

**Завгородній Є. Є.,  
Снітко Є. О.**

# **ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

Міністерство освіти і науки України  
Державний заклад  
„Луганський національний університет  
імені Тараса Шевченка”

**Завгородній Є. Є.,  
Снітко Є. О.**

# **ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

**Курс лекцій**  
*для студентів денної та заочної форм  
навчання спеціальності „Професійне навчання”*

**Луганськ**  
**ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»**  
**2010**

**УДК 006.01(075.8)**  
**ББК 30ц.я73+30.607я73**  
**З-13**

**Рецензенти:**

- Тян Р. Б.** – доктор економічних наук, професор кафедри фінансів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.
- Акмасв А. І.** – доктор економічних наук, професор кафедри економіки та управління Донбаського державного технічного університету.
- Житна І. П.** – доктор економічних наук, професор кафедри обліку та аудиту Донбаського державного технічного університету.

**Завгородній Є. Є.**

- З-13 Основи стандартизації та управління якістю : курс лекцій для студ. ден. та заоч. форм навч. спец. „Професійне навчання” / Є. Є. Завгородній, Є. О. Снітко ; Держ. закл. „Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка”. – Луганськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2010. – 244 с.

Курс лекцій розроблено згідно з програмою вивчення нормативної дисципліни „Основи стандартизації та управління якістю”. Він охоплює всі змістовні модулі для мінімальної кількості годин, передбачених освітньою – професійною програмою підготовки бакалавра спеціальності 6.010100 „Професійне навчання”. Розглянуто основні концептуальні та методологічні положення стандартизації та управління якістю продукції. Особливу увагу приділено питанням забезпечення технічного рівня і якості продукції.

Призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 6.010100 „Професійне навчання”.

**УДК 006.01(075.8)**  
**ББК 30ц.я73+30.607я73**

*Рекомендовано до друку навчально-методичною радою  
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка  
(протокол № 4 від 9 грудня 2009 року)*

© Завгородній Є. Є., Снітко Є. О., 2010  
© ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2010

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
------------	---

### МОДУЛЬ 1

<b>Тема 1. Загальна характеристика стандартизації.....</b>	<b>8</b>
1.1. Загальні положення, терміни та визначення.....	8
1.2. Задачі, функції та принципи стандартизації.....	14
1.3. Рівні стандартизації.....	15
1.4. Головні міжнародні організації зі стандартизації.....	19
1.5. Головні регіональні організації у сфері стандартизації.....	21
Питання для перевірки знань студентів.....	23
<b>Тема 2. Державна система стандартизації в Україні.....</b>	<b>23</b>
2.1. Законодавча база стандартизації.....	24
2.2. Організація державної системи стандартизації на Україні.....	25
2.3. Порядок розробки, впровадження та обіг нормативно-технічних документів.....	28
2.4. Позначення стандартів та інших нормативних документів.....	30
2.5. Системи міжгалузевих стандартів.....	33
Питання для перевірки знань студентів.....	37
<b>Тема 3. Наукові та теоретичні основи стандартизації.....</b>	<b>37</b>
3.1. Наукова та теоретична база сучасної стандартизації.....	38
3.2. Науково-технічні принципи стандартизації.....	46
3.3. Види стандартизації: параметрична; випереджуюча; перспективна та комплексна.....	48
3.4. Методи стандартизації: класифікація, селекція, симпліфікація, типізація, оптимізація, уніфікація, агрегування, взаємозамінність.....	51
Питання для перевірки знань студентів.....	57
<b>Тема 4. Основи взаємозамінності.....</b>	<b>57</b>
4.1. Загальні поняття про допуски та посадки.....	58
4.2. Основні принципи побудови системи допусків та посадок.....	64
4.3. Посадки в системі отвору та системі валу.....	67
Питання для перевірки знань студентів.....	70
<b>Тема 5. Розмірні ланцюги.....</b>	<b>70</b>
5.1. Види та призначення розмірних ланцюгів.....	70
5.2. Методи досягнення точності замикаючої ланки.....	75

5.3. Метод розрахунку розмірних ланцюгів на максимум – мінімум.....	76
5.4. Особливості розрахунку площинних не лінійних та просторових розмірних ланцюгів.....	79
5.5. Використання розмірного аналізу у процесі ремонту машин.....	81
Питання для перевірки знань студентів.....	81
<b>Тема 6. Стандартизація деталей машин.....</b>	<b>82</b>
6.1. Стандарти, що установлюють норми для забезпечення взаємозамінності.....	82
6.2. Стандарти на з'єднання деталей машин.....	89
6.3. Стандарти на конструктивні та технологічні елементи деталей машин.....	96
Питання для перевірки знань студентів.....	97
<b>Тема 7. Економічна ефективність стандартизації.....</b>	<b>98</b>
7.1. Складові економічної ефективності стандартизації.....	98
7.2. Загальна економія від впровадження стандартів.....	99
7.3. Визначення оптимального рівня уніфікації та стандартизації продукції.....	102
Питання для перевірки знань студентів.....	105

## МОДУЛЬ 2

<b>Тема 8. Основи метрології.....</b>	<b>106</b>
8.1. Основні поняття та задачі метрології.....	106
8.2. Головні, додаткові, кратні, дольні та позасистемні одиниці.....	108
8.3. Області та види вимірювань.....	112
Питання для перевірки знань студентів.....	114
<b>Тема 9. Засоби вимірювань.....</b>	<b>115</b>
9.1. Шкали вимірювань. Засоби вимірювань.....	115
9.2. Типи помилок вимірювання.....	118
9.3. Статистичні закони розподілення величин параметрів якості продукції.....	121
Питання для перевірки знань студентів.....	125
<b>Тема 10. Організаційно-економічні аспекти якості продукції.....</b>	<b>126</b>
10.1. Загальні положення.....	126
10.2. Фактори, які впливають на якість продукції.....	129
10.3. Система стандартів якості ISO 9000. Петля якості.....	135
Питання для перевірки знань студентів.....	141

<b>Тема 11. Показники якості продукції</b> .....	141
11.1. Класифікація показників якості продукції.....	141
11.2. Методи визначення чисельних значень показників якості продукції.....	144
11.3. Номенклатура показників якості продукції.....	147
Питання для перевірки знань студентів.....	163
<b>Тема 12. Оцінювання рівня якості продукції</b> .....	164
12.1. Загальні положення оцінки рівня якості продукції.....	164
12.2. Методи оцінки рівня якості однорідної продукції.....	170
Питання для перевірки знань студентів.....	176
<b>Тема 13. Основні положення застосування експертного методу визначення рівня якості продукції</b> .....	176
13.1. Задачі, які вирішуються за допомогою експертних методів визначення рівня якості продукції.....	177
13.2. Організація та проведення оцінки якості продукції за допомогою експертних методів.....	178
13.3. Визначення вагомості показників якості продукції за допомогою експертів.....	179
Питання для перевірки знань студентів.....	183
<b>Тема 14. Статистичні методи контролю якості продукції. Інструменти управління якістю</b> .....	183
14.1. Статистичний вхідний та вихідний контроль.....	184
14.2. Статистичний контроль якості продукції, пов'язаний виключно з браком.....	186
14.3. Однократний вибіркового контролю.....	189
14.4. Методи та інструменти управління якістю продукції.....	190
Питання для перевірки знань студентів.....	198
<b>Тема 15. Сертифікація продукції</b> .....	198
15.1. Загальні поняття в галузі сертифікації.....	199
15.2. Основи сертифікації продукції в Україні.....	201
15.3. Моделі (схеми) сертифікації продукції в Україні.....	209
Питання для перевірки знань студентів.....	218
Тести для самоконтролю знань з курсу „Основи стандартизації та управління якістю”.....	219
Питання для проведення модульного контролю.....	227
Глосарій.....	229
Список літератури.....	237

## Вступ

В умовах ринкової економіки успішність діяльності підприємства, його конкурентоздатність перш за все забезпечується якістю продукції – товарів або послуг, які воно пропонує споживачам. Загалом якість продукції не є сталою величиною і постійне її підвищення – нагальна потреба сучасного ринку. Це досягається шляхом вдосконалення товарів чи послуг, покращенням технологічних процесів їх виробництва, а також завдяки підвищенню професійного рівня і кваліфікації персоналу підприємства.

