досточно просто оцінюються. У останньому випадку властивості, що лежать на найнижчому рівні, можна назвати умовно - простими. На рис. 12.2 представлена ієрархічна система властивостей, що становлять якість експлуатації різального інструменту.[38,68]

На першому рівні розгляду якість процесу визначається 4 групами властивостей: властивостями призначення, технічними властивостями, пов'язаними з обробкою (які проявляються безпосередньо в процесі обробки деталей різанням), а також властивостями обслуговування технологічної системи і організаційними властивостями. Властивості призначення експлуатації інструменту займають особливе по-ложение, оскільки є вектором критеріїв управління якістю процесу (цифра означає рівень розгляду):

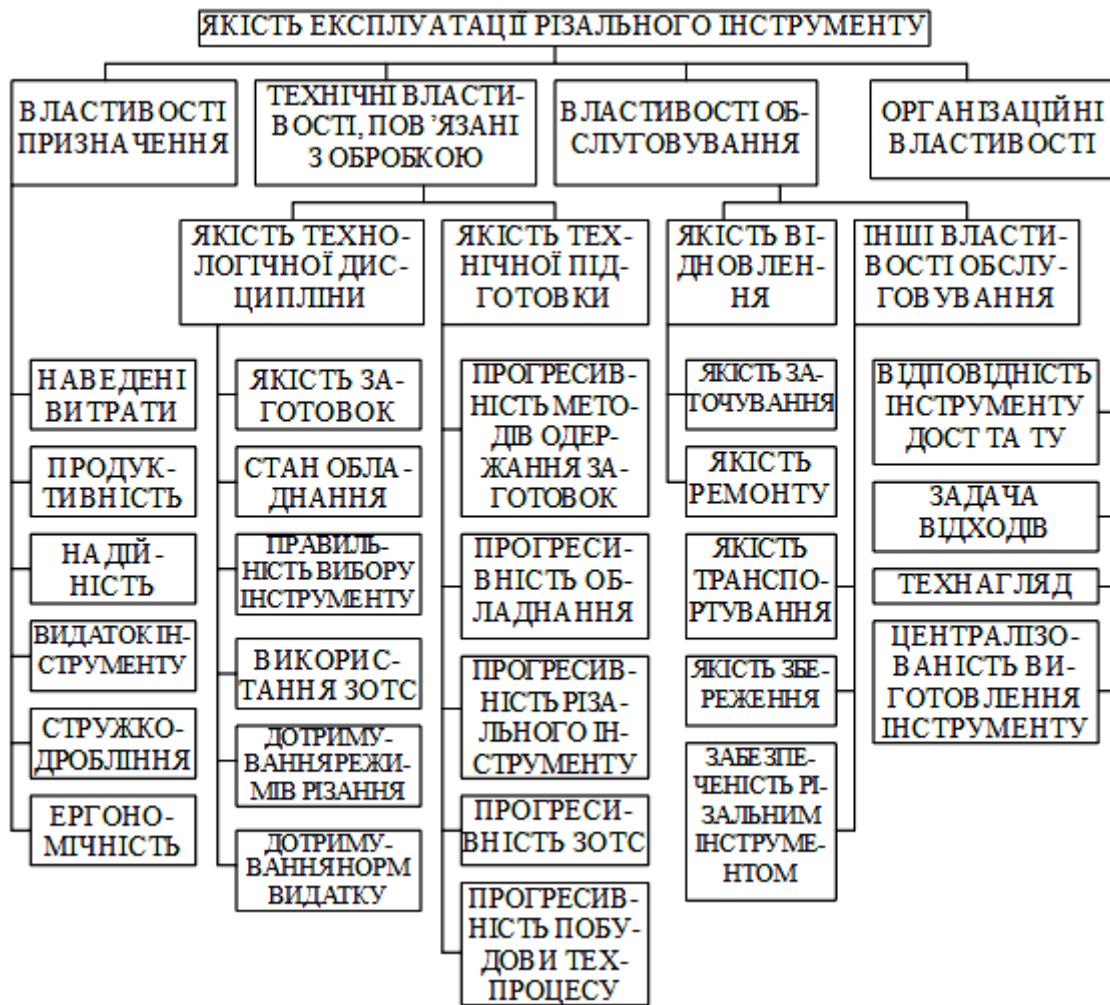
$$U^{-1} = (U_1^3, U_2^3, U_3^3, U_4^3, U_5^3).$$

Кожен з критеріїв  $U^3$ , (продуктивність, приведені витрати, надійність, витрата інструменту, навантаження на робітника), розглянутих на 3-му рівні, характеризується умовно-простими властивостями 4-го рівня розгляду (елементами режиму різання і витрати, показниками надійності, економічними показниками), які є параметрами (регламентами) процесу експлуатації інструменту, що управляють. Їх кількісна оцінка представляє вимірювані у виробництві показники, віднесені до базових (нормативним) значень.

До технічних властивостей на 2-му рівні розгляду віднесені якість технологічної дисципліни і якість технологічної підготовки. Перша властивість характеризується властивостями 3-го рівня – відповідністю заготовок, устаткування, інструменту, МОТС, режимів різання і норм зносу і витрати інструменту вимогам нормативно-технічною документацією. Друга властивість на 3-му рівні аналізу характеризується прогресивністю використовуваних заготовок, обладнання, інструменту, МОТС, техпроцесів.

Властивості обслуговування на 2-му рівні аналізу визначаються якістю відновлення (заточка і ремонт) та іншими властивостями обслуговування (забезпеченістю різальним інструментом, якістю транспортування і зберігання), що розглянуті на 3-му рівні.



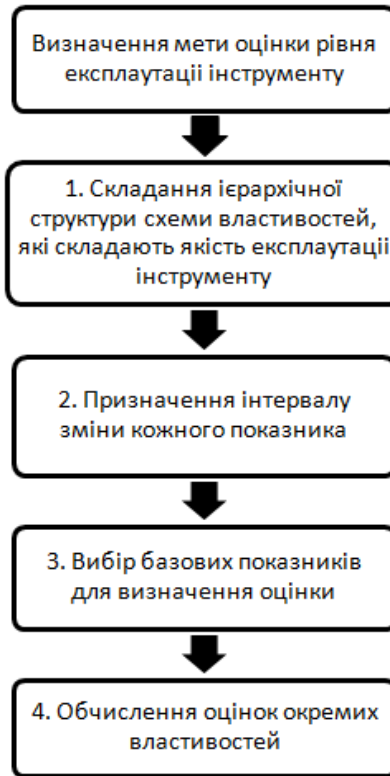


*Рисунок 12.2 – Ієрархічна система властивостей, що складають якість експлуатації різального інструменту*

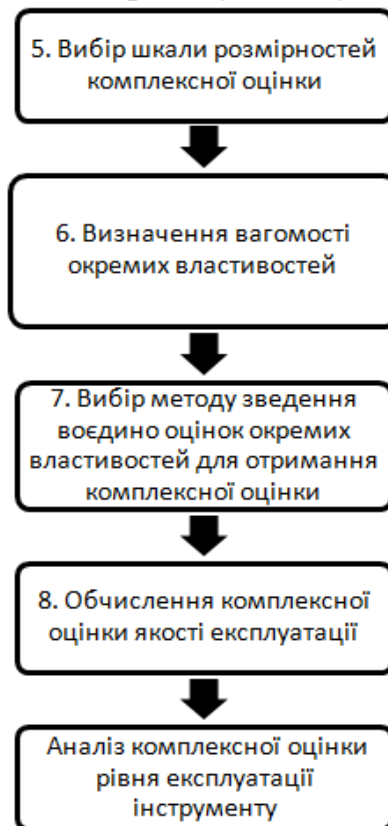
До організаційних властивостей на нижчому рівні розгляду відносяться перевірка відповідності інструмента ДСТУ и ТУ, задача відходів, технагляд, централізованість виробництва інструменту. Вони визначають організаційні заходи з підвищення якості процесу експлуатації інструмента.

Кожна властивість 4-го рівня може бути розкладена на властивості ще більш низького рівня, наприклад: якість заготовок характеризується припуском, твердістю, дефектами поверхні; стан обладнання – жорсткістю, точністю, віброніжністю і т.д. На рис. 12.3 наведено алгоритм комплексної оцінки рівня якості експлуатації інструмента.

Перший етап.  
Оцінка одиничних властивостей процесу експлуатації



Другий етап.  
Оцінка складних властивостей процесу експлуатації і його якості в цілому



*Рисунок 12.3 – Алгоритм комплексної оцінки рівня якості експлуатації різального інструмента*

Процес експлуатації інструмента володіє практично нескінченною кількістю властивостей, які характеризують його якість. Разом з тим на практиці при обчисленні комплексного показника якості  $V_9^{заг}$  завжди приймається до уваги порівняно обмежена кількість властивостей  $n$ , значно менше, ніж теоретично можлива їх кількість  $n_T$ , тобто завжди дотримується співвідношення  $n \ll n_T$ .

Але очевидно, що величина  $V_9^{заг}$  залежить від кількості прийнятих до уваги властивостей  $n$ . Тут доводиться враховувати дві тенденції. Перша тенденція полягає в тому, щоб побудувати таку розрахункову модель якості процесу, яка найбільшою мірою відповідала б реальному процесу експлуатації інструмента:

$$K_i^j = f\left(\frac{P_i}{P_i^{ет}}\right),$$

де  $K_i^j$  – оцінка комплексної  $i$  властивості на  $j$ -му рівні аналізу;  
 $P_i$  і  $P_i^{ет}$  – виробничі показники якості  $i$  властивості відповідно фактичний і еталоний

Рівень якості експлуатації (розглянутий на рівні  $j+1$ ) дорівнює

$$y_e^{j+1} = \sum_{i=1}^n K_i^j \cdot B_i^j,$$

де  $B_i^j$  – вагомість  $i$  властивості на  $j$ -му рівні аналізу

У зв'язку з цим існує прагнення зменшити кількість властивостей, враховуючи, що виробничі показники умовно-простих властивостей визначають статистично або експериментально. На їх збір витрачається багато часу і засобів.

Розумне поєднання цих обох тенденцій укладене в рішенні рандомізувати властивості, застосувати у визначенні того необхідної і достатньої кількості властивостей якості, які доцільно використовувати, щоб отримати правильну оцінку якості процесу в межах необхідної точності.

При виборі одиничних показників для оцінки якості експлуатації інструменту застосовувалися 3 підходи:

1- використовувалися тільки об'єктивні показники, тобто показники, що обґрунтовані на різних звітних даних, кількісних оцінках, вимірах і тому подібне. Такі показники найбільш надійні, але вимагають іноді тривалого обстеження. В деяких випадках, наприклад, при оцінці рівня прогресивності процесу, вони взагалі непридатні.

2- використовувалися тільки суб'єктивні показники. Ці методи дозволяють на підставі збіглого обстеження шляхом бальної або експертної оцінки робити укладення про рівень якості. Суб'єктивні методи

значно менш точні. Проте в деяких випадках, коли немає можливості отримати об'єктивну оцінку, вони незамінні.

3- поєднання об'єктивних і суб'єктивних оцінок - найбільш надійний спосіб отримання одиничних показників. Використовувалася максимальна можливість зробити оцінку об'єктивною і тільки у разі невдачі застосовувалися методи суб'єктивних оцінок.

Величина фактичних показників якості  $P_{факт}$  є постійною характеристикою, властивою кожній властивості, яка визначалась на підставі обстежень, спостережень, випробувань, опитувань і тому подібне у виробничих умовах.

Величина базових еталонних показників  $P_{ет}$  залежить не лише від самої властивості, але і від вибраної для порівняння бази (еталону). При постійному значенні  $P_{факт}$  можуть бути різні значення  $P_{ет}$ . Інакше кажучи, поза вибраним еталоном для порівняння показника не можна говорити про оцінку рівня якості цієї властивості.

Фактичні рівні властивостей (абсолютні показники) визначалися на основі даних наступними методами [47]:

1. *Метод анкетного опитування.* Залежно від мети визначення рівня експлуатації інструменту розробляється анкета з переліком питань, заповнюється на заводі фахівцем або бригадою для збору інформації. При цьому передбачаються анкети показників в цілому по заводу і анкети показників цеху, ділянки і тому подібне, заповнюються інженерно-технічними робітниками.

2. *Метод моментних спостережень.* Метод полягає в тому, що спостерігач у випадковому порядку обходить верстати, на яких застосовується використовуваний інструмент і фіксує його стан: основний час, допоміжний час, простої операції, працездатність або відмову, а також умови: оброблюваний матеріал, розміри деталі, режими різання і таке інше.

Для забезпечення випадковості відвідування робочих місць краще пронумерувати усі можливі маршрути обходів і, користуючись таблицею випадкових чисел, скласти графіки обходів. Збір даних доцільно робити на початку, середині і кінці місяця, початку, середині і кінці зміни. Спостереження заносилися в протокол.

3 *Збір інформації по зписаному інструменту.* Різці (зточені і зруйновані) ділилися на групи по типорозмірам, результати вимірів заносилися в протокол. Метод аналізу стану зписаних інструментів застосовувався головним чином для приблизної оцінки міцності і довговічності інструменту.

У більшості випадків в якості початкових матеріалів для розрахунку абсолютних показників використовувалися матеріали контрольних перевірок заводів. При виборі методів визначення абсолютних показників враховувалися також раніше розроблені методичні матеріали .

В якості базових застосовувалися, в першу чергу, показники різних нормативів, ГОСТів, також показники, встановлені на основі інших регламентуючих документів. За відсутності таких базовими приймалися експертно встановлені показники або показники передових підприємств.

Рандомізація властивостей (встановлення їх рангу) робилася на підставі визначення весомостей властивостей, встановлених експертним методом.

Структура властивостей для оцінки якості, яка заздалегідь розроблялася, також оцінювалася експертно.

Експертна оцінка якості широко застосовується в різних областях. Є теоретично обгрунтована процедура і добре розроблені математико-статистические методи обробки даних експертизи. Загальні питання організації і проведення експертної оцінки якості обумовлені стандартами. Стосовно різального інструменту методика експертної оцінки розроблена в ДДМА [30,31,36,47]. Встановлено, що залежно від конкретних умов доцільно застосовувати групову експертизу зі взаємодією експертів або без взаємодії. Перша скорочує терміни оцінки, полегшує роботу при недостатній кваліметричній підготовці експертів, друга вимагає меншої витрати часу експертів, зменшує вплив авторитетів на результати оцінки.

На рис. 12.4 наведено порядок виконання робіт при експертній оцінці якості інструменту. Спочатку формується так звана робоча група, до складу якої входять організатор - фахівець з кваліметрії і, бажано, з експлуатації різального інструменту, один-два фахівця з інструменту і чотири-шість технічних працівників.

Далі уточнюється методика експертизи і готуються матеріали для експертів, формується експертна група, у складі якої має бути не менше семи осіб. Структура властивостей і методика оцінки їх якості експертами лише обговорюються і приймаються голосуванням. Основні етапи експертизи здійснюються в декілька турів (зазвичай два або три). У кожному турі експерти спочатку оцінюють ваговість або одиничний показник якості. Досвід показує доцільність застосування для оцінок десятибальної системи, причому, найважливіша властивість або показник базового зразка береться за 10 балів. Є ряд прийомів, що полегшують роботу експертів. Наприклад, перед бальною оцінкою доцільно ранжувати властивості або конструктивні варіанти, розташувати їх в ряд в порядку зменшення важливості або погіршення якості.

У багатьох випадках корисний метод парних порівнянь.

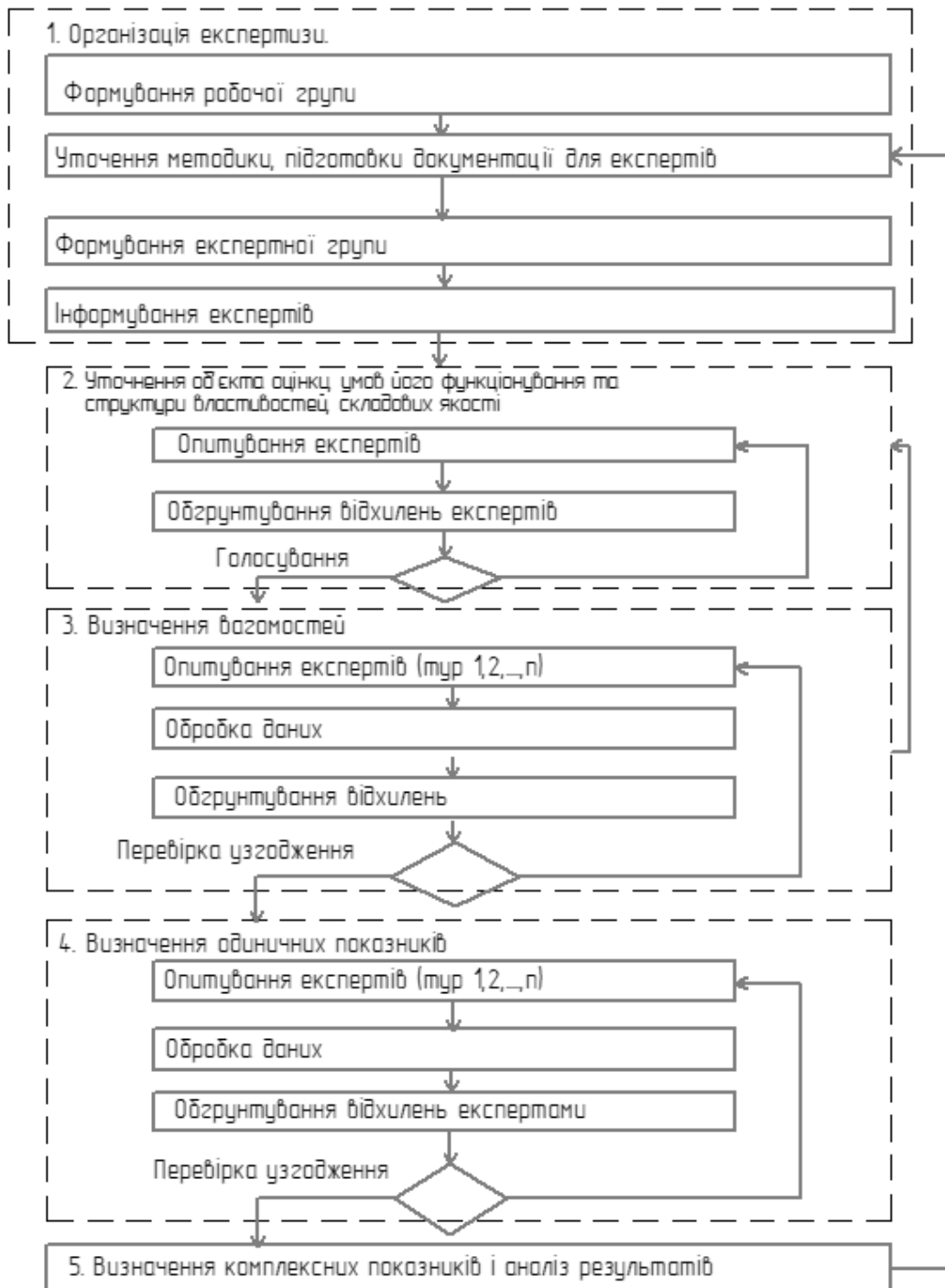


Рисунок 12.4 – Порядок виконання робіт при експертній оцінці якості об'єкту

Далі робоча група розраховує середні значення оцінок, розмах оцінок (різниця між найменшою і найбільшою оцінками) квартилі (четверті частини розмаху) і відносний розмах (відношення розмаху середнім значенням). Експерти, оцінки яких потрапили в крайні квартилі (тобто істотно відхилялися від середніх), зобов'язані обґрунтувати свої оцінки, які піддаються обговоренню.