Цим питанням приділяється багато уваги в усіх промислово розвинутих країнах, бо висока якість продукції обумовлює збереження фінансових, матеріальних, енергетичних та трудових ресурсів, підвищення конкурентоздатності та головне – більш повне задоволення потреб окремого споживача і суспільства загалом.

Досягнення необхідного рівня та управління якістю продукції в процесі розробки, виробництва та експлуатації вимагає вирішення багатьох проблем як в економічній так і в технічній сферах суспільного життя.

Навчальний посібник розроблено згідно з програмою вивчення нормативної дисципліни «Основи стандартизації та управління якістю», він охоплює всі змістовні модулі для мінімальної кількості годин, передбачених освітньою – професійною програмою підготовки бакалавра за спеціальністю 6.010100 «Професійне навчання» та «Трудове навчання».

*Метою курсу* є: формування системи знань з основ стандартизації, метрології та управління якістю.

*Предметом курсу* є: державна система стандартизації, нормативні документи, методи та засоби стандартизації, метрології, управління якістю.

*Змістовні модулі:*

Основи стандартизації: еволюція розвитку стандартизації, види, принципи, методи та форми. Державна система стандартизації, загальні положення та шляхи вдосконалення. Міжгалузеві стандарти. Міжнародна стандартизація. Основи метрології, методи та засоби вимірювань. Метрологічне

забезпечення якості продукції. Економічна ефективність, правові основи стандартизації та метрології.

Управління якістю: загальні поняття про управління якістю, контроль якості, системи якості та комплексні системи управління якістю. Кваліметрія. Міжнародні стандарти ISO серії 9000, сертифікація. Економічна ефективність, правові основи управління якістю продукції.

*Основними завданнями дисципліни є:*

- надбання студентами глибоких теоретичних знань із питань стандартизації, метрології та управління якістю промислової продукції;

- опанування методичним інструментарієм розробки та реалізації завдань стандартизації, метрології та управління якістю промислової продукції на всіх етапах життєвого циклу продукції від розробки до використання за призначенням і її утилізації;

- оволодіння навичками технічного мислення та практичного використання положень стандартизації, метрології, управління якістю;

- набуття навичок оцінки, технічної та економічної ефективності і наслідків здійснення рішень по стандартизації, метрології та управлінню якістю промислової продукції та послуг.

Вивчення дисципліни «Основи стандартизації та управління якістю» базується на загальних знаннях з машинознавства та економіки і пов'язане з такими дисциплінами як: «Фізика», «Вища математика», «Інформатика і комп'ютерна техніка», «Виробниче навчання», «Деталі машин та основи конструювання», «Технологія конструкційних матеріалів», «Основи економічної теорії» та інші.

Навчальною програмою з дисципліни «Основи стандартизації та управління якістю» для підготовки фахівців зі спеціальності «Професійне навчання» передбачено на денній формі навчання 81 година, з них аудиторних: 20 – лекції, 14 – практичні заняття.

Конспект лекцій курсу «Основи стандартизації та управління якістю» розроблено у відповідності до навчальної програми і тематичного плану дисципліни.



## Модуль 1

### Тема 1. Загальна характеристика стандартизації

#### План

1. Загальні положення, терміни та визначення.
2. Задачі та функції стандартизації.
3. Рівні стандартизації.
4. Головні міжнародні організації зі стандартизації.
5. Головні регіональні організації у сфері стандартизації.

#### 1.1. Загальні положення, терміни та визначення

Сучасне визначення поняття стандартизації зафіксовано в Законі України «Про стандартизацію» [2] і в загальній формі відображає напрямки та сфери її застосування. **Стандартизація** – діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня упорядкування в 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 [2].

Загалом же діяльність людства в галузі стандартизації почалася ще на початку розвитку сучасної цивілізації. Піраміди в Єгипті, які побудовані з відносно однакових за розмірами та формою «стандартних» блоків, вежа у Вавилоні, яка виходячи з залишків фундаменту, будувалася з відносно однакових цеглин, та багато інших, менш відомих споруд, є яскравими матеріальними прикладами цієї діяльності ще з прадавніх часів.

Проявами стандартизації у нематеріальній сфері перш за все є людська мова, абетки, системи рахунків, літочислення, громадські й карні кодекси, кодекси законів про працю, міжнародні звичаї та конвенції, взагалі всі закони і моральні норми, правила співжиття та інші.

Подальший розвиток діяльності у галузі стандартизації почався з 19 сторіччя, що пов'язано з розвитком серійного та

масового виробництва у найбільш економічно розвинених країнах. Спочатку ці роботи проводились на основі приватної ініціативи на окремих підприємствах.

Розвиток економічних зв'язків між окремими регіонами у межах країни, і розширення робіт із стандартизації в різних галузях економіки промислово розвинутих країн вимагали їх координації. В зв'язку з цим на початку ХХ сторіччя були створені перші національні організації із стандартизації у Великобританії (BSI, 1911 р.), Німеччині (DIN, 1917 р.), Франції (1918 р.) та США (ANSI, 1918 р.).

На початку та до середини ХХ століття головними пріоритетними напрямками діяльності в сфері стандартизації були: розроблення і затвердження нових та перегляд діючих стандартів, необхідних для забезпечення техніки безпеки та підвищення ефективності промислового виробництва, міжнародна уніфікація промислових стандартів, а також розробка стандартів в таких нових галузях, як ядерна енергетика, інформаційна технологія, оброблення матеріалів та електроніка.

З середини 60, у відповідь на виявлення потреб більш широкого застосування принципу консенсусу під час розроблення і затвердження стандартів та участі в цьому процесі якомога ширшого кола зацікавлених сторін, відбувається створення більш чутливої до потреб споживачів добровільних систем стандартів.

У 1970-х роках у багатьох секторах міжнародного економічного співтовариства було усвідомлено, що глобально прийняті стандарти і програми, згідно з якими оцінюється відповідність стандартам, стають ключем до проникнення на іноземні ринки, що стало новим поштовхом розвитку міжнародної стандартизації.

1990-і роки помістили стандартизацію в центр уваги як джерело стратегічних та конкурентноздатних переваг у постійно зростаючій глобальній економіці. Компанії почали розглядати стандарти не тільки як основу для дій з розроблення та виготовлення продукції, забезпечення її якості або дотримання екологічних норм, але також як необхідність для успішної конкуренції на глобальному ринку.

Ефективне використання стратегічної стандартизації в досягненні конкурентоспроможності, якості, сертифікації продукції і оцінки відповідності стали найважливішими питаннями, що постали перед економікою і суспільством на початку XXI століття. Економіки почали розвиватися на підтримку людей і систем, а не просто технології. Стандарти почали поширюватися далеко за рамки просто документів, що визначають технічні вимоги до продукції, зосереджуючись на питаннях ефективності, а також охоплюючи процеси, системи і персонал.

На сьогоднішній день, діяльність у сфері стандартизації охоплює увесь світ і координується у міжнародному масштабі визнаними міжнародними організаціями.

Головною метою стандартизації в Україні є забезпечення безпеки продукції для життя та здоров'я людини, тварин, рослин, а також майна та навколишнього природного середовища, створення умов для раціонального використання всіх видів національних ресурсів і відповідності об'єктів стандартизації своєму призначенню, усунення технічних бар'єрів у торгівлі [2].

**Головне завдання стандартизації** – створювати системи нормативної документації, які визначають прогресивні вимоги до продукції.

**Нормативний документ** – документ, що встановлює правила, загальні принципи чи характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів. Цей термін, у відповідності до ДСТУ 1.0:2003, охоплює такі поняття, як «стандарт», «кодекс ustalеної практики (настанови, правила, зводи правил)» та «технічні умови» [7].

В загальному випадку **стандарт** – це нормативний документ, розроблений на засадах відсутності протиріч з істотних питань з боку більшості зацікавлених сторін і затверджений визнаним органом, в якому встановлені правила, вимоги, загальні принципи чи характеристики, що стосуються різних видів діяльності або їх результатів для досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній галузі.

**Об'єкт стандартизації** – продукція, процес або послуга, які підлягають стандартизації. При цьому, стандарти можуть

встановлюватися як на весь об'єкт так і тільки на окремі характеристики (параметри) об'єкту.