Після кожного туру керівник експертної групи аналізує узгодженість думок експертів на основі аналізу величини відносного розмаху оцінок і виступів експертів. Якщо відносний розмах оцінок вагомостей усіх властивостей і усіх одиничних показників якості знизиться до 0,5-1,0 і в обґрунтуванні своїх цифр експерти не висувають нових міркувань, заздалегідь вважається, що думки узгоджені, і проводиться повніша перевірка узгодженості думок по коефіцієнту варіації  $V_{екп}$  – відношенню середніх квадратичних відхилень  $S_i$  оцінок до їх середніх значень  $\overline{m}_{ij}$ :

$$V_{екп} = S_i / \overline{m}_{ij}.$$

Середнє квадратичне відхилення величин визначається:

$$S_i = \frac{1}{r-1} \sqrt{r \sum_{j=1}^r (\overline{m}_{ij} - m_i)^2},$$

де  $i$  – номер властивості;

$j$  – номер експерта;

$r$  – число експертів в групі.

Узгодженість вважається високою при  $V_{екп} < 0,10$ , вище за середню – при  $V_{екп} = 0,11 \dots 0,15$ , середньою, –  $V_{екп} = 0,16-0,25$ , нижче середньої – при  $V_{екп} = 0,26 \dots 0,35$  і низькою – при  $V_{екп} > 0,35$ .

Якщо узгодженість середня або вище за середню, можна перейти до перевірки узгодженості думок експертів про вагомість усіх показників або про одиничних показників якості. Це робиться шляхом розрахунку коефіцієнта конкордації. При узгодженості нижче середньої потрібно повторний тур опитування.

Після закінчення роботи експертів робоча група розраховує вагомість у відносних одиницях так, щоб їх сума дорівнювала 1, визначає комплексний показник якості і складає висновок про результати експертизи. Для конкретного виробництва іноді досить обмежуватися найбільш значимими для цього підприємства властивостями. Тому номенклатура властивостей повинна кожного разу уточнюватися. Для обґрунтування номенклатури показників і визначення вагомостей окремих властивостей проведена експертна оцінка властивостей, що становлять якість експлуатації різального інструменту [47]. До складу експертної групи входили 7 експертів - представники НТУУ «КПІ», НПО «Більшовик», ПраТ «Новокраматорський машинобудівний завод», ПраТ «Краматорський завод важкого верстатобудування», ДДМА. Результати ранжування і оцінки вагомостей властивостей, що становлять якість експлуатації різального інструменту, представлені в табл. 12.1 і 12.2.

Таблиця 12.1 – Результати експертної оцінки ранжування властивостей 3-го рівня розгляду, що складають якість експлуатації інструменту.

№ експерта	Номер властивості															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Ранг властивості															
1	5	-	6	-	5	2	1	3	4	-	-	-	5	5	5	-
2	1	4	1	4	1	2	2	1	1	2	3	4	1	3	3	4
3	1	15	2	16	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	3	11	2	10	5	11	4	3	6	9	8	13	5	7	12	1
5	4	8	3	7	5	6	1	2	5	10	9	11	6	11	11	10
6	1	8	4	8	3	2	5	6	7	10	10	11	9	12	12	3
7	9	15	8	11	2	3	1	10	4	7	5	12	6	13	15	14
середнє	3,43	8,72	3,7	8,0	3,43	3,7	2,71	4,43	4,86	6,57	6,29	8,71	6,14	9,0	10,1	6,57

Таблиця 12.2 – Результати експертної оцінки визначення вагомостей властивостей, що складають якість процесу експлуатації інструменту

№ експерта	Номер властивості															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Вагомість властивості															
1	0.08	-	0.07	-	0.08	0.16	0.20	0.09	0.08	0.03	0.06	0.01	0.05	0.01	0.01	0.07
2	0.01	0.01	0.10	0.01	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.06	0.03	0.01	0.10	0.03	0.01
3	0.15	0.02	0.11	0.01	0.13	0.09	0.08	0.06	0.055	0.045	0.04	0.06	0.03	0.01	0.06	0.06
4	0.10	0.02	0.11	0.03	0.02	0.09	0.10	0.08	0.04	0.05	0.01	0.08	0.06	0.06	0.01	0.12
5	1.09	0.04	0.10	0.05	0.08	0.06	0.20	0.14	0.08	0.02	0.03	0.01	0.06	0.01	0.01	0.02
6	0.15	0.05	0.10	0.05	0.10	0.15	0.08	0.07	0.06	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.05
7	0.02	0.03	0.05	-	0.08	0.05	0.22	-	0.10	0.005	0.10	0.005	0.15	0.05	0.005	0.005
середнє	0.10	0.03	0.09	0.03	0.095	0.09	0.14	0.08	0.08	0.035	0.05	0.01	0.07	0.03	0.01	0.05



Вищий ранг, на думку експертів, має 7 властивість "Правильність вибору інструменту", ця властивість має і найбільшу вагомість – 0,14. Далі в порядку ранжування знаходяться властивості, що визначають відповідність верстатів, інструментів і заготовок вимогам нормативно - технічної документації, що мають відповідно до вагомостей 0,10; 0,095; 0,09. Найменш важливими визнані властивості “транспортування”, “зберігання” і “здачі відходів” з відомостями – відповідно до 0,03; 0,01; 0,01 (коефіцієнти варіації вагомості, що підтверджують високу узгодженість експертів, знаходилися в межах – 0,12...0,16). У таблиці 12.3 представлені властивості якості експлуатації інструменту в порядку їх ранжування.

*Таблиця 12.3 – Властивості якості експлуатації інструменту в порядку їх ранжирування*

Найменування умовно-простих властивостей	Ранг властивості	Вагомість властивості
Правильність вибору інструменту	2.7	0.14
Стан обладнання	3.4	0.10
Відповідність інструменту ДСТУ і ТУ	3.4	0.095
Відповідність заготовок вимогам креслення	4.0	0.09
Прогресивність різального інструменту	4.1	0.09
Дотримання режимів різання	4.4	0.08
Дотримання норм зносу і витрати інструменту	4.5	0.08
Якість відновлення	6.1	0.07
Забезпеченість різальним інструментом	6.3	0.05
Застосування МОТС	6.6	0.05
Прогресивність побудови техпроцесу	6.6	0.035
Прогресивність методів отримання заготовок	8.0	0.03
Прогресивність обладнання	8.7	0.03
Якість здачі відходів	8.70	0.01
Якість транспортування	9.0	0.03
Якість зберігання	10.0	0.01

В залежності від мети оцінки якості процесу експлуатації інструменту визначається номенклатура властивостей відповідно до їх міри важливості (вагомостей).

Рандомізація властивостей, що становлять якість процесу експлуатації, якнайповніша номенклатура яких представлена ієрархічною структурою (див. рис. 12.5), дозволила визначити найбільш важливі складові процесу експлуатації інструменту, які обов'язково необхідно враховувати при розробці регламентів експлуатації інструменту. Моделлю системи управління процесом експлуатації інструменту передбачена

підсистема підготовчо-інформаційного процесу, виходом якої є нормативний продукт рекомендації по вибору параметрів, що управляють, системи. До складу цієї підсистеми увійшли і процеси, що забезпечують найбільш вагомні показники якості експлуатації інструменту. Використовуючи підхід "з позиції процесу", узаконений ISO 9000; 2000 [9, 41,43], інформаційно-підготовчу підсистему раціональної експлуатації інструменту можна представити у вигляді ланцюга підсистем - процесів, кожен з яких (окрім крайніх) пов'язаний з двома сусідніми. Входом подальшого процесу є вихідні параметри попереднього. Кожен процес має складну власну структуру і сприяє рішенню окремих завдань експлуатації різальних інструментів :

- 1) виявлення найбільш поширених умов експлуатації інструменту, для яких потрібні детальні дослідження;
- 2) вибір різального інструменту і забезпечення контролю його якості;
- 3) обґрунтування структури загальномашинобудівних нормативів різання, методології їх розробки, що забезпечує облік усього комплексу значимих чинників процесу експлуатації інструменту і мінімальний час для вибору регламентів експлуатації;
- 4) здійснення контролю і управління якістю процесу експлуатації інструменту.

Але в цілому інформаційно-підготовчий процес експлуатації різальною інструменту з використанням банків даних, системи математичних моделей і функцій, розроблених методик оцінки якості процесу призначений для визначення базових показників якості процесу, відхилення від яких знижує стабільність обробки деталей і якість усього процесу експлуатації інструменту.

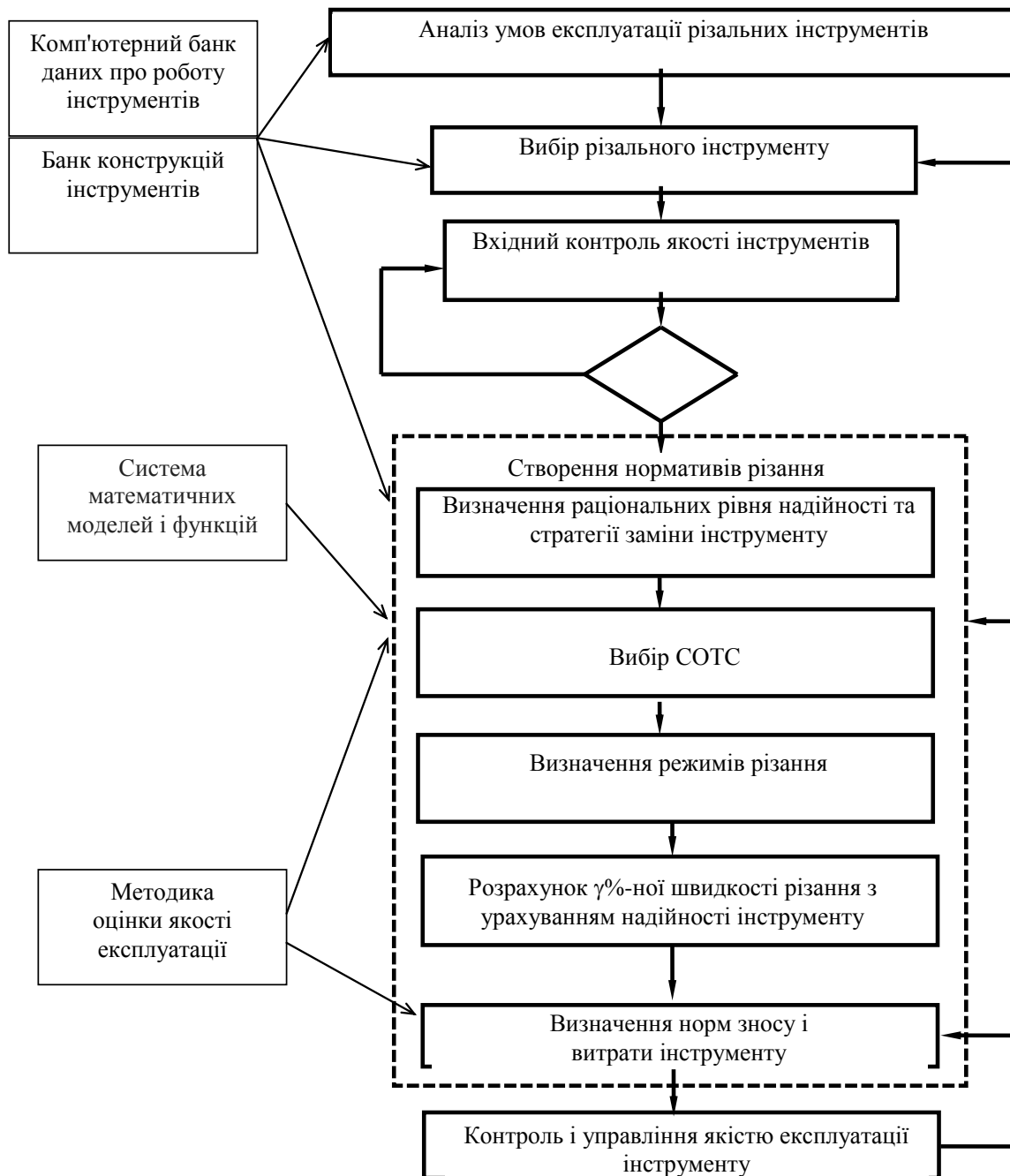


Рисунок 12.5 – Структура інформаційно-підготовчої підсистеми раціональної експлуатації різальних інструментів

### 12.3 Надійність обслуговування технологічної системи

Дослідження особливостей експлуатації інструменту на важких верстатах показало, що наряду з підвищеними середніми навантаженнями на різальний інструмент, пов'язаними зі значними перетинами зрізу, при механічній обробці спостерігається також велика кількість факторів, що обурюють, пов'язаних з розсіюванням параметрів експлуатації і

властивостей інструментів. У зв'язку з цим одним з найважливіших критеріїв якості процесу експлуатації є його надійність. Оскільки сам процес експлуатації є складною системою, що включає безліч підсистем, що виконують різні функції щодо забезпечення раціональної експлуатації інструменту, для оцінки його надійності в цій роботі застосовується ряд різних показників (рис. 12.6). Різальний інструмент є невід'ємною частиною (найбільш вразливим елементом) технологічної системи. При цьому вперше вивчені різні стратегії її обслуговування одним або декількома верстатникам з метою визначення оптимального рівня надійності технологічної системи - коефіцієнта її готовності. Прийнято вважати рівень надійності технологічної системи і процесу її обслуговування показником надійності процесу експлуатації інструменту. Традиційними показниками [23, 24, 25, 29, 34 та ін], є показники безвідмовності  $P(\tau)$ ,  $T$  та інші, які характеризують надійність різального лека в зв'язку з його відмовою. При переході від напайних інструментів до збірних виникла необхідність їх розгляду з точки зору надійності збірних різців як системи елементів.