Стандарти можуть встановлюватися як на матеріальні предмети так і на норми, правила, процедури, функції, методи або діяльність, вимоги до об'єктів організаційно – методичного характеру.

Згідно з Законом України об'єктами стандартизації є продукція, процеси та послуги (далі - продукція), зокрема матеріали, складники, обладнання, системи, їх сумісність, правила, процедури, функції, методи чи діяльність [2].

Об'єктом стандартизації може бути об'єкт інтелектуальної чи промислової власності, якщо розробник стандарту в установленому законодавством порядку отримав дозвіл у власника прав на цей об'єкт.

**Технічний стандарт** – нормативно - технічний документ, який встановлює вимоги до груп однорідної продукції і, в необхідних випадках, вимоги до конкретної продукції, правил її розробки, виробництва, застосування, утилізації.

Окрім безпосередньо стандарту до нормативних документів стандартизації відносяться технічні умови (ТУ), кодекси ustalеної практики та керівні нормативні документи (КНД).

**Технічні умови** (далі — ТУ) нормативно - технічний документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси чи послуги. ТУ, як правило, встановлюють на конкретну продукцію (марки, моделі, зразки) і можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

ТУ встановлюють вимоги до продукції, призначеної для самостійного постачання, до виконання процесів чи надавання послуг замовникові і регулюють відносини між виробником (постачальником) і споживачем (користувачем). Крім того в ТУ встановлюють вимоги до якості, виконання, розмірів, сировини, складових одиниць, безпечності, охоплюючи вимоги до торгового фірмового знака, термінології, умовних познач, методів випробовування (вимірювання, контролю, аналізу), пакування, маркування та етикетування, надавання послуг, а також визначають, за потреби, способи

оцінювання відповідності встановленим обов'язковим вимогам. [7].

**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 [7].

Кодекси ustalenoї практики розробляють на устаткування, конструкції, технічні системи, вироби того самого чи подібного функціонального призначення, але які різняться конструктивним виконанням чи принципом дії, і для яких аспекти проектування, виготовлення чи встановлення (монтування), експлуатації чи утилізації є визначальні для їхнього безпечного функціонування (житлові, промислові будівлі та споруди, котли, посудини, що працюють під тиском, компресорне устаткування, тощо) [7].

У кодексах ustalenoї практики також зазначають правила та методи розв'язування завдань щодо організації та координації робіт зі стандартизації та метрології, а також реалізації певних вимог технічних регламентів чи стандартів тощо [7].

**Керівні нормативні документи** (КНД) - нормативно - технічні документи, які встановлюють норми, правила, вимоги організаційно – методичного характеру (наприклад, методичні вказівки, методики розрахунків, методики вимірювань та випробувань, положення про служби, керівні вказівки по документуванню та інші).

Крім того, Законом України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» [3] передбачені технічні регламенти.

**Технічний регламент** - закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим. Він може також містити вимоги до термінології, позначок, пакування, маркування чи етикетування, які застосовуються до певної продукції, процесу чи способу виробництва.

Введення цього нормативно - правового акту пов'язано з необхідністю розмежувати законодавчо регульовану та нерегульовану сферу стандартизації. На середину 2010 в Україні розроблено і є чинними 32 технічних регламенти з різними термінами введення в дію, в тому числі з 2018 року (реєстр технічних регламентів наведено у Додатку А).

**Законодавчо регульована сфера** - сфера, в якій вимоги до продукції та умови введення її в обіг регламентуються законодавством. Тобто законодавчо регульована сфера охоплює сферу застосування нормативно - технічних документів з обов'язковими вимогами.

Технічні умови (ТУ), кодекси усталеної практики та керівні нормативні документи (КНД) розробляють за відсутністю стандартів на ці об'єкти, а також розвиваючи та конкретизуючи положення існуючих стандартів у відповідності з ДСТУ 1.3 : 2004 [9] та ДСТУ 1.5 : 2003 [11].

У відповідності до ДСТУ 1.0 : 2003 [7], в залежності від специфіки об'єктів стандартизації, змісту та призначення стандартів, розрізняють:

- основоположні (організаційно-методичні, загально технічні та термінологічні);
- на методи (методики) випробовування (вимірювання, аналізування, контролювання)
- на продукцію,
- на послуги;
- на процеси;
- на сумісність продукції, послуг чи систем у їхньому спільному використуванні;
- стандарти загальних технічних вимог.

**Основоположні стандарти** регламентують організаційно-методичні та загально технічні вимоги для визначеної галузі стандартизації, а також терміни та визначення, загально технічні вимоги та правила, норми, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок та взаємну погодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розроблення, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, охорону навколишнього природного середовища.

**Стандарти на продукцію та послуги** встановлюють технічні вимоги до певного виду в процесі їх виробництва, поставки або використання. Вони встановлюють способи контролю та випробувань, вимоги до упаковки, маркування, зберігання продукції або якості послуг.

**Стандарти на процеси** встановлюють вимоги до послідовності та методів виконання окремих операцій (робіт) у певних процесах, які використовуються в різних видах діяльності.

**Стандарти на методи контролю** визначають технічні засоби, послідовність операцій, способи контролю (вимірювань, випробувань, аналізу) продукції, послуг, процесів.

## **1.2. Задачі, функції та принципи стандартизації**

Головними напрямками робіт зі стандартизації (задачами стандартизації) в сучасному світі є [2, 6]:

- безпека, екологія, охорона здоров'я;
- інформаційні технології;
- збереження ресурсів;
- усунення технічних бар'єрів у торгівлі;
- нормативне забезпечення якості продукції;
- стандартизація послуг.

Ефективність стандартизації в умовах розвинутих ринкових відносин проявляється через функції: економічну, соціальну та комунікативну.

**Економічна функція** включає такі аспекти:

- надання інформації про продукцію, її якість, для учасників торговельних операцій, яка допоможе їм правильно оцінювати та вибирати товар, оптимізувати капіталовкладення;
- розповсюдження інформації про нову техніку, матеріалах та методах вимірювань і випробувань;
- підвищення продуктивності праці та зниження собівартості;
- сприяння конкуренції на основі стандартизації методів випробувань та основних параметрів продукції;
- забезпечення сумісності та взаємозамінності продукції;

- раціоналізація управління виробничими процесами та забезпечення заданого рівня якості продукції.

**Соціальна функція** передбачає фіксацію такого рівня значень параметрів та показників продукції і послуг, який відповідає вимогам охорони здоров'я, санітарії, гігієни, забезпечує охорону навколишнього середовища та безпеку людей у процесі виробництва, обігу, використання та утилізації продукції.

**Комунікативна функція** передбачає створення бази для об'єктивного сприйняття людьми інформації, а також фіксацію термінів та визначень, класифікаторів, методів вимірювань та випробувань, умовних позначень і т. п.. Вона забезпечує необхідне взаємне порозуміння з урахуванням міжнародної практики, у тому числі у системах обліку та аудиту, статистики, фінансово – бухгалтерської діяльності, системах конструкторсько-технологічної документації, системах розробки та постановки продукції на виробництва, системах управління процесами і т. і.

### 1.3. Рівні стандартизації

Розрізняють 6 рівнів стандартів (рис.1.1.).



Рисунок 1.1. – «Піраміда» стандартів.

#### **Міжнародний рівень.**

Міжнародна стандартизація – стандартизація, що проводиться на міжнародному рівні, участь у якій, відкрита для відповідних органів усіх країн [2].



Міжнародна стандартизація призначена для спрощення та полегшення науково – технічних та торгівельних зв'язків між всіма країнами світу. Нормативні документи, які створюються міжнародними організаціями зі стандартизації носять дорадчий характер і стають обов'язковими до виконання тільки у разі прийняття їх на державному рівні, або застосовуються в Україні відповідно до її міжнародних договорів.

### ***Регіональний рівень (ГОСТ).***

Регіональний рівень охоплює декілька країн лише одного географічного, політичного чи економічного регіону. Нормативні документи, які створюються регіональними організаціями зі стандартизації носять дорадчий характер і стають обов'язковими до виконання у разі прийняття їх на державному рівні, а також для підприємств, які займаються поставками продукції в інші країни економічного регіону.

Україна приймає активну участь у діяльності Бюро по стандартам Міждержавної ради (МДР) країн СНД. Одним з головних напрямків співпраці України з державами СНД – узгодження дій з поступового перегляду стандартів колишнього СРСР та приведення їх у відповідність із міжнародними.

Функцію регіональних стандартів для країн СНД виконують стандарти колишнього СРСР (ГОСТ).

### ***Державний рівень (ДСТУ).***

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги.

До обов'язкових належать [6]:

- вимоги, що забезпечують безпеку продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього середовища і вимоги до методів випробувань цих показників:

- вимоги до техніки безпеки і гігієни праці з посиланням на відповідні санітарні правила і норми;

- метрологічні норми, правила, вимоги та положення, що забезпечують достовірність і єдність вимірювань;

- положення, що забезпечують технічну єдність під час розроблення, виготовлення, експлуатації (застосування) продукції;

- поняття і терміни, що використовуються у сфері поводження з відходами, вимоги до класифікації відходів та їх паспортизації, способи визначення складу відходів та їх небезпечності, методів контролю за станом об'єктів поводження з відходами, вимоги щодо безпечного для довкілля та здоров'я людини поводження з відходами, а також вимоги щодо відходів як вторинної сировини.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами, їх об'єднаннями, установами, організаціями та громадянами, суб'єктами господарчої діяльності, на діяльність яких поширюється дія стандартів і які реалізують продукцію на території України.

Рекомендовані вимоги підлягають безумовному виконанню, якщо:

- це передбачено чинними актами законодавства;
- ці вимоги включено до договорів на розроблення, виготовлення та поставку продукції;
- виробником (постачальником) продукції зроблено заяву про відповідність продукції цим стандартам.

Державний нагляд за дотриманням стандартів здійснюється у відповідності до Декрету Кабінету Міністрів України [5] та інших нормативних документів [72, 73].

Одним з головних напрямків діяльності Держспоживстандарту України є приведення державних стандартів, які залишилися у спадок від колишнього СРСР у відповідність із міжнародними, насамперед зі стандартами ISO та Європейського Союзу (на сьогодні в ЄС діє приблизно 16 тисяч стандартів). Формою застосування міжнародних стандартів в якості державних, що застосовується на Україні в останні роки є «метод обкладинки»: міжнародний стандарт затверджується як державний без змін під подвійним номером. Це нормальна практика і загалом метод обкладинки використовують більшість країн світу.

На сьогодні (2010 рік) в Україні гармонізовано із міжнародними та європейськими 6 тис. 396 національних стандартів у той час, як в цілому в Україні налічується 27 тис. 354 стандартів. З них 13 тис. 132 прийнятих до 1992 року.

До державних стандартів України прирівнюються державні будівельні норми та правила, а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації [6]. Порядок розроблення та застосування класифікаторів встановлюється Держспоживстандартом України.

#### ***Галузевий рівень (ГСТУ).***

Сфера застосування – одна або обмежена кількість галузей економіки країни.

Розробляються на продукцію за відсутністю державних стандартів України або у разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Тобто встановлюють вимоги до об'єктів, які специфічні для цих галузей.

На сьогодні (2010 рік) Міністерство промислової політики України є розпорядником близько 23 тисяч галузевих нормативних документів (НД) колишнього СРСР (ОСТ, ТУ, РД, РТМ), які потребують або перегляду у галузеві стандарти України або подовження терміну дії до моменту зняття продукції з виробництва.

#### ***Рівень об'єднань підприємств, науково – технічних та інженерних товариств і спілок.***

Сфера застосування стандартів об'єднань підприємств – декілька підприємств, які входять в економічне об'єднання, на основі добровільної згоди.

Стандарти науково – технічних та інженерних товариств і спілок розробляються у разі необхідності поширення результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів [7]. Ці стандарти можуть використовуватися на основі добровільної згоди користувачів.

#### ***Рівень окремої установи (СОУ).***

Стандарти окремої установи (організації, підприємства) встановлюють вимоги до конкретної продукції (зразків), які виготовляються та використовуються на окремому підприємстві. Ці нормативні документи найбільш конкретизовані і містять, як правило, всі необхідні дані для виробництва продукції та розробляються у відповідності до ДСТУ 1.4 - 93 [10].

Об'єктами СОУ є процеси установи (організації, підприємства) та управління виробництвом; послуги, що надаються підрозділами підприємства; технологічні процеси, технологічне оснащення та інструменти; сировина, матеріали, комплектуючі, деталі та вузли, які є складовою частиною продукції; посадові інструкції, тощо. Стандарти підприємства, як правило, розробляють у рамках діючої на підприємстві системи управління якістю продукції.

#### **1.4. Головні міжнародні організації у сфері стандартизації**

Головними організаціями в сфері міжнародної стандартизації є: міжнародна організація зі стандартизації (ISO); міжнародна електротехнічна комісія (IEC); міжнародне бюро мір і ваг (BIPM); міжнародна організація законодавчої метрології (OIML).

*Міжнародна організація зі стандартизації (ISO)* створена у 1946 році при ООН на базі Міжнародної асоціації зі стандартизації (ISA), що діяла з 1926 року.

Серед країн - засновників ISO була і Україна. Повноправним же членом ISO Україна стала лише у 1993 році. Представляє Україну в ISO Держспоживстандарт України (ДССУ). На початок 2009 року ISO – це 155 країн – учасниць; близько 3000 структурних підрозділів: у 190 технічних комітетах (ТК); 544 підкомітети (SC); 2188 робочих груп (WG); понад 15 000 опублікованих стандартів.

Головними напрямками діяльності ISO на сучасному етапі є:

- допомога в питаннях стандартизації країнам що розвиваються (комітет ISO –DEVCO);
- питання оцінки відповідності (комітет CASCO);
- питання споживчої політики, ефективного залучення споживачів до питань стандартизації, сприяння захисту від небезпечної та фальсифікованої продукції, здійснення заходів із управління якістю (комітет COPOLCO) ;
- питання зразкових матеріалів (комітет REMCO);
- питання інформаційного забезпечення стандартизації (інформаційна мережа ISONET).

В цілому стратегічним планом діяльності ISO є створення єдиних для всіх країн систем стандартизації, їх розвиток, втілення загальної мети – «один стандарт, одне випробування, один сертифікат».

**Міжнародна електротехнічна комісія (IEC)** створена у 1906 році. У 1946 році приєдналася до ISO на правах автономії, із чітко розмежованими сферами діяльності та повноваженнями. У компетенцію IEC входить стандартизація і пов'язана з нею діяльність у галузях електротехніки, електроніки, радіозв'язку та приладобудування, всі інші сфери відносяться до компетенції ISO. З самого початку результатом діяльності IEC були тільки рекомендації, а з 1972 року з'являються перші міжнародні стандарти.

За наявністю в них технічних вимог до продукції та методів випробувань стандарти IEC відзначаються більшою повнотою ніж стандарти ISO.

На початок 2005 року міжнародні стандарти з електротехніки обслуговували 91% торгівлі у галузях діяльності IEC. Кількість членів IEC становить 65 держав. Середня тривалість створення стандартів – 38 місяців. Особливістю діяльності IEC в сфері якості продукції є створення міжнародних систем сертифікації.

На сьогоднішній день існують 3 міжнародні системи сертифікації під егідою IEC. Україна є членом найбільш авторитетної з них – системи сертифікації електротехнічної продукції з питань безпеки (IECEE CB) до якої входять ще 42 країни та 57 національних органів сертифікації. У цій системі видано понад 180 тисяч сертифікатів, які охоплюють продукцію понад 6 тисяч виробників.

**Кодекс стандартів Генеральної угоди по тарифах та торгівлі (ГАТТ).** ГАТТ укладена у 1947 року для регулювання міжнародних торгових та економічних відносин. З 1995 року її функції перейшли до створеної Світової організації торгівлі (WTO).

**Міжнародна організація законодавчої метрології МОЗМ (OIVL).** Створена на основі міжурядової Конвенції, підписаної у 1956 році. Об'єднує більш ніж 80 держав світу. Основні задачі, які ставляться на меті діяльності:

- розробка загальних питань законодавчої метрології, у тому числі встановлення класів точності засобів вимірювання;
- забезпечення єдності типів, зразків та систем вимірювальних приборів;
- гармонізація апаратури для перевірки, методів співставлення, перевірок та атестації еталонів та інші.