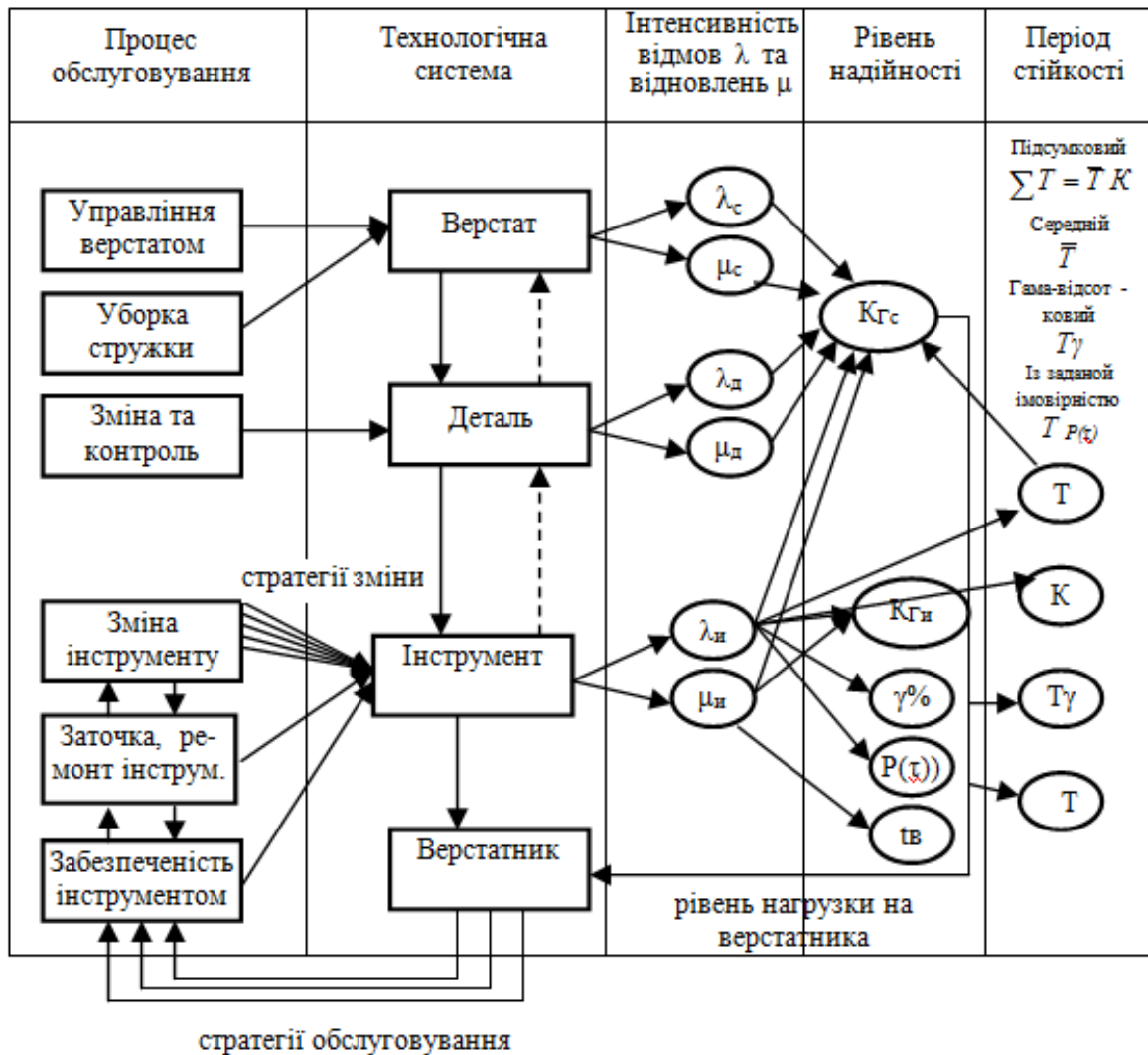


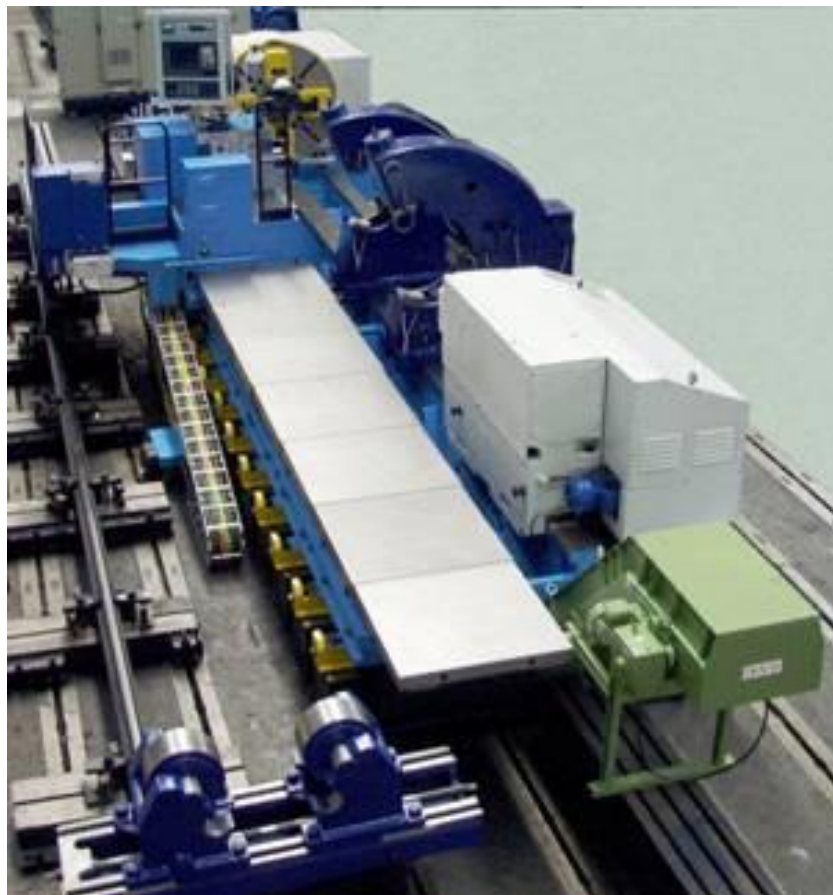
Рисунок 12.6 – Показники надійності процесу експлуатації інструменту

Показником надійності такого різця вперше запропоновано використовувати коефіцієнт готовності збірного інструменту, який включає в себе не тільки інтенсивність відмов елементів різця, а й інтенсивність відновлення їх працездатності, тобто є комплексним показником, застосування якого дозволяє управляти надійністю інструменту за допомогою як технологічних, так і конструкторських факторів.

Статистичні дослідження властивостей обслуговування з точки зору якості процесу експлуатації показали, що простої, пов'язані з обслуговуванням різального інструменту, різко зростають для верстатів, у яких різцетримач знаходиться на майданчику, розташованому на певній висоті. Крім того збільшується маса інструментів для верстатів великих типорозмірів. Збільшення розмірів деталі створює психологічну напруженість для верстатника і знижує інтенсивність процесів відновлення працездатного стану системи. У роботі [38] з цієї точки зору запропоновано використовувати показник напруженості праці верстатника як один із критеріїв оптимізації режимів різання для важких верстатів. Але ці дослідження перейшли в область психології і мотивації праці верстатника і мало стосувалися технічної сторони процесу експлуатації інструменту.

При розробці системи раціональної експлуатації різального інструменту однією з цільових функцій для багатокритеріальної оптимізації регламентів експлуатації запропоновано використовувати функцію готовності системи, яка характеризує її надійність і є непрямим показником напруженості праці верстатника. Функція готовності в сталому режимі (тобто при досить більшому розглянутому інтервалі часу) представляє собою коефіцієнт готовності, чисельно рівної частки часу, протягом якого система готова до використання. Надалі будемо розглядати з точки зору її надійності технологічну систему "верстат - інструмент - деталь - робітник", в центрі якого знаходиться різальний інструмент, регламенти експлуатації якого впливають на стан всієї системи загалом.

На рис. 12.3 показаний приклад важкого токарного верстата, обслуговування якого необхідно проводити з майданчика, що знаходиться на певній висоті.



*Рисунок 12.7 – Важкий токарний верстат з ЧПК*

У таблиці 12.4 представлені результати статистичного аналізу структури часу функціонування системи при обробці деталей на важких токарних верстатах різних типорозмірів (характеристикою типорозміру верстата є найбільший діаметр над станиною оброблюваної деталі  $D_c$ ).

*Таблиця 12.4 – Структура часу роботи важких токарних верстатів*

Причина стану системи	Типорозмір верстату $D_c$ , мм		
	1250	2500	4000
	Доля часу роботи системи		
Зміна і контроль деталі	0,15	0,10	0,16
Керування верстатом	0,03	0,03	0,03
Інші простойі	0,13	0,07	0,04
Простійі, пов'язані з обслуговуванням різального інструмента	0,08	0,06	0,19
Різання	0,61	0,74	0,68

На частку простойі, пов'язаних з обслуговуванням різального інструменту, доводиться 8 - 9% всього часу функціонування системи і 25 - 27% часу, в якому система знаходиться в непрацездатному стані. Час

простоїв, пов'язаних з обслуговуванням різального інструменту, включає час заміни, заточування, ремонту, налагодження поза верстату інструменту, час ходіння верстатника (наладчика) в інструментальну комору.

Статистичні дослідження показують, що розподіл сумарного часу простоїв системи, пов'язаних з обслуговуванням різального інструменту (часу відновлення працездатності системи), що не суперечить експоненціальному закону  $G(t) = 1 - e^{-\mu t}$ , а час відмов різального інструменту  $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ , де  $\mu$  і  $\lambda$  – інтенсивність відновлення і відмов інструменту. На рис. 12.4 наведено приклад розподілу часу простоїв системи, пов'язаних з обслуговуванням інструмента.

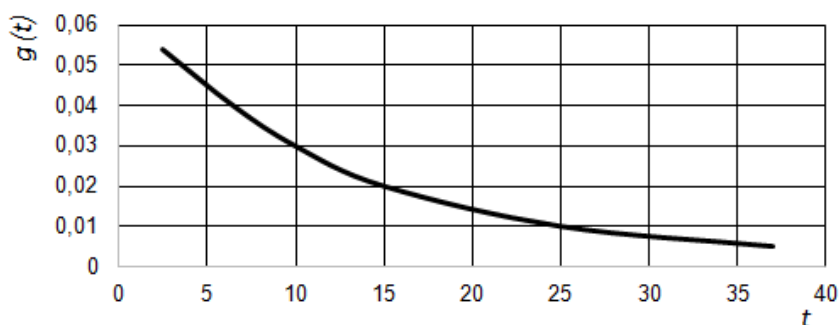


Рисунок 12.8 – Щільність розподілу часу простоїв системи, пов'язаних з обслуговуванням інструменту

Розглянемо різні стратегії обслуговування системи, яка складається із зразків інструменту верстатника з  $r$  працівників. На важкому токарному верстаті часто працюють два супорти в режимах як послідовного, так і паралельного з'єднання з точки зору надійності. Верстат обслуговує два верстатника, робота яких може бути як в режимі незалежного обслуговування, коли кожен з них закріплений за роботою окремого виду інструмента, так і в режимі спільного обслуговування. Передбачається, що система може перебувати в одному з трьох можливих станів в певний момент часу  $t$ . Позначимо: 0 – стан системи, в якій всі інструменти працездатні; 1 – стан системи, коли один інструмент виправлений, а другий відновлюється; 2 – стан відновлення всіх інструментів. Таким чином функція готовності системи є ймовірність знаходження в стані 0,  $P_0(t)$ . Далі вважатимемо, що  $P_0(t)$  залежить від числа верстатників. В цьому випадку система буде перебувати в стані 0 тим більше, чим більше  $r$ . Застосовуючи марковський підхід оцінки надійності і системи [45], запишемо матрицю переходу з одного стану системи в іншу для випадків  $r = n = 2$  при незалежному обслуговування системи:

$$P_c = \begin{pmatrix} 1 - 2\lambda & 2\lambda & 0 \\ \mu & 1 - (\lambda + \mu) & \lambda \\ 0 & 2\mu & 1 - 2\mu \end{pmatrix}.$$

Система, перебуваючи в стані 2 в момент часу  $t$ , може повернутися у стан 1 за  $t, t + dt$ , якщо будь-який з інструментів відновлений (замінений) за цей час.

Імовірність такої події дорівнює:

$$2\mu dt(1 - \mu dt) = 2\mu dt + 0(dt).$$

Можна отримати рівняння для сталого режиму (для великого проміжку часу робочої зміни). При тривалій експлуатації доля часу, коли система буде перебувати в кожному стані, не залежить від її початкового стану.

Звідси, в межі значення кожної ймовірності  $P_i(t)$  буде постійним,  $\lim P_i(t) = P_i$ , що дає можливість віднайти рішення для сталого режиму прирівнювання довільних нулю ( $\lim R(t) = 0$ ), і використовувати умови, що перебування системи в кожному з можливих станів – події взаємно виключні,  $P_0 + P_1 + P_2 = 1$ .

Тоді можна записати наступну систему алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{aligned} 2\lambda P_0 + \mu P_1 &= 0, \\ 2\lambda P_0 - (\lambda + \mu)P_1 + 2\mu P_2 &= 0, \\ \lambda P_1 - 2\mu P_2 &= 0, \\ P_0 + P_1 + P_2 &= 1. \end{aligned}$$

Вирішую ці рівняння підстановкою, отримуємо вираз для визначення коефіцієнта готовності системи при її незалежному обслуговуванні двома верстатниками:

$$K_{rc} = \mu^2 / (\lambda + \mu)^2.$$

Однак верстатники працюють незалежно один від одного тільки за одночасної відмови інструментів, закріплених в двох супортах. Припустимо, що обслуговування одного верстата двома станочником проводиться з інтенсивністю  $1,5 \mu$  і що, якщо два верстатника обслуговує один супорт, а інструмент, закріплений у другому супорті, виходить з ладу, то другий верстатник негайно перемикається на обслуговування другого інструменту. Тоді при спільному обслуговування системи матриця переходів  $P$  набуває вигляду:

$$P_c = \begin{pmatrix} 1 - 2\lambda & 2\lambda & 0 \\ 1.5\mu & 1 - (\lambda + 1.5\mu) & \lambda \\ 0 & 2\mu & 1 - 2\mu \end{pmatrix}.$$

При цьому коефіцієнт готовності дорівнює ймовірності працездатного стану:



$$K_{Гс} = P_0 = \frac{\mu^2}{3\mu^2 + 4\mu\lambda + 2\lambda^2}$$

У таблиці 12.5 для порівняння наведені коефіцієнти готовності системи в трьох випадках обслуговування інструменту одним і двома верстатникам.

Можна помітити, що при спільному обслуговування системи двома верстатниками, коефіцієнт готовності системи значно підвищується в порівнянні з незалежним обслуговуванням, яка мала відрізняється від випадку роботи одного верстатника.

Таблиця 12.5 – Порівняння показників надійності при різних стратегіях заміни інструменту ( $\lambda = 0,05 \text{ мин}^{-1}$ ,  $\mu = 1,01 \text{ мин}^{-1}$ )

Спосіб обслуговування		Коефіцієнт Готовності системи	Сумарний простій за 10000 хв. роботи системи, хв.
Один верстатник		0,9050	946
Два верстатника	А. Незалежне обслуговування	0,9070	928
	Б. Спільне обслуговування	0,9360	639

У загальному випадку, коли є  $n$  різальних інструментів і  $r$  верстатників, ймовірність переходів залежить від числа відмовлених інструментів, котрі позначимо через  $k$  ( $k = 0,1,2,\dots,n$ ). Ймовірність знаходження системи в деякому стані буде залежати від умов  $k < r$ ,  $k = r$  або  $k > r$ , для яких отримано вирази визначення ймовірності працездатного стану системи:

$$P_k = \frac{n!}{(n-k)!k!} \rho^k P_0 \quad (k < r), \quad P_k = \frac{n!}{(n-k)!r!} \rho^r \left(\frac{\rho}{r}\right)^{k-r} P_0 \quad (k \geq r) \text{ і}$$

$$K_{Гс} = P_0 = \left[ \sum_{k=0}^{r-1} \frac{n!}{(n-k)!k!} \rho^k + \sum_{k=r}^n \frac{n!}{(n-k)!r!} \rho^r \left(\frac{\rho}{r}\right)^{k-r} \right]^{-1},$$

$$\text{де } \rho = \frac{\lambda}{\mu}.$$

Ця математична модель може бути використана для статистичного моделювання обслуговування технологічної системи. Відомість інтенсивності відмов і відновлення працездатності системи, можна підібрати необхідну стратегію обслуговування для отримання заданого

рівня надійності. Можливе вирішення і зворотні задачі при заданому коефіцієнті готовності системи в різних поєднаннях  $\lambda$  і  $\mu$ , характеризують інтенсивності відмов і відновлення працездатності інструменту, які реалізуються на стадії вибору інструменту. Оскільки найчастіше в виробничих умовах важкі токарні верстати обслуговуються двома верстатниками (основним і підручним), в цьому випадку найбільш ефективним з точки зору надійності є спільне обслуговування технічної системи. Заміна різального інструменту на важких верстатах – трудомісткий і відповідальний процес, пов'язаний з великою масою інструменту (іноді понад 25 кілограм) і висотою (супорт на майданчику), на яку для верстатів с  $D_c \geq 2500$  мм необхідно підніматися по сходах. В зв'язку з цим набуває більшого значення правильний вибір стратегії заміни інструменту, який забезпечує при найменших витратах максимальний рівень надійності.

#### **12.4 Забезпечення надійності технологічної системи оптимальними стратегіями заміни інструмента**

Заміну різального інструменту із забезпеченням певного рівня надійності технологічної системи можна розглядати як оптимальне динамічне планування профілактичних замін [42]. В якості критерія оптимальності прийняті середні витрати на відновлення в одиницю часу (інтенсивність витрат на відновлення) і коефіцієнт готовності. Порівняння цих критеріїв з відповідними критеріями для стратегії аварійних замін дозволяє оцінити ефективність стратегії відновлення.

Розглядаючи технологічну систему, в якій найбільш слабкою ланкою є різальний інструмент і працездатність якого головним чином залежить від його стану, прийняті наступні припущення:

1 Система знаходиться в одному з двох станів: працездатності або відмови. Перехід зі стану працездатності в стан відмови настає в результаті раптової відмови крихке руйнування різального інструменту).

2 Розподіл періоду стійкості різального інструменту який не суперечить одному з законів: експоненціальному, нормальному або закону Вайбулла - Гнеденко. Відповідна щільність розподілу являється безперервною.

3 Процес функціонування система триває досить довго в порівнянні з часом відновлення.

4 Після процесу відновлення системи миттєво починає роботу.

Загальним для всіх стратегії відновлення є те, що через певні випадкові або детерміновані проміжки часу проводиться повне оновлення системи. Тим самим час функціонування системи розбивається на цикли, тобто на інтервали, стахановські еквіваленти щодо довжини і витрат. Відновлення працездатності технологічної системи відразу після відмови

інструменту називають аварійним. Відмови інструмента можуть бути раптовими і поступовими. Відновлення при раптових відмовах поділяють на строго періодичні, відновлення блоками, мінімальне аварійне, відновлення з періодичною повною заміни. Крім того, розглядають відновлення при різних типах відмов, відновлення дубльованих систем, відновлення при поступових відмовах.

Розглянуті 6 різних стратегій заміни інструменту і зроблений аналіз раціональних умов їх використання.

Вибір доцільної стратегії відновлення працездатності технологічної системи проводять на основі зазначених вище критеріїв.

Нехай розподіл напрацювання на відмову інструменту заданий функцією  $F(t)$ , а ймовірність безвідмовної роботи –  $P(t)$ . Розглянемо різні стратегії відновлення.

Стратегія 1. Система відновлюється після відмови (аварійна заміна інструменту). Якщо вона пропрацювала заданий інтервал часу, то проводиться профілактична заміна. Якщо позначити середні витрати на аварійне профілактичне відновлення відповідно  $C_a$  і  $C_n$ , то інтенсивність експлуатаційних витрат:

$$R(\tau) = \frac{C_a F(\tau) + C_n P(\tau)}{\int_0^{\tau} P(\tau) d\tau}.$$

При зростанні  $\tau$  середнє число аварійних відновлень монотонно зростає, а середнє число профілактик монотонно убуває. Відшукується інтервал відновлення  $\tau^*$ , який володіє властивістю:  $R(\tau^*) = \min(\tau)$

При цьому  $\tau^*$  є рішенням рівняння  $\frac{dR(\tau)}{d\tau} = 0$ . Для закону розподілу Вейбулла - Гнеденко, який найбільш точно описує напрацювання на відмову твердосплавного інструменту, рішення можливо лише чисельними методами. На рис. 12.9 наведена залежність інтенсивності експлуатаційних витрат  $R(\tau)$ , відносно до  $C_a$ , від інтервалу відновлення, який віднесено до параметру розподілу ( $a$ ), для закону Вейбулла - Гнеденко з різними параметрами  $b$ . Чим менше параметри  $b$ , що властиво для розподілу періоду стійкості інструменту важких верстатів, тим більше в діапазоні оптимального значення відхилення інтервалу відновлення. Отже, при малих  $b$  помітне відхилення від оптимального значення інтервалу відновлення (викликане, наприклад, технологічними вимогами) більш прийнятно з точки зору витрат, ніж при великих  $b$ .

Показником надійності системи є коефіцієнт готовності, представляє собою ймовірність того, що в заданий момент часу системи знаходиться в працездатному стані. Припустимо, що аварійне профілактичне відновлення вимагає часу, який дорівнює відповідно  $d_a$  і  $d_n$ .  $0 < d_n < d_a$ . Коефіцієнт готовності системи  $K(t)$  задається у вигляді:

$$K(\tau) = \frac{\int_0^\tau P(t)dt}{d_a F(t) + d_n P(t) + \int_0^\tau P(t)dt}$$

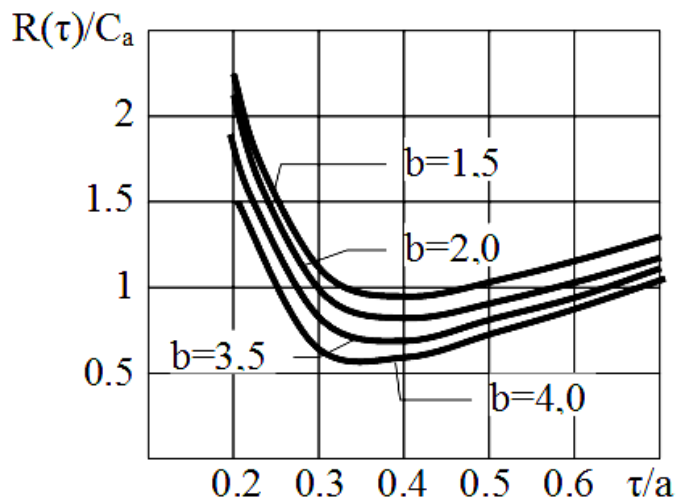


Рисунок 12.9 – Інтенсивність експлуатаційних витрат в залежності від інтервалу відновлення

Далі завдання полягає в максимізації коефіцієнта готовності належним вибором інтервалу відновлення  $\tau$ . Оскільки величини  $1/K(\tau) - 1$  і  $R(\tau)$  мають однакові функціональні вигляди, оптимізаційні завдання мінімізації витрат і максимізації  $K(\tau)$  еквівалентні. Якщо замість витрат підставити час заміни інструменту, оптимальне значення відносно  $K(\tau)$  є рішенням рівняння  $\tau = \tau^*$ .

На рисунку 12.10 представлені розрахунки, що вказують на вплив коефіцієнта витрат  $C_n/C_a$  на коефіцієнт готовності для різних інтервалів відновлення:  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ . Зі зменшенням інтервалу відновлення зростає частка витрат, пов'язаних з профілактичним відновленням, в той час як частка витрат на відновлення після випадкової відмови зменшується. Для  $C > 0,27$  з точки зору витрат вигідна стратегія аварійних замін. На інтервалі  $0,05 < C < 0,27$  найменша інтенсивність експлуатаційних витрат,  $K(\tau) = 0,92$ . Якщо тривалість профілактичної заміни інструменту мала, то збільшення коефіцієнта готовності не завжди призводить до збільшення інтенсивності витрат. На практиці менші значення  $C$  бувають тоді, коли  $C_a$ , крім чистих витрат на відновлення, включена вартість пошкоджень, пов'язаних з відмовами. Для важких верстатів це, наприклад, вартість вирубки великих, дорогих деталей при раптовому руйнуванні різця.

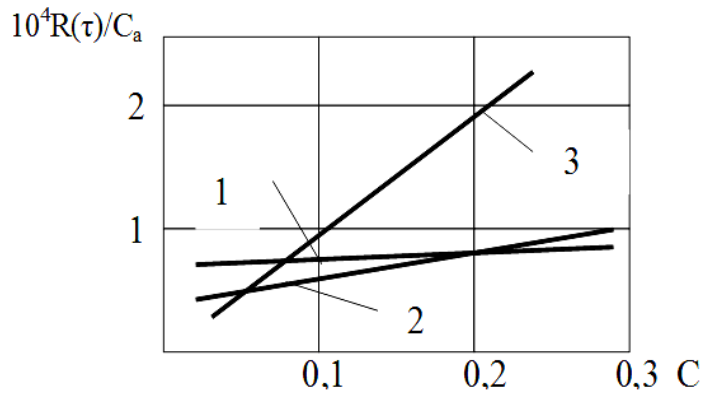


Рисунок 12.10 – Інтенсивність експлуатаційних витрат при відмінних рівнях надійності

Стратегія 2. У разі відмови система піддається аварійному відновленню. Незалежно від віку системи фіксовані моменти часу  $\tau, 2\tau \dots$  приблизно проводять профілактичну заміну. Недоліком стратегії 2 полягає в тому, що іноді профілактичному відновленню піддають працездатні інструменти. Нехай співвідношення витрат для строго періодичного відновлення, як в попередньому випадку, позначена  $C$ , а для відновлення відповідно до стратегії 2 (блоками) позначимо співвідношення витрат на аварійну  $L_a$  та профілактичну заміну  $L_n$ .

На рис. 12.11 наведено порівняння ефективності двох стратегій. При заданому  $C \in [0, C_0]$   $L(C)$  – таке однозначне певне значення  $L$ , при якому  $R_2(b) = R_1(C)$ . Оптимальною є стратегія 1, якщо  $L > L(C)$ .

При  $L > L(C)$  необхідно вибрати стратегію 2.

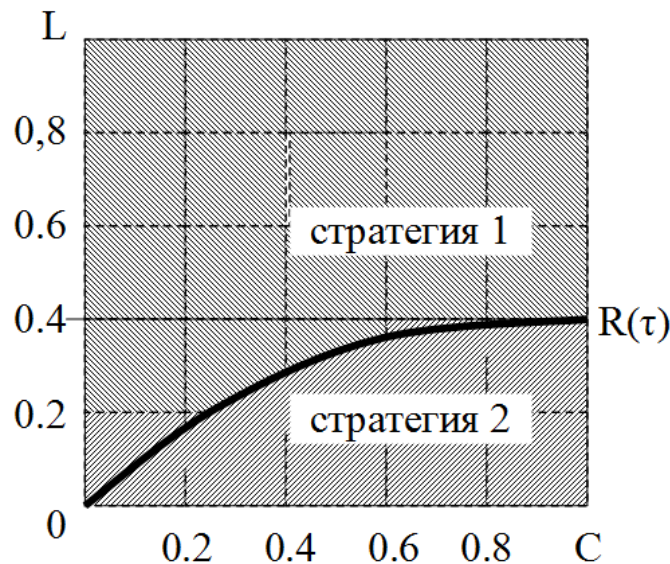


Рисунок 12.11 – Порівняння ефективності стратегій 1 і 2 заміни інструменту

Стратегія 3. У моменти  $\tau, 2\tau \dots$  проводиться повна заміна інструментів. Відмови в проміжках між ними виправляються за допомогою мінімального відновлення. Для збірних різців важких верстатів [24.39.44] максимальним відновленням є заміна різальної пластини, повним відновленням – заміна різцевого блоку (для блокових конструкцій) або всього різця. Витрати на повне відновлення складають  $C_v$ , а мінімальне відновлення –  $C_m$ . Інтенсивність виробничих витрат:

$$R(t) = \frac{C_v + C_m \Delta(t)}{\tau},$$

де  $\Delta(\tau) = \int_0^\tau \lambda(t) dt$  – накопичення інтенсивність відмов за інтервал часу  $0 - t$ . Оптимальний інтервал відновлення  $\tau^*$  є рішенням рівняння.

Якщо інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  зростає, то існує однозначне рішення. При цьому інтенсивність виробничих витрат. Якщо напрацювання технологічної системи має розподіл Вейбулла - Гнеденко з параметрами  $a$  і  $b$ , оптимальний період заміни інструменту визначається:

На рис. 12.12 і 12.13 показана залежність оптимального інтервалу відновлення  $\tau^*$  і мінімальної інтенсивності приведенних витрат  $R(\tau^*)$  від відношення  $C_v/C_m$  для параметрів закону  $b = 2$  і  $b = 3$  ( $\tau^*$  нормуються на параметри закону, а  $R(\tau^*)$  – на співвідношення).

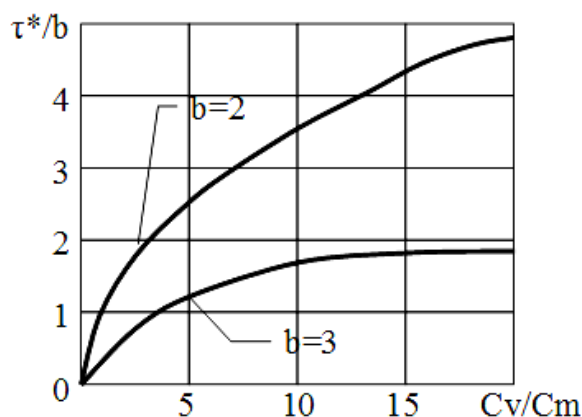


Рисунок 12.12 – Залежність оптимального інтервалу відновлення  $\tau^*$  від співвідношення витрат  $C_v/C_m$

Якщо час мінімального відновлення –  $d_m$  і час повного відновлення –  $d_v$ , коефіцієнт готовності:

$$K(\tau^*) = \frac{\tau}{\tau + d_m \lambda(\tau^*)}.$$

Підставляючи  $C_v/C_m$  замість  $d_v/d_m$ , отримуємо коефіцієнт готовності, максимізація якого дозволяє визначити період заміни

інструменту  $\tau$ , що забезпечує максимальну надійність технологічної системи:

$$K(\tau^*) = \frac{1}{1 + d_m \Delta(\tau) + d_v}$$

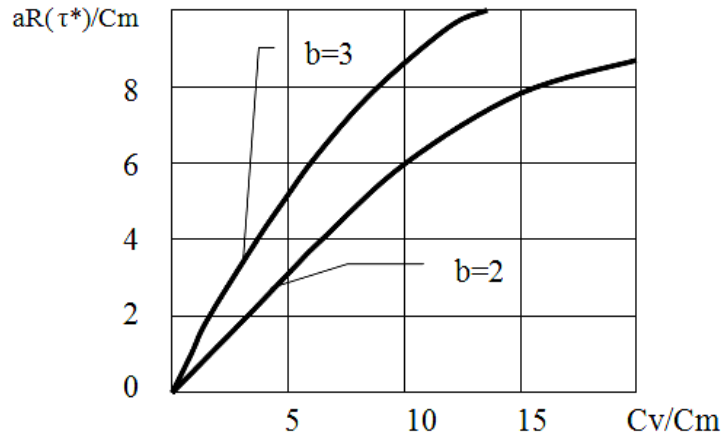


Рисунок 12.13 – Залежність мінімальної інтенсивності виробничих витрат від співвідношення витрат  $C_v/C_m$  на заміну інструменту

Стратегія 4. Система відновлюється повністю після першої відмови, яка сталася через деякий час  $\tau$  після попереднього повного відновлення. Проміжні відмови усуваються за допомогою мінімального відновлення.

При цьому витрати на повне відновлення системи  $C_v$  в цілому вище для стратегії 4, ніж для стратегії 3, тому що моменти проведення повних відновлень є випадковим, навіть якщо тривалість відновлення мала. Інтенсивність експлуатаційних витрат:

$$R(\tau) = \frac{C_v + C_m \Delta(\tau)}{\tau + r(\tau)},$$

де  $r(\tau)$  – величина збільшення довжини циклу при стратегії 4 в порівнянні зі стратегією 3 заміни різального інструменту.

Оптимальний інтервал відновлення є рішенням рівняння:

$$\left( \Delta(\tau) + \frac{C_v}{C_m} - 1 \right) r(\tau) = \tau.$$

Інтенсивність експлуатаційних витрат при періоді відновлення  $\tau^*$ :

$$R(\tau^*) = C_m / r(\tau^*) = (C_v + C_m (Q(\tau^*) - \frac{1}{\tau^*})).$$

Стратегія 5. Перші  $n - 1$  відмов усуваються за допомогою мінімального відновлення. Після  $n$ -ї відмови, система відновлюється повністю.

Довжина циклу дорівнює часу  $X_n$  до настання  $n$ -ї відмови, інтенсивність експлуатаційних витрат:

$$R(n) = \frac{(n-1)C_m + C_v}{X_n}.$$

На відміну від раніше розглянутих стратегій відновлення інтенсивність експлуатаційних витрат залежить тепер не від безперервної, а від дискретної змінної – від кількості відмов на інтервалі між двома послідовними відновленнями.

У випадку розподілу напрацювання на відмову системи оптимальне значення  $n = n^*$  дорівнює найменшому натуральному числу  $n$ , що задовольняє умови:

$$b_n - \left(n - 1 + \frac{C_v}{C_m}\right) \geq 0.$$

Величина  $n^*$  не залежить від масштабного параметра розподілу. Коефіцієнт готовності системи для стратегії 5:

$$K(n) = \frac{X_n}{X_n + (n-1)d_m + d_v}.$$

Для обчислення значення  $n = n^*$ , що оптимізують коефіцієнт готовності  $K(n)$ , досить в рівнянні замінити відношення витрат на час відновлення.

Нехай напрацювання системи має розподіл Вейбула - Гнеденко з параметрами:  $a = 10$ ,  $b = 2$ .

Доведено, що проведення відповідних мінімальної інтенсивності експлуатаційних витрат, віднесених до стратегії 5 для наведеного прикладу виявляється ефективніше стратегії 3 і 4.

Таким чином, маючи економічні дані  $C_v / C_m$  або відношення часу відновлення  $d_v / d_m$ , можна вибрати найбільш ефективну стратегію заміни інструменту, що забезпечує мінімальні витрати і максимальну надійність технологічної системи.

Статистичні дослідження параметрів закону розподілу Вейбула – Гнеденко стійкості твердосплавних різців важких верстатів дають змогу довести, що параметр  $b$  коливається в діапазоні 1,5-2,5 і залежить від рівня режимів різання. Співвідношення витрат  $C_v / C_m$ , яке залежить від типу конструкції різця і пропорційно відношенню  $d_v / d_m$ , для збірних різців істотно менше, ніж для напайних. У більшості випадків для збірних різців



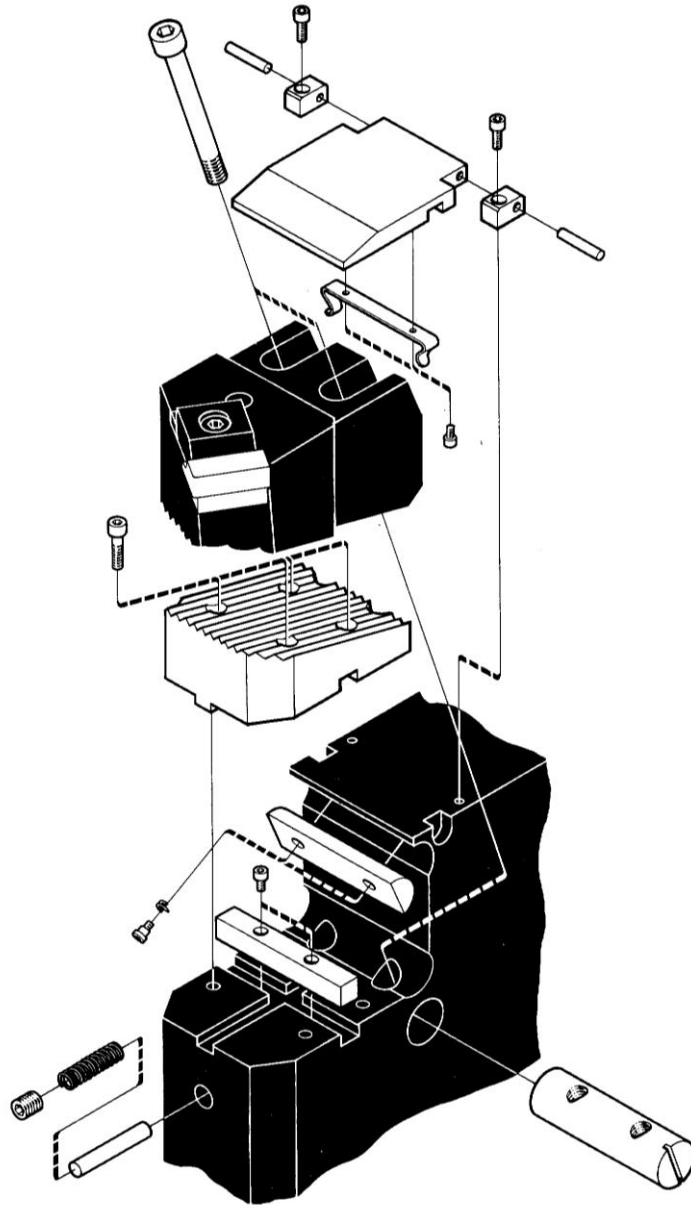
важких верстатів [27,40] доцільно вибрати стратегії профілактичної заміна різального інструменту, при яких період заміни забезпечується гамма-процентною стійкістю.

## **12.5 Надійність збірних різців як системи**

При обробці на важких верстатах формування цільових функцій має здійснюватися виходячи з заданого рівня надійності різального інструменту. Оцінка надійності збірного інструменту для важких верстатів має значення не тільки на стадії експлуатації, але і на стадії їх проектування. [28] В даний час використовується велика кількість показників, що дозволяють визначити безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність інструменту окремо. [30,34,37] Розподіл періоду стійкості інструменту характеризує надійність різального леза і не дозволяє вирішити задачу забезпечення надійної експлуатації інструменту, включаючи інші конструктивні елементи збірного інструменту. Комплексними показниками надійності збірного інструменту як системи може служити коефіцієнт готовності. [31,44]

Збірний твердосплавний різець з точки зору надійності можна уявити як послідовну систему, тому що вихід з ладу будь-якого елемента різця призводить до відмови всієї системи. Її можна вважати, що обслуговується в зв'язку з наявністю процесу відновлення працездатності, тобто заміни відмовивших елементів. (рис. 12.14)

Показниками надійності обслуговування системи є коефіцієнт готовності, який характеризує як безвідмовність різця, так і його ремонтпридатність. Він визначає ймовірність знаходження системи в працездатному стані в певний момент часу за умови, що в початковий момент система була в справному стані.