**Міжнародне бюро мір і ваг** (International Bureau of Weights and Measures, BIPM) створена на основі «Метричної Конвенції» підписаної у 1875 році в Парижі, на міжнародній дипломатичній конференції. Головною функцією бюро є зберігання та підтримання міжнародних еталонів мір та ваг.

### **1.5. Головні регіональні організації у сфері стандартизації**

**Європейський комітет зі стандартизації** (*Comite europeen de normalisation* - CEN). Створено у 1961 році. Він координує роботи зі стандартизації в рамках Європейського союзу. Головні напрямки його діяльності:

- виявлення національних та міжнародних стандартів, які можливо застосовувати в якості єдиних стандартів Європейського союзу;
- визначення порядку застосування національних та міжнародних стандартів при розробці європейських стандартів.

**Європейський комітет зі стандартизації в галузі електротехніки** (*Comite europeen de normalisation en electrotechnique* - CENELEC). Створено у 1972 році. Координує роботи зі стандартизації в рамках Європейського союзу в сфері електротехніки, електроніки, радіозв'язку, приладобудування.

**Європейська організація якості** (*European Organization for Quality* - EEOQ). EEOQ – це міжнародний форум з обміну досвідом в питаннях забезпечення високої якості продукції. Метою діяльності є розробка, пропаганда, застосування практичних методів та теоретичних принципів управління якістю.

**Європейський інститут зі стандартизації в області телекомунікацій** (*European Telecommunications Standards Institute* – ETSI).

***Євразійська Міждержавна Рада зі стандартизації, метрології та сертифікації*** (*Eurasian Council on Standardization, Metrology and Certification – EASC*).

Держспоживстандарт України є членом Міждержавної Ради (МДР) зі стандартизації, метрології та сертифікації відповідно до багатосторонньої Угоди «Про проведення узгодженої політики у сфері стандартизації, метрології та сертифікації», яка підписана 13.03.1992 країнами-членами СНД. У рамках МДР для координації роботи створено «Бюро зі стандартів МДР».

В рамках Бюро створено науково-технічні комісії та робочі групи:

- Науково-технічної комісії з підтвердження відповідності (НТКПВ);
- Науково-технічна комісія з метрології (НТКМетр);
- Науково-технічна комісія із стандартизації (НТКС);
- Науково-технічна комісія у сфері методології та організації робіт з нагляду та контролю за дотриманням вимог технічних регламентів, норм та правил (НТКН);
- Робоча група з інформаційних технологій (РГ ІТ);
- Робоча група з неруйнівного контролю НТКМетр.

Бюро зі стандартизації МДР проводить координацію робіт зі стандартизації, метрології та сертифікації в рамках СНД. Держспоживстандарт України є повноправним членом МДР і бере участь у роботі усіх науково-технічних комісій та робочих груп.

***Європейська організація по контролю якості*** (ЕОКК) створена у 1957 році. На сьогоднішній день це ведуча міжнародна неурядова організація в області якості. Цілями ЕОКК є всебічна розробка, удосконалення, пропаганда та стимулювання застосування теоретичних принципів і практичних методів управління якістю з метою його підвищення, забезпечення надійності продукції, та якості технічного обслуговування в процесі експлуатації.

Серед інших урядових та неурядових впливових міжнародних та регіональних організацій можливо виділити:

**Міжнародна федерація користувачів стандартів** – *International Federation of Standards Users – IAN*;

**Панамериканська комісія по стандартам** – *Pan American Standards Commission – COPAN*;

**Конгрес по стандартизації держав тихоокеанського басейну** – *Pacific Area Standards Congress – PASKO*;

***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Назвіть передумови виникнення стандартизації.
2. Дайте сучасне визначення процесу стандартизації.
3. Назвіть головну мету стандартизації.
4. Які нормативні документи є результатом процесу стандартизації?
5. У чому відмінність технічних умов від стандарту?
6. Які види стандартів розрізняють в залежності від об'єктів стандартизації, змісту та призначення?
7. Назвіть шість рівнів стандартизації.
8. Який характер носять міжнародні стандарти.
9. Дайте характеристику галузевому рівню стандартизації.
10. Головні задачі міжнародної стандартизації.
11. Які основні організації зі стандартизації ви знаєте на міжнародному та регіональному рівні?
12. Назвіть головні функції Бюро по стандартам Міждержавної ради країн СНД.

**Тема 2. Державна система стандартизації в Україні**

**План**

1. Законодавча база стандартизації.
2. Організація державної системи стандартизації на Україні.
3. Порядок розробки, впровадження та обіг нормативно-технічних документів.
4. Позначення стандартів та інших нормативних документів
5. Системи міжгалузевих стандартів.



## 2.1. Законодавча база стандартизації

Законодавчою базою, що регулює діяльність в сфері стандартизації на Україні є Закони України, Укази Президента України, Декрети Кабінету Міністрів України, Постанови Кабінету Міністрів України, та інші нормативно-правові акти, що регулюють відносини в цій сфері. Основними законодавчими документами на сьогодні є:

1) Закони України:

Про захист прав споживачів (1991);

Про охорону навколишнього середовища (1991);

Про охорону праці (1992);

Про пожежну безпеку (1993);

Про санітарне та епідемічне благополуччя населення (1994);

Про метрологію та метрологічну діяльність (1998);

Про стандартизацію (2001);

Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини (2005);

Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності (2005).

2) Укази Президента України:

Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції (2001).

3) Декрети Кабінету Міністрів України:

Про стандартизацію і сертифікацію (1993);

Про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення (1993).

4) Постанови Кабінету Міністрів України:

Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів (1997);

Про Концепцію розвитку внутрішньої торгівлі України (1997) та інші.

Ці документи регулюють відносини, пов'язані з діяльністю у сфері стандартизації та застосуванням її результатів, і поширюються на суб'єкти господарювання

незалежно від форми власності та видів діяльності, органи державної влади, а також на відповідні громадські організації, які діють на території України.

## **2.2. Організація державної системи стандартизації на Україні**

В цілому, діяльність державної системи стандартизації [2] повинна бути спрямована на вирішення таких питань:

- захист інтересів споживачів та держави в галузі безпечності продукції, процесів, робіт та послуг для життя, здоров'я та майна громадян, навколишнього середовища;

- реалізацію єдиної технічної політики в сфері стандартизації, метрології, сертифікації;

- забезпечення взаємозамінності та сумісності продукції і її уніфікації;

- забезпечення якості продукції у відповідності до сучасного розвитку науки і техніки та потреб споживачів;

- забезпечення економії всіх видів ресурсів, покращення техніко – економічних показників виробництва;

- забезпечення безпеки господарських об'єктів з урахуванням ризиків виникнення природних та техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій;

- розбудова та своєчасне оновлення нормативної бази функціонування систем стандартизації та сертифікації.

Суб'єктами стандартизації на Україні, згідно Закону України про стандартизацію є:

- центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації;

- Рада стандартизації;

- технічні комітети стандартизації;

- інші суб'єкти, що займаються стандартизацією.

Головною організацією (центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації), яка займається розробкою національних стандартів, проводить гармонізацію цих стандартів з міжнародними, розвиває співробітництво з міжнародними та регіональними організаціями по стандартизації, на території України є Державний комітет

України зі стандартизації, метрології та сертифікації, який з 1.10.2002 р. згідно з Указом Президента був реорганізований у Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики (Держспоживстандарт України). Його основними функціями є:

- забезпечувати реалізацію державної політики у сфері стандартизації;

- вживати заходи щодо гармонізації розроблюваних національних стандартів з відповідними міжнародними (регіональними) стандартами;

- брати участь у розробленні та узгодженні технічних регламентів та інших нормативно – правових актів з питань стандартизації;

- встановлювати правила розроблення, схвалення, прийняття, перегляду, зміни та втрати чинності національних стандартів, їх позначення, класифікації за видами та іншими ознаками, кодування та реєстрації;

- вживати заходів щодо виконання зобов'язань, зумовлених участю в міжнародних (регіональних) організаціях стандартизації;

- співпрацювати у сфері стандартизації з відповідними органами інших країн;

- формування програми робіт із стандартизації та координувати її реалізацію;

- формування національного фонду нормативних документів та Національного центру міжнародної інформаційної мережі ISONET;

- надавати інформаційні послуги з питань стандартизації.