*Рисунок 12.14 – Різець збірної конструкції та його елементи*

Застосовуючи марковський підхід до опису системи, необхідно припустити, що відмови різця виникають згідно експоненційного закону розподілу, а час заміни елементів, що відмовили, є випадковою величиною також з експоненціальним розподілом. Статистичне дослідження працездатності твердосплавних різців не завжди підтверджують гіпотезу експоненційного розподілу їх стійкості. Однак в зв'язку з тим, що відмови елементу різця (наприклад, різальної пластини) вимагає невеликого часу відновлення в порівнянні з тривалістю експлуатації інших елементів (наприклад, корпуса різця), застосування марківського підходу до оцінки надійності системи дозволяє отримати математичні моделі, які описують поведінку системи з достатньою для практичного застосування точністю [38].

Для визначення коефіцієнта готовності збірного різця розглянемо два стану, в яких він може перебувати в процесі експлуатації: стан 0, коли він працездатний, і стан 1, коли верстат простоє (заміна різця і обертання багатогранної пластини).

Матриця переходів системи (збірного інструменту) з одного стану в інший має вигляд:

$$P_u = \begin{vmatrix} 1 - \lambda & \lambda \\ \mu & 1 - \mu \end{vmatrix},$$

де  $\lambda$  – інтенсивність відмов різальної пластини;

$\mu$  – інтенсивність відновлення (заміна різальних вершин).

Кінцево-різницеві рівняння, що описують стохастичне поведінку цієї системи, можна скласти з таких міркувань: ймовірність того, що система знаходиться в стані 0 до моменту ( $t - t + dt$ ), виводиться з ймовірності того, що ця система була в стані 0 в момент часу  $t$  і не відмовила за інтервал  $t - t + dt$  або те що вона знаходиться в стані 1 в момент  $t$  і відновилася в стані 0 за інтервал  $t - t + dt$ . Тому отримуємо:

$$P_0(t + dt) = P_0(t)(1 - \lambda dt) + P_1(t)\mu dt + 0(dt).$$

Ймовірність перебування системи у відновленому стані визначаємо подібним чином:

$$P_1(t + dt) = P_0(t)\lambda dt + P_1(t)(1 - \mu dt) + 0(dt).$$

Член  $0(dt)$  являє собою нескінченну малу величину, тому що є ймовірністю двох незалежних подій ординарного потоку.

Використовуючи перехід при  $dt \rightarrow 0$  визначаємо:

$$\lim_{dt \rightarrow 0} \frac{P_i(t + dt) - P_i(t)}{dt} = P_i' \text{ у } \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{0(dt)}{dt} = 0.$$

Маємо:

$$P_0'(t) = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t), P_1'(t) = \lambda P_0(t) - \mu P_1(t).$$

Якщо система при  $t = 0$  знаходиться в роботі, то початковими умовами будуть:  $P_0(0) = 1, P_1(0) = 0$ . Коли  $t = 0$  система перебуває в ремонті, тоді початковими умовами будуть:  $P_0(0) = 0, P_1(0) = 1$ . Застосовуючи перетворення Лапласа до рівнянь і враховуючи початкові умови  $P_0(0) = 1, P_1(0) = 0$ , отримуємо:

$$\begin{aligned} sP_0(s) - 1 + \lambda P_0(s) - \mu P_1(s) &= 0, \\ sP_1(s) - \lambda P_0(s) + \mu P_1(s) &= 0 \end{aligned}$$

і після приведення подібних членів:

$$\begin{aligned}(s + \lambda)P_0(s) - \mu P_1(s) &= 1, \\ -\lambda P_0(s) + (s + \mu)P_1(s) &= 0.\end{aligned}$$

Для вирішення даної системи рівнянь введемо визначник  $D$ , елементами якого є коефіцієнти при  $P_i(s)$ . Крім того, позначимо  $D_i$ , який утворюється в результаті заміни  $i$ -го стовпця стовпцем коефіцієнтів правої частини рівнянь системи. Тоді:

$$P_i(s) = D_i/D$$

і тому

$$P_0(s) = \frac{\begin{vmatrix} 1 & -\mu \\ 0 & s + \mu \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} s + \lambda & -\mu \\ -\lambda & s + \mu \end{vmatrix}},$$

або

$$P_0(s) = \frac{s + \mu}{s(s + \lambda + \mu)}$$

Функція готовності, яку позначимо через  $A(t)$ , є зворотнім перетворенням Лапласа для  $P_0(s)$ , тобто.

$$A(t) = L^{-1}\{P_0(S)\},$$

або

$$K_{\Gamma_u} = P_0(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t}.$$

Середній час працездатності станом  $A(T_{un})$  різця для деякого кінцевого інтервалу часу  $T$  можна визначити, склавши  $P_0(t)$  по всьому інтервалу і розділивши на нього:

$$A(T_{un}) = \frac{1}{T} \int_0^T P_0(t) dt.$$

Для даного випадку:

$$A(T_{un}) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)^2 T} - \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)T}.$$

Розглянемо надійність збірного різця для важких верстатів, що складається з корпусу, блоку-вставки, на якій закріплена різальна пластина.

Збірний різець відновлює свою працездатність двома способами. При виникненні першої несправності (відмову різальної пластини) здійснюється часткова відновлення-поворот або заміна пластини і системи відновлює свою працездатність. Після появи другої відмови (вихід з ладу всього блоку або елементів кріплення) здійснюється заміна блоку. При цьому система повністю відновлює свою працездатність. Нехай  $\lambda_1$  означає інтенсивність відмов блоків, а  $\lambda_2$  – інтенсивність відмов пластин, причому  $\lambda_2 > \lambda_1$ . Нехай далі  $\mu_1$  – інтенсивність постанови різальної частини, тобто заміни або повороту пластини, а  $\mu_2$  – інтенсивність відновлення працездатності блоків. Визначимо чотири стана, в яких знаходитимуться системи: стан 0 – системи справні після заміни блоку; стан 1 – різець не працює у зв'язку з відмовою пластини, проводиться її поворот або заміна; стан 2 – різець знаходиться в робочому стані після заміни пластини; стан 3 – різець не працює у зв'язку з відмовою елементів кріплення або блоків в цілому, проводиться заміна блоку.

Стан 0 і 2 являє собою допустимий стан для надійної роботи різця. Матриця переходу з одного стану в інший в цьому випадку має вигляд:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1-\lambda_1 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 1-\mu_1 & \mu_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1-\lambda_2 & \lambda_2 \\ \mu_2 & 0 & 0 & 1-\mu_2 \end{array} \right\| \end{matrix}.$$

Система алгебраїчних рівнянь представляється:

$$\begin{aligned} 0 &= -\lambda_1 P_0 + \mu_2 P_3, \\ 0 &= \lambda_1 P_0 - \mu_1 P_1, \\ 0 &= \mu_1 P_1 + \lambda_2 P_2, \\ 0 &= -\lambda_2 P_2 + \mu_2 P_3, \\ 0 &= P_0 + P_1 + P_2 + P_3. \end{aligned}$$

Видаляючи проміжні математичні викладки, визначаємо коефіцієнт готовності, що надає частку часу, в якому різець знаходиться в справному стані:

$$K_{\Gamma u} = \frac{\lambda_1 \mu_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_1 \mu_2}{\lambda_1 \mu_2 \mu_1 + \lambda_1 \mu_1 \mu_2 + \lambda_1 \mu_2 \mu_2 + \lambda_2 \mu_1 \mu_2}.$$

Таким чином, використовуючи цей вираз, можна визначити коефіцієнт готовності різця за заданими показниками його надійності: показники безвідмовності  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  і ремонтної придатності  $\mu_1$  і  $\mu_2$ , отримаємо на підставі результатів експлуатаційних випробувань.

Цю залежність на стадії проектування можна використовувати для розподілу заданого рівня надійності всього різця даної конструкції між його елементами, маючи апріорну інформацію про інтенсивність їх відновлення. Якщо ж необхідно сконструювати різець для даних умов обробки (тобто задані інтенсивності  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$ ), то для отримання заданого рівня надійності необхідно вибрати такі конструктивні рішення, які дозволяють забезпечити визначені цією залежністю показники ремонтпридатності.

## 12.6 Визначення товщини різальної пластини інструменту з урахуванням його надійності

Розглядаючи різець як пружну систему [28], залежність максимальних напружень  $S$  від навантаження  $q$  в загальному випадку можна записати у вигляді інейної функції  $S = K \times q$ , де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від розмірів поперечних перерізів інструменту. Під рівнем надійності будемо розуміти ймовірність того, що максимальна напруга, виникає під дією навантаження, не перевищить несучої здатності:

$$H = P ( R > S ),$$

де  $H$  – рівень надійності,  
 $P$  – ймовірність події,  
 $R$  – несуча здатність,  
 $S$  – чинне максимальна напруга.

Якщо закон розподілу навантаження відомий, то, користуючись правилами знаходження закону розподілу функцій випадкового аргументу, можна знайти закон розподілу максимальних напружень, що діють в конструкції різця  $f_1(S)$ :

$$f_1(S) = \frac{1}{K} f_3 \left( \frac{S}{K} \right).$$

Закон розподілу випадкового навантаження  $-q=f_2(q)$ , несуча здатність конструкції різця так само випадкова і закон її розподілу –  $f_2(R)$ . Потребується знайти розміри поперечного перерізу конструкції з умови рівності її заданій надійності.

Надійність або ймовірність безвідмовної роботи може бути визначена:

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(R) \left[ \int_{-\infty}^{\infty} f_1(S) dS \right] dR,$$

або

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(S) \left[ \int_S^{\infty} f_2(R) dR \right] dS.$$

Підставляючи відомі  $f_1(S)$  і  $f_2(R)$  у виразі, прінтегріровав з урахуванням заданого рівня надійності  $H_{зад}$  отримаємо вираз для визначення  $K$ :

$$K = \varphi(a_1, a_2, \dots, a_n, H_{зад}),$$

де  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – відомі раніше параметри законів розподілу навантаження і несучої здатності.

Знаючи  $K$ , легко знайти розміри поперечного перерізу державки інструменту або різальної пластини. Такий підхід можна застосувати при проектуванні конструкції заданої надійності по жорсткості. В цьому випадку під мірою надійності розуміється ймовірність того, що максимальне переміщення  $W$  не перевищить заданого, тобто рівняння набуде вигляду:

$$H = \int_{-\infty}^{W_{зад}} f_1(W) dW,$$

$$\text{де } f_1(n) = \frac{1}{K} f_3\left(\frac{W}{K}\right), W = K \cdot q.$$

Для прямокутної пластини довжиною  $a$ , шириною  $b$  і товщиною  $h$  значення коефіцієнтів наведені в [8]:

$$K = \frac{\alpha a^2}{h^2},$$
$$K^* = \frac{\alpha^* a^4}{E h^3},$$

де  $\alpha$  і  $\alpha^*$  – це коефіцієнти залежать від умов закріплення навантаження і коефіцієнта Пуассона.

З урахуванням рівності  $H$  і  $H_{зад}$  з рівняння отримаємо вирази для визначення  $K^*$ :

$$K^* = f(a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*, H_{зад}),$$

де  $a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*$  – параметри законів розподілу навантаження.

За відомою величиною  $K^*$  легко знайти розміри перетину конструкції, що забезпечує заданий рівень надійності за відомою схемою

навантаження інструменту. Такий підхід можна застосувати при проектуванні конструкції заданої надійності по жорсткості.

При обробці деталей різцями спостерігається дія великої кількості випадкових збурюючих факторів, що підкоряються різним законам розподілу. Результуюче рівноваги вплив згідно центральної граничної теореми теорії ймовірностей може мати розподіл, близький до нормального. Приймаємо, як окремий випадок, що розподіл навантаження і несучої здатності підпорядковується нормальному закону. Щільність розподілу при цьому дорівнює:

$$f_3(q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_q} \exp\left[-\frac{q - m_q^2}{2\sigma_q^2}\right],$$

$$f_2(R) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_R} \exp\left[-\frac{R - m_R^2}{2\sigma_R^2}\right].$$

Тоді розподіл навантаження в ріжучої пластне визначимо за правилами знаходження законом розподілу функцій випадкового аргументу [62]:

$$f_1(S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}K\sigma_q} \exp\left[-\frac{(S - Km_q)^2}{2K^2\sigma_q^2}\right].$$

Різниця  $R-S$  так само буде розподілена відповідно до нормального закону з математичним очікуванням  $m_{R-S} = m_R - Km_q$  і дисперсією  $\sigma_{R-S}^2 = \sigma_R^2 + K^2\sigma_q^2$

Рівень надійності визначимо:

$$H = P(0 < R - S < \infty) = \int_0^{\infty} f(z) dz = \Phi\left(\frac{m_{R-S}}{\sigma_{R-S}}\right),$$

де  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$  - табульований нормальна функція розподілу. Для заданого рівня  $H$  знаходимо відповідне йому значення  $x$ . У цьому випадку:

$$\frac{m_{R-S}}{\sigma_{R-S}} = \frac{m_R - Km_q}{\sqrt{\sigma_R^2 + K\sigma_q^2}} = x.$$

Вирішивши це рівняння щодо  $K$  отримаємо:

$$K = \frac{m_R(1-x^2V_R^2)}{m_q\left(1+x\sqrt{V_R^2+V_q^2-x^2V_R^2V_q^2}\right)},$$



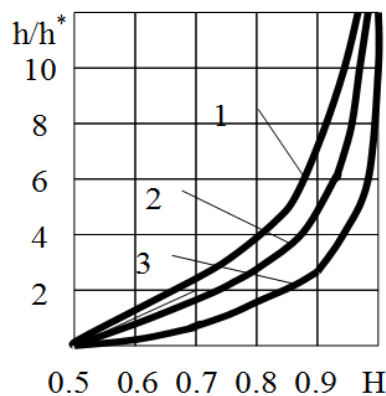
де  $V_R = \frac{\sigma_R}{m_R}, V_q = \frac{\sigma_q}{m_q}$  - коефіцієнти варіації відповідно несучої здатності і навантаження. Знаючи  $K$ , прийнявши певну схему навантаження пластини, легко знайти її товщину при заданій довжині і ширині, використовуючи цю залежність. При проектуванні конструкцій заданої надійності по жорсткості для випадку нормального розподілу навантаження можна отримати формулу для розрахунку  $K^*$ :

$$K^* = \frac{W_{\text{зад}}}{m_q + \chi \sigma_q},$$

де  $W_{\text{зад}}$  – задане максимальне переміщення пластини під час роботи збірного різця.

З виразу випливає, що не при всіх значеннях коефіцієнтів варіації параметрів можливо спроектувати конструкцію з заданим рівнем надійності.

На рисунку 12.15 наведена залежність відносних товщин твердосплавних пластини  $h/h^*$  від рівня надійності  $H$ . Тут  $h^*$  – товщина пластини. Величина  $h$  визначена з урахуванням ступеня розсіювання навантаження на різальний інструмент і несучої здатності конструкції. Розподіл випадкових величин, що характеризують роботу твердосплавних різців в різних умовах, визначалися на підставі статистичних досліджень. Так, для прямокутної пластини важконавантажених різців конструкції ВНДІ при навантаженні  $m_q = 5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$ ,  $\sigma_q = 5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$  і несучої здатності  $m_R = 1500 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_K = 150 \text{ МПа}$  при заданій надійності  $H = 0,85$ , у випадковому розсіюванні параметрів товщини пластини з довірчою ймовірністю 0,99 товщина пластини  $h = 24 \text{ мм}$ .



1-розподіл Вейбулла - розподіл Вейбулла.

2-логарифмічно-нормальний-логарифмічно - нормальний

3-нормальний-нормальний

Рисунок 12.15 – Залежність відносних розмірів різальної пластини від надійності для різних комбінацій законів розподілу навантаження і несучої здатності

Розрахунок товщини пластини методом кінцевих елементів виходячи з середнього навантаження і несучої здатності для певних умов (без коефіцієнта запасу міцності) дав результат  $h = 21.8\text{мм}$  що відповідає рівню надійності  $H = 0.5$

Аналогічне співвідношення товщини пластин можна отримати при розподілу навантаження і несучої здатності відповідно до закону Вейбулла - Гнеденко, застосовуючи викладену вище методичку. Щільності розподілу при цьому рівні:

$$f_2(q) = \frac{b}{a} (q - q_0)^{b-1} \exp \left[ -(q - q_0)^{b/a} \right],$$

$$f_2(R) = \frac{b_1}{a_1} (R - R_0)^{b_1-1} \exp \left[ -(R - R_0)^{b_1/a_1} \right],$$

де  $a$  і  $b$  – параметри законів розподілу відповідно  $q$  і  $S$ .

Тоді розподіл напружень в різальній пластині визначимо за правилами законів розподілу функції згідно аргументу.

$$f_1(S) = \frac{b_2}{a_2} (S - S_0)^{b_2-1} \exp \left[ -\frac{(S - S_0)^{b_2}}{a_2} \right],$$

де  $S_0 = kq_0$ ,  $b_2 = b$ ,  $a_2 = k^b a$ .