Крім того, Держспоживстандарт може виконувати інші функції та повноваження згідно із законами України.

Роботу із стандартизації в галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів організує Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. Правила побудови, викладу та оформлення стандартів, що розробляються і затверджуються цим Міністерством, повинні відповідати вимогам стандартів державної системи стандартизації.

Законодавство України у сфері нормування у будівництві складається з Законів України: «Про будівельні норми»

(2009 р.), «Про основи містобудування» (1992 р.), «Про відповідальність підприємств, їх об'єднань, установ та організацій за правопорушення у сфері містобудування» (2003 р.) та інших нормативно-правових актів, що регулюють відносини в цій сфері.

Основоположними стандартами у галузі будівництва є: ДБН А.1.1-1-93 [68] , ДБН А.1.1-2-93 [69], ДБН А.1.1-3-93 ССНБ [70].

Рада стандартизації є колегіальним консультативно-дорадчим органом при Кабінеті Міністрів України. Основною метою діяльності Ради є налагодження взаємодії між виробниками, споживачами продукції та органами державної влади, узгодження інтересів у сфері стандартизації, сприяння розвитку стандартизації. Рада формується на паритетних засадах із представників органів виконавчої влади, Держспоживстандарту України, суб'єктів господарювання, Національної академії наук України, галузевих академій наук та відповідних суспільних організацій.

Технічні комітети стандартизації створюються центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації (Держспоживстандартом). На них покладаються функції з розроблення, розгляду та погодження міжнародних (регіональних) та національних стандартів.

Інші суб'єкти, що займаються стандартизацією: центральні органи виконавчої влади; Верховна Рада Автономної Республіки Крим та Рада міністрів Автономної Республіки Крим; місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування; суб'єкти господарювання та їх об'єднання; крім того, відповідні громадські організації мають право у відповідних сферах діяльності та в межах повноважень, установлених законом, з урахуванням своїх господарських та професійних інтересів організовувати і виконувати роботи зі стандартизації.

### **2.3. Порядок розробки, впровадження та обіг нормативно-технічних документів**

Національні стандарти розробляються технічними комітетами стандартизації, а в разі їх відсутності - іншими суб'єктами стандартизації, що мають для цього відповідний науково-технічний потенціал. Діяльність в цій сфері регламентується стандартами: ДСТУ 1.2:2003 [8], ДСТУ 1.3:2004 [9], ДСТУ 1.5:2003 [11].

Технічні комітети зі стандартизації формуються з урахуванням принципу представництва всіх зацікавлених сторін. До роботи в технічних комітетах зі стандартизації залучаються на добровільних засадах уповноважені представники органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання та їх об'єднань, науково-технічних та інженерних товариств (спілок), товариств (спілок) споживачів, відповідних громадських організацій, провідні науковці і фахівці.

Необхідність розробки або перегляду того чи іншого стандарту диктується ринком. Представники галузі або інших суб'єктів стандартизації подають заявку на розробку необхідного стандарту на адресу відповідного технічного комітету.

Стандарт приймається після досягнення учасниками технічного комітету згоди по проекту стандарту. Проект стандарту вноситься на обговорення громадськості та зацікавлених сторін і остаточно приймається в ході голосування дійсних членів комітету.

Правила та порядок розроблення, схвалення, прийняття, перегляду, зміни та припинення дії національних стандартів, які встановлюються центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації, передбачають [11, 12]:

- критерії врахування чи відхилення пропозицій щодо розроблення національних стандартів;
- критерії визначення розробників національних стандартів;
- визначення пріоритетів щодо застосування міжнародних (регіональних) стандартів;

- механізм апеляції;
- інформування заінтересованих сторін про стан робіт у сфері національної стандартизації. Строк розгляду проекту національного стандарту та подання відгуків не може бути меншим, ніж 60 днів від дня його опублікування;
- ознайомлення за рівних умов з проектами національних стандартів усіх заінтересованих сторін.

Під час схвалення або прийняття національного стандарту центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації визначає дату чинності з урахуванням часу на виконання підготовчих заходів щодо його впровадження у відповідності з ДСТУ 1.6 : 2004 [12].

Перелік національних стандартів, схвалених та прийнятих протягом місяця, публікується наступного місяця в офіційному виданні центрального органу виконавчої влади у сфері стандартизації.

Перевірку чинних національних стандартів на відповідність законодавству, інтересам держави, потребам споживачів, рівню розвитку науки і техніки, вимогам міжнародних (регіональних) стандартів здійснюють відповідні технічні комітети або інші суб'єкти стандартизації відповідно до цього Закону. *Стандарти на продукцію перевіряються не рідше одного разу на п'ять років.* За результатами перевірки відповідні технічні комітети або інші суб'єкти стандартизації подають свої пропозиції про перегляд, зміни чи скасування стандартів до центрального органу у сфері стандартизації.

Перегляд, в результаті якого розроблюється новий національний стандарт, або вносяться зміни до чинного стандарту, здійснюється у порядку встановленому для розроблення стандартів.

Припинення дії національного стандарту здійснює центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації у разі припинення випуску продукції, регламентованої цим стандартом, а також у разі розроблення, схвалення або прийняття замість нього іншого стандарту за поданням відповідного технічного комітету зі стандартизації або іншого суб'єкта стандартизації відповідно до Закону України «Про стандартизацію» [2].

Інформація про зміни, текст змін національних стандартів публікується в офіційному виданні центрального органу виконавчої влади у сфері стандартизації не пізніше, ніж за 90 днів до терміну надання їм чинності.

Розроблення, вимоги до побудови, викладу, оформлення, змісту та позначення, а також інша діяльність у сфері міжнародної та регіональної стандартизації підлягає дії стандартів: ДСТУ 1.7:2001 [13], ДСТУ ГОСТ 1.1:2005 [14], ДСТУ ГОСТ 1.3:2005 [15], ДСТУ ГОСТ 1.5:2004 [16].

#### **2.4. Позначення стандартів та інших нормативних документів**

Державні стандарти України позначають у відповідності до ДСТУ 1.5:2003 [11]. Індеси нормативних документів встановлюються згідно з ДСТУ 1.0 [7], Цим стандартом установлено такі індеси нормативних документів:

а) для національного рівня:

«ДСТУ» – національний стандарт; «ДСТУ-П» – пробний стандарт;

«ДСТУ-Н» – настанова, правила, звід правил, кодекс усталеної практики, які не є стандартом;

«ДК» – державний класифікатор,

«ДСТУ-ЗТ» – технічний звіт, що не є стандартом;

б) для інших рівнів:

«СОУ» – стандарт організації;

«ТУУ» – технічні умови, що не є стандарт;

«СТУ» – стандарт наукового, науково-технічного або інженерного товариства чи спілки.

У позначенні нормативних документів громадських організацій (окрім наукового, науково-технічного або інженерного товариства чи спілки), зареєстрованих у Мін'юсті України, як індекс рекомендовано застосовувати скорочену назву відповідної організації.

Індеси інших документів у сфері стандартизації, а також документів інших суб'єктів стандартизації цей стандарт не встановлює; їх надають суб'єкти, які ухвалили ці документи.

Повне позначення національних стандартів України, кодексів усталеної практики та інших нормативних документів загальнодержавного застосування, ухвалених або тих, що перевидані після 01. 07. 2003 року національним органом зі стандартизації, складається з індексу згідно з ДСТУ 1.0 [7], реєстраційного номера, наданого йому при прийнятті (до п'яти цифр), і відокремлених знаком «двокрапка» чотирьох цифр року прийняття:

ДСТУ ННННН:РРРР,

де ННННН – номер стандарту (від 1 до 99999);

РРРР – цифри року прийняття.

Приклади: ДСТУ 4518:2008; ДСТУ 13472:2004; ДК 009:2005.

У випадку, якщо група стандартів утворює комплекс стандартів, то реєстраційний номер стандарту складають з номера комплексу і номера стандарту в комплексі, які сполучають крапкою:

ДСТУ ККККК.ННН:РРРР,

де ККККК – номер комплексу стандартів (від 1 до 99999)

ННН – номер стандарту (від 1 до 999).