Відповідно до цього:

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(R) \left[ \int_{-\infty}^R f_1(S) dS \right] dR = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(R) F_1(R) dR.$$

Тоді рівень надійності дорівнює:

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(R) \left\{ 1 - \exp \left[ -\frac{(R - S_0)^{b_2}}{a_2} \right] \right\} dR$$

$$= 1 - \int_{R_0}^{\infty} \frac{b_1}{a_1} (R - R_0)^{b_1-1} * \exp \left\{ -\left[ \frac{(R - R_0)^{b_2}}{a_2} + \frac{(R - S_0)^{b_2}}{a_2} \right] \right\} dR.$$

Узагальнемо:  $y = \frac{(R - R_0)^{b_1}}{a_1}$ ,

тоді:

$$dR = \frac{a_1 dy}{b_1 (R - R_0)^{b_1-1}}, R = a_1^{1/b_1} y^{1/b_1} + R_0,$$

$$R - S_0 = a^{1/b_1} y^{1/b_1} + (R_0 - S_0), A = \frac{R_0 - S}{b_2 \sqrt{a_2}} = \frac{R_0 - K q_0}{K^{b_1} \sqrt{a}},$$

$$H = 1 - \int_0^\infty \exp \left\{ - \left[ \left( \frac{a_1^{1/b_1}}{a_2^{1/b_2}} y^{1/b_1} + \frac{R_0 - S_0}{a_2^{1/b_2}} \right)^{b_2} + y \right] \right\} dy$$

$$= 1 - \int_0^\infty \exp \left\{ -1 \left( c y \frac{1}{b_1} + a \right)^{b_2} + y \right\} dy.$$

Вирішуючи рівняння щодо  $K$ , отримаємо вираз для визначення розмірів інструменту з урахуванням заданого рівня надійності  $H$ . Для окремого випадку законів розподілу Вейбулла-Гнеденко навантаження і несучої здатності, коли  $b=b_1=b_2$ :

$$K = \sqrt[b]{\frac{a_1(1-H)}{aH}}.$$

Для логарифмічно нормального закону розподілу навантаження аналогічно можна довести, що вид закону розподілу навантаження  $S$  не змінюється, якщо взяти лінійну залежність його від навантаження. Умови міцності інструменту – це ймовірність події, при якому несуча здатність конструкції перевищує напругу, що виникає під дією навантаження. Щільності розподілу навантаження і несучої здатності для логарифмічно нормального закону:

$$f(q) = \frac{1}{\sigma_q q \sqrt{2\pi}} e^{-U^2/2}, \text{ де } U = \frac{\ln q - \ln \bar{q}}{\sigma_q}$$

$\bar{q}$  – середнє значення (математичне очікування).

$\sigma_q$  – середньквдратическое відхилення випадково величини.

$$f(R) = \frac{1}{\sigma_R R \sqrt{2\pi}} e^{-U_1^2/2}, \text{ де } U_1 = \frac{\ln R - \ln \bar{R}}{\sigma_R}$$

$\bar{R}$  – середнє значення (математичне очікування)

$\sigma_R$  – середньквдратическое відхилення випадкової величини.

Для логарифмічно нормального закону розподілу сили різання і несучої здатності отримано вираз:

$$K = \frac{P_{zp} \sqrt{1+V_{Pz}^2}}{P_z \sqrt{1+V_{Pz}^2} e^{-\log(1-H)} \sqrt{\ln(1+V_{Pz}^2)(1+V_{Pz}^2)}}$$

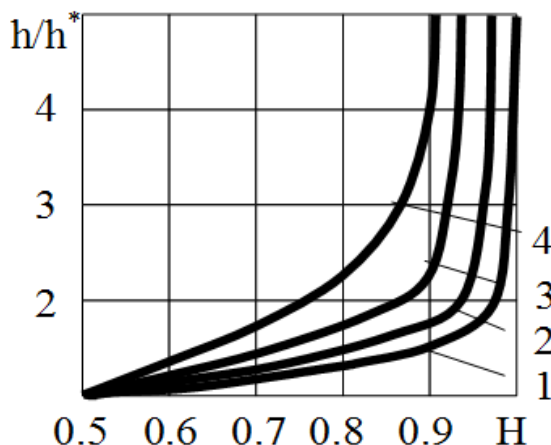
де  $V_{P_z}, V_{P_{z_p}}$  – коефіцієнти варіації випадкових величин сили різання  $P_z$  і сили  $P_{z_p}$ , відповідної руйнуючої подачі.

$H$  – необхідний рівень надійності (ймовірність безвідмовної роботи).

На рисунку 12.17 наведено графік залежності відношення розмірів  $h/h^*$  від надійності при різних законах розподілу навантаження і несучої здатності конструкції інструменту. Аналіз показує, що чим вище необхідний рівень надійності, тим більше відрізняються відносні параметри.

При збільшенні коефіцієнта варіації від 0,1 до 0,4 розмір пластини змінюється в кілька разів.

При чому, відносини товщини обраної пластини з урахуванням стохастичного характеру зміни навантаження і несучої здатності  $h$  до товщини  $h^*$  розраховуються при збільшенні коефіцієнтів варіації і необхідного рівня надійності інструментів.



*Рисунок 12.16 – Залежність відносних розмірів різальної пластини від необхідного рівня надійності інструменту при різному ступені розсіювання навантаження і несучої здатності.*

Отримані співвідношення використані як поправочні коефіцієнти на товщину пластини, що враховують потрібний рівень надійності при їх виборі для різців важких токарних різців.

## 12.7 Методи підвищення надійності збірних різальних інструментів

### *Підвищення стабільності різальних властивостей інструменту, оброблених імпульсним магнітним полем.*

Для підвищення стабільності різальних властивостей інструменту твердосплавні пластини збірних різців були оброблені імпульсним магнітним полем. [24,26,47]

Результати порівняльних експлуатаційних випробувань при обробці сталі 40X наведені в таблиці 12.6.

*Таблиця 12.6 – Результати експлуатаційних випробувань збірних різців при обробці сталі 40X*

Інструмент	Режими різання			Середній період стійкості, хв	Коефіцієнт варіації	$\gamma$ -%-ний період стійкості $T_{\gamma}$ , хв	Параметри закону Вейбулла - Гнеденко	
	$t$ , хв	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв				$a$	$b$
T15K6	3	0,86	78	42	0,82	12,6	44	1,3
T15K6+ +ОІМП	3	0,86	78	48	0,47	24,5	55	2,25
T15K6+BO+ +ОІМП	3	0,86	78	52	0,36	27	59	3

*Обробка імпульсним магнітним полем* – це метод зміни фізико-механічних властивостей матеріалів, який використовується для підвищення зносостійкості і міцності матеріалів. При обробці імпульсним магнітним полем (ОІМП) здійснюється комплексний вплив на матеріали інструмента у вигляді магнітострикційного впливу механічних деформацій, теплових і електромагнітних вихрових потоків. Дослідження структурних змін кобальтової фази зразків твердого сплаву, оброблених імпульсним магнітним полем, проводилося методом рентгеноструктурного аналізу на дифрактометрі ДРОН-3М. Реєструвалося положення дифракційного максимуму лінії кобальтової фази до і після обробки імпульсним магнітним полем. Зареєстровано зміщення максимуму в бік великих кутів. Це може бути пов'язано як зі зміною складу твердого розчину вольфраму і вуглецю в кобальті, так і зі зміною напруженого стану кристалічної ґратки. Оскільки руйнування твердого сплаву відбувається по (Ti, W)C - фазі, а кобальтова фаза може гальмувати розвиток руйнуючої тріщини, то стабільність структури кобальтової фази позначається на міцності і стабільності різальних властивостей інструменту. Підвищення міцності твердосплавного інструменту, обробленого імпульсним магнітним полем, підтверджене лабораторними випробуваннями різців методом руйнуючої подачі (таблиця. 12.7),

пояснює зменшенням напруг, що розтягують в кобальтової фазі, що перешкоджає поширенню руйнують тріщин в кобальтової фазі твердого сплаву, тобто веде до підвищення його міцності.

*Таблиця 12.7 – Порівняльні випробування збірних різців (сталь 40Х,  $t = 8$  мм, діапазон подач 0,8-2,05 мм/об, швидкістю різання 20м / хв)*

Інструмент	Період стійкості $T_p$ , хв		Коефіцієнт варіації, $V_T$	Руйнуюча подача, $S_p$ мм/об
	середній $\overline{T_p}$	гамма-відсотковий $T_\gamma$		
T5K10	38	12	0,38	1,63
T5K10+ОІМП	42	14	0,25	2,05

Збільшення стабільності різальних властивостей твердого сплаву, про який свідчить зменшення коефіцієнта варіації стійкості і підвищення гамма - відсотковий стійкості інструменту, пов'язане з гомогенізацією кобальтової фази під впливом імпульсного магнітного поля. Застосування вібраобразивної обробки перед впливом магнітного поля посилює інтенсивність переходу напруга в кобальтові фазі від розтягуючої до стискаючої і, отже, до підвищення міцності і стабільності різальних властивостей інструменту.

**Дослідження впливу способів заточування різців на їх надійність.** Особливостями експлуатації твердосплавних різців на важких верстатах є велике розсіювання параметрів: розмірів і властивостей заготовок, припусків на обробку, інструментальних матеріалів, фактично застосовуваних режимів різання. В результаті цього значного розсіювання, яке характеризується параметрами законів розподілу періодів стійкості і коефіцієнтом варіації стійкості, що є відношенням середнього квадратичного відхилення до середнього періоду стійкості інструменту, знижується стабільність процесу обробки деталей. Залежно від коефіцієнта варіації стійкості розподіл періоду стійкості може бути виражений різними законами. Статистичні дослідження відмов інструментів важких верстатів показали, що коефіцієнт варіації стійкості часто перевищує одиницю, що пов'язано з більшою часткою крижків відмов різців. На вітчизняних заводах важкого машинобудування з'явилася тенденція виготовлення різців в умовах інструментальних цехів заводів. При цьому забезпечення їх надійності, як правило, істотно залежить від рівня технології їх виготовлення і заточування. Аналіз факторів, що впливають на якість експлуатації збірних різців, показав, що якість заточування інструменту є одним з найбільш вагомим властивостей, що впливають на рівень експлуатації інструменту на важких верстатах. Для дослідження впливу способів заточування на показники надійності різців були проведені експлуатаційні випробування твердосплавного інструменту в умовах ПрАТ НКМЗ. Порівнювалися 3 партії різців (211шт.), перетином

75x75 з різною технологією заточування. Випробування проводилися в типових умовах важкого машинобудування, які мають місце при обробці прокатних валків з легованої сталі. Розподіл періоду стійкості інструменту не суперечив закону Вейбулла - Гнеденко. Результати експлуатаційних випробувань 3 наведені в таблиці 12.8.

Таблиця 12.8 – Показники надійності різців при різних видах їх заточування і доведення

№ партії	Вид заточування і доведення	Середній період стійкості, $T$ , хв	$\gamma$ -%-ний період стійкості $T_{\gamma}$ , хв	Коефіцієнт варіації, $V_T$	Параметри закону Вейбулла - Гнеденко	
					$a$	$a$
1	Заточування 64С	41,2	8,7	1,1	39,2	0,9
2	Заточування 64С, доведення карбідом бору	40,7	15,9	0,77	44,0	1,34
3	Заточування 64С, доведення алмазом	40,5	15,1	0,76	43,8	1,35

Характеристики надійності різців наведені на рис. 12.17.

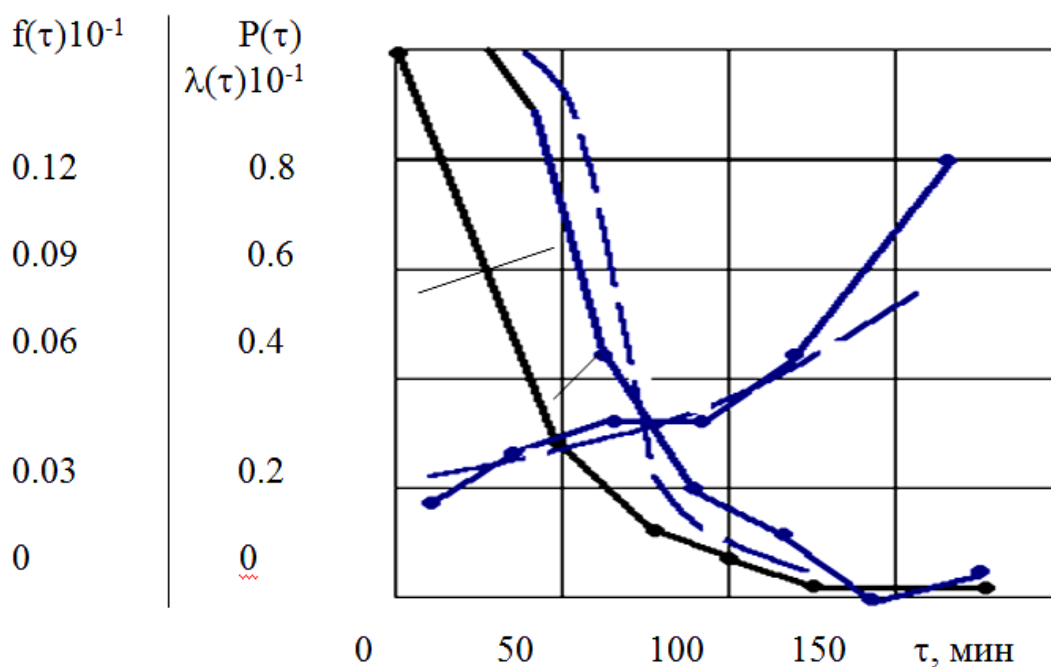


Рисунок 12.17 – Показники надійності збірних твердосплавних різців Т5К10, які доведені карбідом кремнію зеленим 64С, ( $t = 20$ мм,  $S = 1,1$ мм / об,  $V = 46$ м / хв)

Результати випробувань показали, що технологія заточування і доведення істотно не впливають на середній період стійкості інструменту, але значно підвищує показники його надійності: знижує розсіювання

періоду стійкості і значно підвищує гамма-відсотковий період стійкості, тобто істотно підвищує стабільність обробки деталей на важких верстатах.

**Застосування зносостійких покриттів для підвищення надійності інструменту.** Статистичні дослідження в виробничих умовах показали, що основними причинами відмов інструменту при точінні поряда з втратою міцності і зносостійкості різців є відсутність стабільного стружко-дроблення. Найбільш поширеним способом управління процесом стружкоподріблення є використання збірних різців зі спеціальною геометрією передніх поверхонь різальних пластин. Однак в процесі роботи інструменту зношується його передня поверхня, змінюючи профіль стружколомаючих елементів конструкції пластини. У зв'язку з імовірнісним характером процесу різання в загальному випадку при точінні твердосплавним інструментом розподіл періоду його стійкості, не суперечить нормальному закону з коефіцієнтом варіації стійкості  $\leq 0,33$  або законом Вейбулла - Гнеденко з коефіцієнтом варіації стійкості, який дорівнює 0,4-0,9. У певний період часу, який може бути більше або менше середнього періоду стійкості, з'являється при точінні несприятлива форма стружки, яка свідчить про відсутність стабільного стружкоподріблення. Період часу появи несприятливої стружки носить випадковий характер. Його розподіл залежить від великої кількості факторів.

Результати експериментальної перевірки впливу нанесення зносостійких покриттів на передню поверхню різальної пластини на рівень стабільності роботи інструменту, який характеризують коефіцієнтом варіації його стійкості, представлені в таблиці 12.9.

*Таблиця 12.9 – Результати експериментальних досліджень надійності збірних різців*

№	Деталь	Різальна пластина	Режими різання			Об'єм виборки	Розподіл періоду стійкості різця	
		Матеріал	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв		Коеф. варіац.	Закон, Параметри
1	ШХ15СГ	T15K6	4.4	0.56	84	21	0.68	Вейбулла-Гнеденко $a=34.1, v=1.5$
2	ШХ15СГ	T15K6+ TiN+N <sup>+</sup>	4.4	0.56	84	17	0.32	Нормальний T=42.0 $\sigma=14.1$
3	X18H9T	T5K10	8	0.96	72	19	0.82	Вейбулла-Гнеденко $a=23.8, v=1.2$
4	X18H9T	T5K10+BO+ TiN	8	0.96	72	20	0.54	Вейбулла-Гнеденко $a=31.9, v=1.9$
5	90ХФ	T15K6	4	0.8	75	22	0.55	Вейбулла-Гнеденко $a=39, v=1.85$
6	90ХФ	T15K6+ TiN+N <sup>+</sup>	4	0.8	75	18	0.33	Нормальний T=52.0 $\sigma=17.1$

Для збереження форми стружкоподріблення більш тривалий час на передню поверхню наносилося зносостійке покриття, застосування якого



змінювало характер розподілу стійкості інструменту. Так, при точінні стали Х18Н9Т коефіцієнт варіації часу появи несприятливої стружки дорівнює 0,7, що не суперечить розподілу Вейбулла-Гнеденко. Застосування інтегрованих технологій нанесення зносостійких покриттів з попереднім шліфуванням і виробленням пластин підвищило стабільність властивостей інструменту, істотно знижуючи коефіцієнт варіації його періоду стійкості. Це призвело до зміни закону розподілу стійкості Вейбулла-Гнеденко на нормальний (коефіцієнт варіації стійкості 0,28). При цьому зміцнення і нанесення зносостійких покриттів на передню поверхню інструменту оберігає її від зношування, зберігаючи більш тривалий час раціональну геометрію для забезпечення надійного стружкоподріблення. Розподіл часу появи несприятливої стружки при роботі з зміцненими пластинами, як показують експлуатаційні випробування, характеризується меншим розсіюванням і підвищенням середнього періода стійкості інструмента.

## **12.8 Контроль якості різального інструменту і процесу його експлуатації.**

Раціональна експлуатація різального інструменту на токарних верстатах може бути реалізована тільки в тому випадку, коли буде забезпечений певний рівень якості інструменту і процесу його експлуатації.

Щоб керувати якістю за допомогою науково-обґрунтованих регламентів експлуатації необхідно забезпечити зворотній зв'язок з виробництвом і встановити кількісний зв'язок між показниками якості і керуючими параметрами (регламентами) процесу експлуатації.

Система управління процесом експлуатації інструменту містить підсистему «оцінка, аналіз, удосконалення», функції якої в сучасному машинобудівному виробництві можна покласти на службу технічного нагляду. Основні завдання цієї служби: вхідний контроль якості інструменту, контроль за дотриманням якості процесу експлуатації інструменту з метою раціонального використання і зниження його витрат, контроль за дотриманням правил обліку, зберігання і транспортування різального інструменту, його заточування, за виготовленням а так само участі у розрахунку потреби в різальному інструменті.

Вхідний контроль якості різального інструменту має на меті оцінити властивості якості, які проявляються в сфері експлуатації.

Показники якості нового різального інструменту, що надходять в експлуатацію, визначаються наступними методами: розрахунком, безпосередньою зміною параметрів, випробуваннями (лабораторними або експлуатаційними), експертизою. Розрахунковим шляхом визначають обмежену кількість показників, наприклад, матеріалоемність. Зміни

параметрів використовуються, головним чином, для оцінки якості виготовлення інструменту, наприклад, точності і якості поверхні, геометричних параметрів.