Приклади: 1.6:2004; ДСТУ 2617.5:2004.

Якщо стандарт складено з кількох самостійних частин, їхні реєстраційні номери складають з номера стандарту і номера частини, відокремлених знаком «дефіс»:

ДСТУ ННННН-ЧЧЧ:РРРР,

де ННННН – реєстраційний номер багато частинного стандарту,

ЧЧЧ – номер частини.

Приклади: ДСТУ 4287-25:2002;

Позначення державного стандарту, що оформлений на підставі застосування автентичного тексту міжнародного або регіонального стандарту і не вміщує додаткові вимоги, складається з індексу (ДСТУ), позначення відповідно до міжнародного або регіонального стандарту без зазначення року його прийняття і відокремлених «двокрапка» чотирьох цифр затвердження державного стандарту [13]. Наприклад, міжнародний стандарт ISO 10012:2003, що затверджений в якості державного стандарту у 2005 році, повинен позначатися



ДСТУ ISO 10012:2005. При цьому, якщо у позначенні чинного в Україні документа у сфері стандартизації використано позначення документа міжнародної чи регіональної організації (ISO, IEC, EN, ГОСТ чи іншої), а також якщо назву відповідного документа перекладено, то таке позначення не змінюють (не транслітерують).

Приклади: ДСТУ IEC 60811-4-1:2005; ДСТУ ISO 18454:2005 (ISO 18454:2001); ДСТУ ISO/IEC 15288:2005.

У позначенні технічних умов [9] повинно бути:

ТУ У ДДД-EEEEEEEE-ННН:РРРР,

де «ТУ» – індекс документа;

«У» – скорочена назва держави;

ДДД – код продукції за ДК 016 (три перші знаки);

EEEEEEEE – код підприємства (організації) – власника ТУ згідно з «Єдиним державним реєстром підприємств і організацій України» (ЄДРПОУ) (вісім знаків);

ННН – порядковий реєстраційний номер, що його надає власник ТУ (три знаки);

РРРР – рік прийняття (чотири знаки) для ТУ, прийнятих уперше чи на заміну чинних ТУ – через двокрапку.

Приклад: ТУ У 27.1–21926977–001:2004.

У разі виготовлення та постачання продукції на території України за ТУ підприємств інших держав застосовують подвійне дворядкове позначення: у першому рядку — український варіант, а у другому — позначення вихідного ТУ (за правилами іншої держави).

Приклад: ТУ У 25.2–23635128–005:2003, ТУ РБ 00959441.005–2001

Умовні позначення НТД на продукцію будівельного призначення виконують за правилами, установленими Мінрегіонбудом України. На сьогодні система стандартизації та нормування у будівництві включає наступні НТД:

ДСТУ Б - державний стандарт України, прийнятий Мінрегіонбудом України;

ДСТУ - державний стандарт України, прийнятий Держспоживстандартом України;

ГОСТ – «государственный стандарт» (стандарт колишнього СРСР, дію якого в Україні не скасовано), є державним стандартом України;

ДБН - державні будівельні норми України;

РСТ - республіканський стандарт (колишньої УРСР, дію якого не скасовано);

РСН - республіканські будівельні норми (колишньої УРСР, дію яких не скасовано);

СТ СЭВ - стандарт СЭВ (стандарт колишньої РЕВ, дію якого в Україні не скасовано);

СНиП – «строительные нормы и правила» (колишнього СРСР, дію яких в Україні не скасовано);

РНиП – «реставрационные нормы и правила» (колишнього СРСР, дію яких в Україні не скасовано);

СН – «строительные нормы» (колишнього СРСР, дію яких в Україні не скасовано);

МСН - межгосударственные строительные нормы (чинні в СНД, до дії яких приєдналась Україна);

МРД – «межгосударственный руководящий документ» (чинний в СНД, до дії якого приєдналась Україна).

## **2.5. Системи міжгалузевих стандартів**

Основу для проведення всього комплексу робіт зі створення техніки, починаючи з моменту проведення науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт, постановки та освоєння продукції у виробництво та закінчуючи роботами по забезпеченню її експлуатації, ремонту та утилізації складає «Система розробки та постановки продукції на виробництво» (СРПП). Ця система встановлювати етапи та види робіт на всіх стадіях життєвого циклу продукції, порядок їх проведення та контролю, оформлення отриманих результатів, а також взаємних відносин учасників робіт (замовників, розробників, виробників, споживачів). Відповідно до стандартів СРПП (ДСТУ 3278 - 95 [29] та інші) розробка та постановка продукції на виробництва загалом передбачає:

- розробку технічного завдання;
- розробку технічної та конструкторської документації;

- виготовлення та випробування зразків продукції;
- приймання результатів розробки;
- підготовку та освоєння виробництва.

Головна мета СРПП – формування організаційно-методичної основи забезпечення високого технічного рівня, якості та конкурентоздатності продукції, запобігання постановки на виробництво застарілої, неефективної і невідпрацьованої продукції, скорочення термінів розробки і освоєння та своєчасному оновленню продукції. СРПП це комплекс міждержавних (регіональних) стандартів.

У позначенні стандартів системи СРПП перед номером стандарту цифрою 15. Наприклад: ДСТУ ГОСТ 15.001 : 2009 «СРПП. Продукция производственно-технического назначения».

*«Єдина система конструкторської документації»* (ЄСКД) – це комплекс стандартів, який встановлює взаємно пов’язані єдині норми і правила порядку розробки, оформлення та обігу конструкторської документації (креслень, схем, текстових документів), яка розробляється організаціями та застосовується на всіх стадіях життєвого циклу продукції – проектуванні, виготовленні, експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті, утилізації. Загалом комплекс стандартів ЄСКД включає в себе більш ніж 160 документів, та має більш ніж 40-річний досвід застосування. Стандарти ЄСКД відносяться до другої групи стандартів, наприклад, ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи», ГОСТ 2.301 – 68 «Єдина система конструкторської документації. Формати», ДСТУ ГОСТ 2.604:2005 «Єдина система конструкторської документації. Креслення ремонтні. Загальні вимоги» та ін. Стандарти системи ЄСКД одночасно є регіональними і державними стандартами України.

Єдині норми і правила ЄСКД розповсюджуються на всі види конструкторської документації, облікову та реєстраційну, нормативно-технологічну та технологічну документацію, а також на науково-технічну та навчальну літературу.

ЄСКД - нормативно-технічна та організаційна основа, яка забезпечує:

- єдину технічну мову та термінологію;
- застосування сучасних методів та засобів у процесі проектування виробів;
- можливість взаємного обміну конструкторської документації без її переоформлення;
- оптимальну комплектність конструкторської документації;
- урахування в конструкторській документації вимог, які забезпечують безпеку використання виробу для життя та здоров'я споживачів, оточуючого середовища, та охорону майна;
- високу якість виробів;
- спрощення форм конструкторської документації та графічних зображень та ін.

Комплекс стандартів «Єдиної системи технологічної документації» (ЄСТД) розроблено на основі ЄСКД. Стандарти системи включені до третьої групи, наприклад, ГОСТ 3.1001 – 81 «Єдина система технологічної документації. Загальні положення».

Головне призначення ЄСТД – встановити єдині взаємно пов'язані правила, норми та положення по виконанню, оформленню, комплектації та обігу, уніфікації та стандартизації технологічної документації, на машинобудівельних та приладобудівних підприємствах України для виготовлення, транспортування і ремонту виробів цих підприємств.

Впровадження ЄСТД в загальному випадку дозволяє:

- встановити єдині вимоги та правила оформлення документів на технологічні процеси та операції;
- створити єдину інформаційну базу для вирішення комплексу інженерно-технічних задач у сфері технологій;
- зменшити працездатність інженерно-технічної праці;
- використовувати прогресивні способи машинної обробки, полегшують передачу документації на інші підприємства;
- забезпечити оптимальні умови для передачі технологічної документації та інше.

«Державна система забезпечення єдності вимірювань» (ДСВ). Комплекс НД ДСВ регламентує загальні правила і норми метрологічного забезпечення стосовно одиниць фізичних

величин та їх еталонів, метрологічної термінології, повірки засобів вимірювань і їх випробувань, та інше.