Випробування є основним методом визначення показників якості. Лабораторні випробування використовуються при вхідному контролі якості нового інструменту, експлуатаційні випробування – для оцінки якості інструменту в експлуатації.

Експертна оцінка якості проводиться у випадках, коли не можна використовувати інші методи.

Системою раціональної експлуатації інструменту на важких верстатах передбачається здійснення вхідного контролю якості інструменту і контролю процесу його експлуатації за допомогою впровадження у виробництво паспорта збірного, різального інструменту, приклад якого наведено в розроблених загальномашинобудівних нормативах режимів різання і нормах витрати інструменту.

Лист 1 паспорта збірного різця містить дані перевірки параметрів інструменту на стадії вхідного контролю (геометричні параметри, твердість вставки, корпусу, опори пластини, розміри зазорів конструкції різця, точність виготовлення інших розмірів і інше). Заповнений документ перевірок параметрів інструменту зберігається в службі технагляду. Лист 2 паспорта призначений для перевірки умов експлуатації інструменту, Листи 3-6 - для обліку витрати деталей інструмента і визначення показників якості різців та якості їх експлуатації.

Таким чином, якість інструменту оцінюється двічі: при вхідному його контролі і в кінці експлуатації інструменту за результатами всіх інших перевірок.

Якщо при вхідному контролі, його якості інструменту результат є незадовільним, різці не допускаються до процесу експлуатації і піддаються доопрацюванню у замовника або виконавця.

На них оформляється рекламація заводу виробника. В кінці процесу експлуатації інструменту в разі його незадовільної якості, встановленого за допомогою розробленого методу, можливі наступні рішення:

- складається рекламація заводу виробника в разі виявлення дефектів різців в процесі експлуатації;

- складаються пропозиції щодо поліпшення якості експлуатації (при виявленні грубих порушень процесу експлуатації - незадовільній заточці, несвоєчасній заміні опори і блоку, недодержанні режимів різання і норм зносу і т.п.):

- складаються пропозиції щодо коригування нормативів (якщо рівень якості різців та якості процесу їх експлуатації наближається до одиниці), тобто уточнюються базові показники.

Відповідальність за забезпечення контролю інструменту, умов його експлуатації і витрати покладається на службу технагляду.

Крім розроблених методом вхідного контролю якості інструменту, запропонований новий спосіб [47], який заснована на використанні

обробки імпульсним полем (ОІМП), що дозволяє не тільки встановити факт наявності дефектів інструменту, але і усунути їх. На рисунку 12.18 представлений загальний вигляд установки ОІМП - РК1, яка застосовується для обробки інструментів імпульсним магнітним полем.



*Рисунок 12.18 – Установка для обробки інструменту імпульсним магнітним полем*

Причини зміни властивостей при ОІМП інструментальних матеріалів зводяться до перебудови атомів під впливом магнітного поля. Взаємодія імпульсного магнітного поля з струмопровідних інструментальних матеріалів відбувається тим інтенсивніше, чим вище структурна і енергетична неоднорідність матеріалу. При виготовленні інструменту в його матеріалі нерівномірно концентруються кілька надлишкової енергії, зі збільшенням якої зростає ймовірність руйнування інструменту.

Застосування ОІМП дозволяє значно зменшити надлишкову енергію матеріалу, пов'язану з конструкцією внутрішніх і поверхневих напружень, і знизити ймовірність його руйнування. Ефект від застосування ОІМП тим значніше, чим нижче якість різального інструменту. Тому цей спосіб застосовується так само для підвищення надійності інструменту.

Таким чином встановлено, що:

- експлуатація різального інструменту на важких верстатах супроводжується болше розсіюванням значень навантажень на інструмент і несучої здатності його конструкції, рівень якої кількісно можна оцінити величиною напружень, що виникають в інструменті при руйнує подачі;

- вибір конструктивних параметрів інструментів в разі великого розсіювання навантаження на них повинен здійснюватися з урахуванням їх надійності. Запропоновано ймовірний підхід до визначення товщини пластини, реалізації якого на базі теорії надійності дозволило встановити, що товщина пластини може змінюватися до п'яти разів залежно від необхідного рівня її надійності;

- розроблено метод контролю якості інструменту, заснований на застосуванні обробки імпульсним магнітним полем, що дозволяє не тільки

здійснювати вхідний контроль якості твердосплавних різців, а й підвищувати надійність інструментів низької якості;

– контроль якості різального інструменту і процесу його експлуатації необхідно здійснювати як на початку процесу (вхідний контроль), так і в продовженні його. Розроблено зразок паспорта збірного різця, впровадження якого дозволяє організувати зворотний зв'язок з виробництвом для контролю і управління якістю процесу експлуатації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Азарова, В. Н. Управление качеством : учебник для вузов. В 2 т. Т. 1: Основы обеспечения качества / В. Н. Азарова. – М : МГИЭМ, 1999. – 326 с.
2. Азгальдов, Г. Г. О квалиметрии / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
3. Анпілогов, В. М. Взаємозамінність та стандартизація: Конспект лекцій / В. М. Анпілогов. М-во освіти України, Київ. міжнар. ун-т цивільної авіації. – К.: КМУЦА, 1998. – 63 с.
4. Аристов, О. В. Управление качеством: Учебник / О. В. Аристов – М.: ИНФРА, 2007. – 240 с.
5. Баррі, Дж. Дейл Методи менеджменту якості, що витримали випробування часом // Європейська якість. 2006. Том 8, № 2
6. Басовский, Л.Е. Управление качеством: учебник для вузов / Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев – М.: ИНФРА 2002. – 212 с.
7. Березненко, Н.П. Сертифікація систем якості та продукції в легкій промисловості: монографія / М. П. Березненко, Н. Г. Савчук, С. М. Березненко, В. І. Ліщук, Н. М. Сологуб. – К., Логос, 1996. – 232 с.
8. Бичківський, Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник / Роман Бичківський, Петро Столярчук, Павло Гамула; За ред. Романа Бичківського; Мін-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». - 2-е вид., випр. і доп. – Львів; К.: Вид-во Національного ун-у «Львівська політехніка», 2004. – 559 с.
9. Быков, Ю. М. Процессный подход при внедрении систем менеджмента качества в соответствии со стандартами ISO серии 9000 / Ю. М. Быков. – М.: ТЕМ Consulting, 2007. – 257 с.
10. Версан, В.Г. Системы управления качеством продукции / В. Г. Версан, И. И. Чайка. – М.: Издательство стандартов, 2012. – 104 с.
11. Гиссин, В. И. Управление качеством / В. И. Гиссин. – 2-е изд. – М.: ИКЦ «МарТ» Ростов-н-Д, 2003. – 400 с.
12. ГОСТ 18242 -72. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля.
13. ГОСТ 20736 -75. Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля.
14. Демидова, А.В. Исследование систем управления / А. В. Демидова – М.: Приор-издат, 2005. – 96 с.
15. Державна система стандартизації. – К., Держстандарт України, 1994р.
16. Ефимов, В.В. Средства и методы управления качеством / В. В. Ефимов М.: КНОРУС, 2007.
17. Ефимов, В.В. Статистические методы в управлении качеством продукции : учебное пособие / В. В. Ефимов, Т. В. Барт. – М.: КноРус, 2006. – 233 с.

18. Жилинский, С. Ф. Статистические методы в современном менеджменте / С. Ф. Жилинский, Е. С. Новиков, В. Я. Поспелов – М. : Фонд «Новое тысячелетие», 2001. – 208 с.
19. Законодавство України про стандартизацію, метрологію і сертифікацію: закони і законодавчі акти / ред. кол.: В.С. Ковальський (гол.), В.Г. Гончаренко та ін.. – К. : Юрінком Інтер, 2003. – 446 с.
20. Игнатьева, А.В. Исследование систем управления: Учеб. пособие для вузов / А. В. Игнатьева, М. М. Максимцов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000 – 157 с.
21. Ильенкова, С. Д. Управление качеством: учебник / С. Д. Ильенкова, Н. Д. Ильенкова, С. И. Ягудин и др. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2006 – 327 с.
22. Калейчик, М.М. Квалиметрия. Учебное пособие / М. М. Калейчик. – М. : МГИУ, 2005 – 200 с.
23. Канарчук В. Е. Надійність машин. Підручник/ В.Е. Канарчук, С.К. Полянський, М. М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003.- 424 с.
24. Клименко Г. П. Повышение надежности твердосплавных сборных резцов при обработке деталей на тяжелых станках / Г. П. Клименко, В. С. Майборода, А. Ю. Андронов // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ-Київ, 2008. – Вип. 23. – С. 22–27.
25. Клименко Г. П. Надежность технологической системы при механообработке труднообрабатываемых материалов / Г. П. Клименко, Н. С. Равская, А. Ю. Андронов // Вісник двигунобудування. – Запоріжжя : ОАО «Мотор Сич», 2009. – № 2. – С. 110–119.
26. Клименко Г. П. Определение показателей стабильности процесса обработки деталей на тяжелых станках / Г. П. Клименко, А. В. Хоменко // Резание и инструмент в технологических системах. – Х., 2009. – Вып. 77. – С. 95–101.
27. Клименко Г. П. Повышение надёжности системы при механообработке труднообрабатываемых материалов на тяжёлых токарных станках / Г. П. Клименко, Н. С. Равская, А. Ю. Андронов // Вестник двигателестроения. – Запорожье, ОАО «Мотор Сич», 2009. – № 2. – С. 116–120.
28. Клименко Г. П. Визначення товщини пластини збірної різця в залежності від його раціонального рівня надійності / Г. П. Клименко, А. Ю. Андронов // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2010. – Вип. 26. – С. 39–45.
29. Клименко Г. П. Определение надежности концевых фрез сборной конструкции / Г. П. Клименко, А. В. Хоменко, К. С. Чабан // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2010. – Вип. 26. – С. 63–67.
30. Клименко Г. П. Определение качества сборных торцовых фрез / Г. П. Клименко, А. О. Денисова // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2011. – Вип. 28. – С. 56–60.

31. Клименко Г. П. Исследование качества сборных многолезвийных инструментов / Г. П. Клименко // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. – Вып. 82. – С. 83–90.

32. Клименко Г. П. Надёжность инструментообеспечения сборных резцов / Г. П. Клименко, Я. В. Васильченко, М. В. Шаповалов // Тези доповідей. XII всеукраїнська молодіжна науково-технічна конференція "Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво". – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – С. 62–63.

33. Клименко Г. П. Определение показателей надежности работы и инструментообеспечения сборных резцов / Г. П. Клименко, Е. В. Ткачева // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2012. – Вып. 30. – С. 66–70.

34. Клименко Г. П. Повышение безотказности фрез сборной конструкции / Г. П. Клименко, А. Ю. Андронов, Е. В. Коноплицкий // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2012. – Вып. 30. – С. 15–21.

35. Клименко Г. П. Повышение качества обработки глубоких отверстий путем гашения автоколебаний / Г. П. Клименко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ, 2014. – № 2 (33). – С. 45–48.

36. Клименко Г. П. Повышение качества сборного инструмента для глубокого сверления / Г. П. Клименко // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсоэнергосбережении : материалы научно-технической конференции, 22–24 сентября 2014 г. – Одесса-Киев : АТМ Украины, 2014. – С. 55–58.

37. Клименко Г. П. Повышение качества сборных сверлильных головок / Г. П. Клименко, Я. И. Яворовская // Научный вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. – Краматорск, 2014. – № 3 (15Е). – С. 33–38.

38. Г. П. Клименко. Експлуатація збірних різців : монографія - Г. П. Клименко, Є. В. Мироненко, В. С. Гузенко, Я. В. Васильченко, М. В. Шаповалов. – Краматорськ : ДДМА, 2015. – 83 с. – ISBN 978-966-379-732-8.

39. Клименко Г. П. Разработка математических моделей для прогнозирования надежности сборных инструментов / Г. П. Клименко, Е. В. Кучма // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2015. – Вып. 36. – С. 132–135.

40. Клименко Г. П. Определение качества конструкций сборных резцов для восстановления профиля колесных пар / Г. П. Клименко, И. И. Полупан // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2016. – Вып. 38. – С. 38–43.

41. Клименко Г. П. Розробка системи якості процесу експлуатації інструменту / Г. П. Клименко, О. В. Суботін // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. – Краматорськ, 2016. – С. 38.

42. Клименко Г. П. Надійність технологічної системи при оптимальній стратегії заміни інструмента / Г. П. Клименко // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. – Краматорськ, 2017. – С. 35.

43. Клименко Г.П. Технологічне управління якістю експлуатації інструменту для важких верстатів/ Г.П. Клименко //Modern question of production and repair in industry and in transport, Brno Czech Republic, 2018.- с. 97-100

44. Клименко Г.П. Комплексний показник надійності збірних різців важких токарних верстатів / Г.П. Клименко, Д.О.Ковальов // Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем.- Краматорск: ДГМА, Вип.42, 2018.- с.37-40

45. Клименко Г.П. Надійність інструментів зірної конструкції як систем / Г.П. Клименко Г.П. // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: Матеріали Всеукраїнської конференції 19-21 квітня, 2018.- с. 27-33

46. Клименко Г.П. Качество и надежность эксплуатации сборных твердосплавных инструментов / Г.П. Клименко, Я.В. Васильченко, М.В. Шаповалов // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХПІ», Вип.34 (1310), 2018.- с.84-89.

47. Клименко Г.П. Основі рациональной эксплуатации режущего тинструмента. Учебное пособие. - Краматорск: ДГМА, 2006.- 200 с.

48. Малин, А. С. Исследование систем управления: учебник для вузов / А. 399 с.

49. Михеева, А. Н. Управление качеством: учебник / Е. М. Михеева, Н. В. Сироштан – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2009. – 708 с.

50. Мишин, В. М. Исследование систем управления: Учебник для вузов / В. М. Мишин – 2-изд. стереотип. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 527 с.

51. Мухин В.И. Исследование систем управления. - М.: Экзамен, 2003. – 384 с.

52. Новицкий, Н. И. Управление качеством продукции: Учебное пособие / Н. И. Новицкий, В. М. Олексюк – Мн. : Новое знание, 2001. – 366 с.

53. Новожилов, Б. В. Метод Монте-Карло / Б. В. Новожилов – М. : Издательство «Знание», 1966. – 48 с.

54. Ползунова, М.М. Исследование систем управления / М. М. Ползунова, В. Н. Краев – М. : Академический Проект, 2004. – 176 с.

55. Про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення. «Урядовий кур'єр», №56 від 24.04.93 р.

56. Про стандартизацію і сертифікацію. Декрет Кабінету Міністрів. «Голос України», №99 від 29.05.93 р.



57. Пронников, В. А. Управление качеством в Японии / В. А. Пронников, И. Д. Ладанов – М. : БЕК, 2004.
58. Р 50-601-19-91. Рекомендации. Применение статистических методов регулирования технологических процессов. – М. : Изд-во стандартов, 1992.
59. РД 50-605-86. Методические указания по применению стандартов на статистический приемочный контроль. – М. : Изд-во стандартов, 1986.
60. Саранча, Г. А. Метрологія, стандартизація, відповідність, акредитація та управління якістю: Підручник / Г. А. Саранча; Мін-во освіти і науки України, Київський нац. ун-т будівництва і архітектури. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 668 с.
61. Строителев, В.Н. Статистические методы в управлении качеством / В.Н. Строителев, В.Е. Яницкий – М. : «Европейский центр по качеству», 2002. – 164 с.
62. Тарасова, В. В. Метрологія, стандартизація і сертифікація: Підручник для вищих навчальних закладів / В. В. Тарасова, А. С. Малиновський, М. Ф. Рибак; Мін-во освіти і науки України, Державний агроекологічний ун-т. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 262 с.
63. Федюкин, В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: Учебное пособие / В. К. Федюкин. – М. : Филин, 2004. – 296 с.
64. Контроль качества продукции / А. Фейгенбаум. – М. : Экономика, 1986. – 471 с.
65. Фомин, В. Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: Курс лекций / В. Н. Фомин – М. : Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Изд-во «ЭКМОС», 2000. – 320 с.
66. Шаповал М.І. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації: Підручник / Микола Шаповал, Європейський університет. - 3-є вид., перероб. і доп.. – К. : Вид-во Європейського ун-ту, 2001. – 172 с.
67. Fletcher C. Total Quality Management: A Practical Guide // PM Network. 1996. February.
68. Evaluation of a level of quality of machining process / G. Klymenko, Y. Vasylychenko, V. Kovalev, L. Ostankova // International conference "ICQME2012"(Quality, Manegement, Environment, Engineering) 19–21 Septmber 2012. Hotel Palma, Tivat–Montenegro. – Podgorica, 2012. – S. 51–61.
69. Struckenbruck L.C. (editor). The Implementation of Project Management: The Professional's Handbook. Addison – Wesley P.C., PMI. Drexel Hill, 1992.
70. The PMI Standart Committee. A Guide to Project Management Body of Knowledge. – PM Institute, 1994.

## ДОДАТОК А

### Тести до самостійної роботи студентів

1. Що таке якість продукції?
  - A. Властивості призначення продукції
  - B. Сукупність характеристик продукту, які стосуються її здатності задовольняти встановлені потреби
  - C. Сукупність властивостей продукту, які визначають його ціну
  - D. Філософська категорія
  
2. Види властивостей якості ТС
  - A. Одиничні
  - B. Метрологічні
  - C. Комплексні
  - D. Кваліметричні
  
3. Що таке «оцінка» якості продукту?
  - A. Рейтинг показника якості
  - B. Інтегральний показник якості
  - C. Відношення показника якості продукту до базового показника
  - D. Добуток показника якості і базового показника
  
4. Як об'єднуються одиничні показники у комплексні?
  - A. Простим складанням оцінок
  - B. Помноженням оцінок на вагомість
  - C. Середнім арифметичним оцінок
  - D. Підсумовування добутків оцінок і вагомостей властивостей
  
5. Що таке «продукт»?
  - A. Продукція
  - B. Процес виробництва
  - C. Технологічна система
  - D. Послуги
  
6. Як називається система властивостей, що складає якість ТС?
  - A. Ергономічна
  - B. Ієрархічна
  - C. Дерево цілей
  - D. Кваліметрична

7. В якій послідовності визначається оцінка одиничних властивостей?
- A. Визначення базового показника
  - B. Аналіз мети оцінки
  - C. Визначення оцінки
  - D. Визначення показника одиничної властивості
8. В якій послідовності визначається комплексний показник якості ТС?
- A. Визначення рівня якості
  - B. Добуток оцінки і вагомості
  - C. Визначення вагомості
  - D. Визначення оцінки
9. Що таке «рівень якості»?
- A. Показник ремонтоспроможності
  - B. Комплексний кількісний показник якості
  - C. Ергономічний показник якості
  - D. Середнє арифметичне оцінок
10. Методи визначення окремих властивостей ТС
- A. Метрологічні
  - B. Математичні
  - C. Статистичні
  - D. Ергономічні
11. Методи визначення вагомостей властивостей якості
- A. Кваліметричні
  - B. Вартісні
  - C. Метрологічні
  - D. Експертні
12. Як визначають вагомість властивостей якості імовірнісним способом?
- A. Фізичним випробуваннями
  - B. На базі статистичних даних про кількість патентів
  - C. Метрологічними засобами
  - D. На базі математичних моделей
13. Яка наука вивчає принципи кількісної оцінки якості?
- A. Квалітологія
  - B. Економіка
  - C. Філософія
  - D. Кваліметрія

14. Що таке інтегральний показник якості?  
A. Підсумковий показник оцінок ТС  
B. Різновид комплексного показника якості, що має оптимальну сукупність властивостей ТС  
C. Інтеграл функцій оцінок якості ТС  
D. Середнє квадратичне відхилення оцінок ТС
15. Для чого проводяться експертні оцінки якості ТС?  
A. Для визначення комплексної оцінки якості ТС  
B. Для визначення вагомостей властивостей  
C. Для розробки нових конструкцій ТС  
D. для визначення рейтингів ТС
16. Яка кількість експертів рекомендується до складу експертної групи?  
A. менше 5  
B. 7-12  
C. більше 15  
D. Не має значення
17. За допомогою чого перевіряється узгодження експертів?  
A. Коефіцієнту узгодження  
B. Коефіцієнту варіації  
C. Коефіцієнту конкордації  
D. Коефіцієнту кореляції
18. Який метод покладено в основу методики експертної оцінки?  
A. Класичний метод  
B. Метод Дельфі  
C. Варіаційний метод  
D. Метод Фібоначі
19. З якої метою проводять експертну оцінку?  
A. Підвищення точності  
B. Скорочення часу  
C. Скорочення витрат  
D. розповсюдження знань
20. Які переваги дає статистичний метод оцінювання якості ТС?  
A. Підвищує точність оцінки  
B. Прогнозування рівня якості у часі  
C. Скорочує час оцінювання  
D. Керування якістю ТС

21. В якому виді виробництва ефективно використовують статистичні методи оцінки якості?

- A. Одиничному
- B. Серійному
- C. Масовому
- D. Не має значення

22. За допомогою яких законів визначають статистичні показники якості виробів?

- A. Закон Реллея
- B. Закон Гаусса
- C. Закон трикутний
- D. Закон Вейбулла

23. Яку поширену назву має закон Гаусса?

- A. Трикутний
- B. Експоненціальний
- C. Нормальний
- D. Сімпсона

24. Які статистичні характеристики свідчать про розсіювання параметрів якості?

- A. Математичне сподівання
- B. Середнє квадратичне відхилення
- C. Коефіцієнт варіації
- D. Діапазон розсіювання

25. Які значення коефіцієнта варіації оцінок свідчать про узгодження експертів?

- A. 0,40-0,80
- B. 0,11-1,20
- C. 0,90-1,20
- D. 0,01-0,03

26. Які значення коефіцієнта варіації свідчать про нормальний закон розподілу випадкових величин?

- A. 0,75
- B. 0,25
- C. 0,15
- D. 0,09

27. Які значення коефіцієнта варіації свідчать про експоненціальний закон розподілу випадкових величин?
- A. 0,20
  - B. 0,05
  - C. 0,95
  - D. 0,30
28. Які критерії використовуються для визначення точності статистичних показників рівня якості ТС?
- A. Максвелла
  - B. Сімпсона
  - C. Стьюдента
  - D. Колмогорова
29. Види технічного контролювання якості продукції залежать від:
- A. Виду використання засобів
  - B. Стадій «життя» виробів
  - C. Впливу на контрольований об'єкт
  - D. Типу контрольованих параметрів
30. До якого виду технічного контролювання якості відносять вимірвальний, записувальний, органолептичний, оглядовий
- A. Виду використання засобів
  - B. Стадій «життя» виробів
  - C. Впливу на контрольований об'єкт
  - D. Типу контрольованих параметрів
31. До якого виду технічного контролювання якості відносять руйнівний та неруйнівний контроль?
- A. Виду використаних засобів
  - B. Альтернативний
  - C. Змоги подальшого використання виробів
  - D. Типу контрольованих параметрів
32. Який вид технічного контролювання залежить від зв'язку з контрольованим об'єктом у часі?
- A. Біжучий
  - B. Геометричний
  - C. Періодичний
  - D. Фізичний

33. Який вид технічного контролювання залежить від впливу на контрольований об'єкт?
- A. Вимірювальний
  - B. Активний
  - C. Механізований
  - D. Пасивний
34. Який вид технічного контролювання залежить від повноти охоплення
- A. Хімічний
  - B. Суцільний
  - C. Періодичний
  - D. Вибірковий
35. До якого виду технічного контролювання якості відносять геометричний, фізичний, механічний, металографічний контроль, які залежать від?
- A. Впливу на контрольований об'єкт
  - B. Виду контрольованих параметрів
  - C. Виду використаних засобів
  - D. Повноти охоплення
36. Які види випробувань продукції залежать від мети випробування?
- A. Контрольні
  - B. Дослідницькі
  - C. Попередні
  - D. Ресурсні
37. Які види випробування продукції залежать від рівня проведення?
- A. Попередні
  - B. Державні
  - C. Приймальні
  - D. Міжнародні
38. До якого виду випробувань належать нормальні та прискорені випробування?
- A. Рівня проведення
  - B. Тривалості виконання
  - C. Мети виконання
  - D. Дії на об'єкт випробування

39. Які випробування проводять на стадії ескізного проектування?
- A. Виробничих партій виробів
  - B. Макетних зразків виробів
  - C. Лабораторних зразків
  - D. Дослідних зразків
40. Які випробування проводять на стадії технічного проектування?
- A. Дослідну партію зразків (5шт)
  - B. Виробничу партію (50шт)
  - C. Лабораторні випробування (10шт)
  - D. Приймальні випробування
41. Чим відрізняються випробування на стадіях ескізного і технічного проектування?
- A. Місцем проведення (лабораторія чи виробництво)
  - B. Методами випробування
  - C. Величиною партії зразків виробів
  - D. Часом випробувань
42. Як називається контроль якості сировини перед виготовленням виробів?
- A. Попередній
  - B. Вхідний
  - C. Приймальний
  - D. Періодичний
43. Які математичні моделі використовують для розрахунків рівня якості при порівнянні якості ТС?
- A. Інтегральний показник якості
  - B. Комплексний показник якості
  - C. Оцінку
  - D. Собівартість
44. Яка система властивостей якості використовується для визначення рівня якості ТС?
- A. Ергономічна
  - B. Ієрархічна
  - C. Фізична
  - D. Дерево цілей



45. Які методи кваліметрії використовують для визначення коефіцієнтів вагомостей?
- A. Експертний
  - B. Імовірнісний
  - C. Класичний
  - D. Комбінований
46. Які показники якості називають базовими?
- A. Найпоширеніші у галузі
  - B. Найкращі на світовому рівні з точки зору конкурентоспроможності
  - C. Найпродуктивніші на підприємстві
  - D. Ті, що забезпечують найменші витрати
47. Які методи оцінки якості називають органолептичними?
- A. Ті, що визначають рівень якості вимірюванням
  - B. Ті, що визначають рівень якості зором
  - C. Ті, що визначають рівень якості експертно
  - D. Ті, що визначають рівень якості смаком
48. Які методи оцінки якості називають евристичними?
- A. Ергономічні
  - B. Органолептичні
  - C. Експертні
  - D. Ергатичні
49. Що таке надійність виробів?
- A. Здатність виробів витримувати навантаження
  - B. Здатність виробів зберігати у часі параметрів їх якості
  - C. Опір матеріалів виробів
  - D. Досконалість конструкції виробів
50. Назвіть показники надійності
- A. Безвідмовність
  - B. Економічність
  - C. Ремонтоспроможність
  - D. Тривалість
51. Які показники відносять до комплексного показника якості «надійність»?
- A. Інтенсивність
  - B. Ймовірність безвідмовної роботи
  - C. Ресурс
  - D. Довговічність

52. Які показники надійності характеризують одночасно безвідмовність і ремонтоспроможність?
- A. Коефіцієнт технічного використання
  - B. Коефіцієнт готовності
  - C. Тривалість ремонту
  - D. Роботоспроможність
53. Якими методами вимірюють естетичні показники?
- A. Метрологічними
  - B. Органолептичними
  - C. Експертними
  - D. Статистичними
54. Який показник якості виробів характеризує ступень оновлення технічних рішень у виробі?
- A. Ергономічність
  - B. Патентоспроможність
  - C. Довговічність
  - D. Ремонтоздатність

### **Тести до розділу «Стандартизація»**

1. Хто встановлює основні терміни зі стандартизації?
- A. Держстандарт України
  - B. ISO
  - C. ДСТУ
  - D. ГСТУ
2. Які науки складають основу стандартизації?
- A. Стандартознавство
  - B. Кваліметрія
  - C. Метрологія
  - D. Кодування
3. Яке головне завдання стандартизації?
- A. Підвищення продуктивності
  - B. Встановлення прогресивних вимог до продукції
  - C. Контролювання вимог до продукції
  - D. Підвищення надійності продукції

4. Які вимоги можуть містити стандарти?
- А. Обов'язкові
  - В. Випадкові
  - С. Рекомендовані
  - Д. Об'єктивні
5. У чому полягають вимоги стандартів?
- А. Виконуються по рішенням підприємства
  - В. Підлягають безумовному виконанню
  - С. Потребують уточнення
  - Д. Можуть не виконуватись
6. Які вимоги належать до обов'язкових стандартів?
- А. Безпека
  - В. Сумісність
  - С. Взаємозамінність
  - Д. Уніфікація
7. До яких стандартів (обов'язкових чи рекомендованих) належать стандарти з техніки безпеки та гігієни праці?
- А. Обов'язкові
  - В. Рекомендовані
  - С. Не має значення
8. До яких стандартів належать метрологічні норми?
- А. Рекомендовані
  - В. Обов'язкові
9. Які продукти не можуть бути об'єктами стандартизації?
- А. Бензин
  - В. Нафта
  - С. Руда
  - Д. Вугілля
10. Чи являє стандарт собою нормативний документ?
- А. Так
  - В. Ні
11. Чи можуть бути об'єктами стандартизації натуральні продукти природи?
- А. Так
  - В. Ні

12. Чи являються стандартами міри довжини, константи, одиниці вимірювання величин?
- A. Так
  - B. Ні
13. Що таке стандарт?
- A. Технічні умови
  - B. Нормативний документ
  - C. Будівні норми
  - B. Якість поверхонь
14. Хто очолює роботи зі стандартизації в Україні?
- A. Технічний комітет зі стандартизації
  - B. Держстандарт України
  - C. Метрологічні служби центральних органів
  - D. Укр НДІССІ
15. З яких систем складається структура Держстандарту України?
- A. Система якості
  - B. Система стандартизації
  - C. Система метрології
  - D. Система сертифікації
16. В якому році Україна стала повноважним членом Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) ?
- A. 1993
  - B. 2004
  - C. 2015
  - D. 1991
17. Коли створено Державний комітет УРСР зі стандартизації, метрології та якості продукції?
- A. 1991
  - B. 1993
  - C. 2002
  - D. 1982
18. Коли створено Держстандарт України?
- A. 1992
  - B. 2003
  - C. 2010

19. Що таке уніфікація?
- A. Оптимізація типів об'єктів однакового призначення
  - B. Скорочення кількості типів, видів і розмірів об'єктів однакового призначення
  - C. Збільшення кількості типів, видів і розмірів об'єктів однакового призначення
  - D. Перевірка розмірів об'єктів однакового призначення
20. Що таке «взаємозамінність»?
- A. Придатність одного виробу для використання замість іншого для виконання різних вимог
  - B. Придатність одного виробу для використання замість іншого для використання одних і тих самих вимог
21. Що таке «сумісність»?
- A. Придатність продуктів до спільного використання, що не викликає небажаних взаємодій
  - B. Спільне використання продукції, процесів, послуг
22. Коли стандарти підлягають обов'язковому виконанню?
- A. При вимогах для забезпечення безпеки життя і здоров'я людини
  - B. Для підвищення конкурентоздатності продуктів
  - C. При вимогах до охорони навколишнього середовища
  - D. Для підвищення якості послуг
23. Що таке «продукт» при стандартизації?
- A. Продукція, що випускається харчовою промисловістю
  - B. Продукція, процеси та послуги
  - C. Результат промислового виробництва
24. Що таке «диспозитивні» стандарти?
- A. Обов'язкові
  - B. Необов'язкові
  - C. Змішані
  - D. Стають обов'язковими при згоді між замовником і виробником
25. Види стандартів
- A. Міждержавні
  - B. Державні
  - C. Міські
  - D. Підприємницькі

## Тести до розділу «Сертифікація»

1. Що означає термін «сертифікація» (від латинської мови certus + facio)?
  - A. Вимірювання
  - B. Вірний + роблю
  - C. Підтвердження
2. Що таке «сертифікат відповідності»?
  - A. Дія «третьої сторони» щодо якості продукту
  - B. Документ, який свідчить, що продукт відповідає міжнародному стандарту
  - C. Документ, який дає змогу продавати продукт на міжнародному ринку
3. Як називається найвищий національний орган зі сертифікації в Україні?
  - A. УкрСЕПРО
  - B. Держстандарт
  - C. ISO
4. Які види діяльності здійснюють у системі УкрСЕПРО?
  - A. Сертифікацію
  - B. Акредитацію
  - C. Проектування
  - D. Випробування
5. Види сертифікації продукту
  - A. Добровільна
  - B. Аудит
  - C. Обов'язкова
  - D. Реєстрація
6. Означення обов'язкової сертифікації?
  - A. Відповідність щодо вимог законодавчих актів України
  - B. Перелік продуктів затверджується Держстандартом
  - C. Імпортована продукція
7. Яке призначення має випробувальна лабораторія?
  - A. Проводять технічний нагляд за виробництвом
  - B. Участь у атестації виробництва
  - C. Випробування зразків продукту

8. У чому полягає акредитація випробувальних лабораторій?
- A. Внесення до державного реєстру
  - B. Затвердження атестату акредитації лабораторії
  - C. Розробка умов інспекційного контролю
9. Що таке «атестат виробництва»?
- A. Документ, що свідчить про можливість сертифікації
  - B. Документ, що свідчить про спроможність виробництва (кадри, оснащення) виготовляти продукцію заданої якості
  - C. Ліцензійна угода з замовником
10. Що таке «акредитація»?
- A. Офіційне визначення технічної компетентності
  - B. Свідчення про незалежність від розробників, виробників, споживачів
  - C. Визначення про наявність коштів
11. Коли вперше сформульовано термін «сертифікація»?
- A. 1972
  - B. 1982
  - C. 2002
  - D. 1920
12. Яка організація визначила термін «сертифікація»?
- A. Держстандарт
  - B. ISO
  - C. ЄС
  - D. DIN
13. Яка держава вперше почала розвиток процесів сертифікації?
- A. Франція
  - B. Німеччина
  - C. Англія
  - D. Україна
14. В якому році німецький інститут стандартів затвердив знак відповідності стандартам DIN продукції?
- A. 1879
  - B. 1920
  - C. 1947
  - D. 2002

15. В якій державі затверджено знак відповідності електротехнічного і електронного обладнання VDE національним стандартам?
- A. Великобританія
  - B. Швейцарія
  - C. Німеччина
  - D. Швеція
16. В якій країні була створена національна система сертифікації знака NF?
- A. Німеччина
  - B. Франція
  - C. Італія
  - D. Бельгія
17. Коли створена Французька асоціація по стандартизації AFNOR?
- A. 1972
  - B. 1938
  - C. 2001
  - D. 2010
18. Коли Рада ЄС прийняла документ «Глобальна концепція з сертифікації та випробувань»?
- A. 1993
  - B. 1989
  - C. 2000
  - D. 2005
19. Які основні ідеї відмінності сертифікації сформульовані у «Глобальній концепції»?
- A. Гармонізація інфраструктури випробувань в ЄС
  - B. Заключення договорів з третіми країнами про визначення сертифікатів
  - C. Об'єднання органів з сертифікації та випробувальних лабораторій
  - D. Атестація випробувальних лабораторій
20. Який характер має сертифікація у Великобританії?
- A. Обов'язковий
  - B. Добровільний
21. Чим відрізняється сертифікація США від країн Західної Європи?
- A. Відсутністю єдиного національного органу з сертифікації
  - B. Сертифікація США не є гарантією якості продукції
  - C. Відсутністю випробувальних лабораторій



22. Назвіть перший і останній етап сертифікації

A. Рішення з сертифікації

B. Заявка на сертифікацію

C. Аналіз відповідності якості стандартам

D. Інспекційний контроль за об'єктом

*Навчальне видання*

**КЛИМЕНКО Галина Петрівна,  
ВАСИЛЬЧЕНКО Яна Василівна,  
ШАПОВАЛОВ Максим Валерійович**

**ЯКІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

**Навчальний посібник**

Редагування

Комп'ютерне верстання

107/2012. Формат 60 x 84/8. Ум. друк. арк. 7,44.  
Обл.-вид. арк. 8,99. Тираж 100 пр. Зам. № 121.

Видавець і виготівник  
Донбаська державна машинобудівна академія  
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №1633 від 24.12.2003