Ця система відіграє в наш час особливу роль. У сучасній промисловості затрати праці на виконання вимірювань складають пересічно близько 10% загальних затрат праці на всіх стадіях створення і експлуатації продукції, а в окремих галузях промисловості досягають 50-60% (електронна, радіотехнічна та інші). Ефективність цих затрат визначається достовірністю і відтворюваністю вимірювань, які можуть бути досягнуті лише в умовах добре організованого метрологічного забезпечення господарства країни.

Наприклад ДСТУ 2681—94 ДСВ. «Метрологія. Терміни та визначення» [19], ДСТУ 3385-96 «Метрологія. Государственная поверочная схема для средств измерений параметров эвальвентных поверхностей и угла наклона линии зуба».

*«Система стандартів безпеки праці» (ССБП).* Ця система стандартів встановлює єдині правила і норми, що стосуються безпеки людини в процесі праці. Введення системи в дію повинно сприяти збереженню здоров'я людини, забезпечувати значне зниження виробничого травматизму і професійних захворювань. Стандарти системи ССБП одночасно є регіональними і державними стандартами України.

Стандарти ССБП позначаються перед номером стандарту цифрою 12. Наприклад: ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартів безпеки праці. Шум. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартів безпеки праці. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

*«Єдина система технологічної підготовки виробництва» (ЄСТПВ).* ЄСТПВ це комплекс міждержавних (регіональних) стандартів і галузевих систем технологічної підготовки виробництва.

Найважливішим принципом ЄСТПВ є типізація технологічних процесів та використання уніфікованих об'єктів виробництва і засобів технологічного оснащення.

Впровадження цього принципу дає можливість значно скоротити терміни підготовки виробництва нових виробів а також обсяг технологічної документації.

У свою чергу, типові технологічні процеси базуються на використанні стандартних заготовок, стандартних методів обробки деталей, стандартних засобів технологічного оснащення та форм організації виробництва.

Все це забезпечує умови для високої гнучкості структури виробництва, скорочення строків його підготовки, освоєння і випуску продукції відповідної якості, і, як наслідок, економії трудових, матеріальних та фінансових ресурсів.

Стандарти ЄСТПВ відносяться до чотирнадцятої групи стандартів, наприклад: ГОСТ 14.322–83 «Нормирование расхода материалов. Основные положения». ГОСТ 14.004–83 «Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий».

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Які законодавчі акти регулюють діяльність у галузі стандартизації?
2. Як формуються технічні комітети зі стандартизації?
3. Який державний орган здійснює роботи зі стандартизації на Україні?
4. Назвіть функції Держспоживстандарту.
5. Назвіть суб'єкти, що займаються стандартизацією.
6. Чим диктується необхідність розробки або перегляду стандарту?
7. Як часто проводиться перегляд державних стандартів?
8. Мета створення систем міжгалузевих стандартів?
9. Які системи міжгалузевих стандартів ви знаєте?
10. Які задачі вирішують ЄРВП, ЄСКД, ЄСТД?

### **Тема 3. Наукові та теоретичні основи стандартизації**

#### **План**

1. Наукова та теоретична база сучасної стандартизації.
2. Науково – технічні принципи стандартизації.

3. Види стандартизації: параметрична; випереджуюча; перспективна та комплексна.

4. Методи стандартизації: класифікація, селекція, симпліфікація, типізація, оптимізація, уніфікація, агрегування, взаємозамінність.

### 3.1. Наукова та теоретична база сучасної стандартизації

Теоретичною базою сучасної стандартизації є система переважних чисел. Суть якої полягає в тому, що параметри і розміри об'єктів стандартизації, які підлягають серійному або масовому виробництву (використанню), встановлюють відповідно до рядів переважних чисел.

**Параметр продукції** – ознака продукції, яка кількісно характеризує її певні властивості.

**Переважні числа** – числа яким необхідно надавати перевагу порівняно з усіма іншими для встановлення величини параметрів об'єктів стандартизації (вимірювальної та випробувальної техніки, конструкцій і технологій, послуг і товарів, складових частин, матеріалів і сировини та інше).

Ряди переважних чисел, які використовують для встановлення параметрів об'єктів стандартизації, повинні відповідати певним вимогам [95]:

а) представляти собою раціональну систему градацій, які задовольняють потреби як виробництва продукції так і експлуатації або використання її за призначенням;

б) бути нескінченними як в напрямку збільшення, так і в напрямку зменшення значень чисел ряду;

в) включати в себе всі послідовні десятикратні або дробні значення кожного члена ряду;

г) бути простими та повинні легко запам'ятовуватися.

Використання систем переважних чисел дозволяє:

а) уніфікувати параметри продукції певного типу;

б) узгодити між собою параметри продукції різних видів: сировини, комплектуючих деталей, виробів, транспортних засобів, технологічного обладнання та устаткування.

Ряди переважних чисел формують, як правило, на основі арифметичних або геометричних прогресій. Найкраще всього

задовольняють вимоги до рядів переважних чисел геометричні прогресії з десятикратним збільшенням кожного  $n^{10}$  члена ряду (таблиця 3.1.).

Геометрична прогресія – ряд чисел в якому кожне наступне число ряду отримується шляхом множення попереднього на одне і теж число, яке називається знаменником прогресії.

Будь який член переважного ряду, який побудовано на основі геометричної прогресії, може бути обчислено за формулою:

$$a_n = a_1 \times q^{n-1} \quad (3.1)$$

де  $a_n$  -  $n^{i\text{й}}$  член переважного ряду;

$a_1$  - перший член ряду ( $a_1 = 1,0$ );

$q$  - знаменник геометричної прогресії.

Знаменник геометричної прогресії розраховується за формулою:

$$q = \sqrt[R]{10}, \quad (3.2)$$

де  $R$  - ціле число для формування переважних рядів.

Стандартом «Переважні числа та ряди переважних чисел» (ГОСТ 8032) встановлено чотири основних ряди з показниками  $R = 5; 10; 20; 40$  (умовне позначення рядів  $R 5; R 10; R 20; R 40$ ) та два додаткових з показниками  $R = 80; 160$  ( $R 80; R 160$ ).

Головною перевагою рядів, які побудовані на основі геометричної прогресії є те, що в будь якому інтервалі, відсоток збільшення величини числа постійний. Недолік геометричної прогресії полягає в тому, що практично всі її члени обов'язково округляються.

Наприклад знаменник  $q$  прогресії ряду  $R 5$  -  $q = \sqrt[5]{10} = 1,5849$  округляється до числа  $q = 1,6$ .

Не зважаючи на це, ряди побудовані на основі геометричної прогресії забезпечують однакову відносну різницю між кожним з суміжних чисел ряду і широко використовуються для призначення значень параметрів промислової продукції.



Головні параметри рядів переважних чисел згідно з чинним міждержавним стандартом ГОСТ 8032 – 84 [49] приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Головні параметри рядів переважних чисел, побудованих на основі геометричної прогресії

Ряди	Умовне зображення ряду	Знаменник прогресії	Число членів в десятинному інтервалі
Основні	R5	1,6	5
	R10	1,25	10
	R20	1,12	20
	R40	1,06	40
Додаткові	R80	1,03	80
	R160	1,015	160

Ряди переважних чисел нескінченні як в напрямку збільшення так і в напрямку зменшення. Числа більші від 10,00 в кожному десятинному інтервалі (від 10 до 100; від 100 до 1000 і т.д.) отримують множенням переважних чисел інтервалу від 1 до 10 відповідно на 10, 100 і т. д. Числа менші від 1,00 отримують множенням переважних чисел того ж інтервалу на 0,1, 0,01 і т. д. Число членів всіх рядів у кожному інтервалі дорівнює показнику ступеня (числу номера ряду).

Основні ряди переважних чисел в інтервалі від 1 до 10 приведені в таблиці 3.2.

У деяких особливих випадках, за належного техніко – економічного обґрунтування, допускається округлення значень переважних чисел. Наприклад число 1,06 може бути округлене до 1,05; 1,12 до 1,10; 1,18 до 1,15 або до 1,20.

Загалом, при призначенні чисельних значень параметрів, для зменшення кількості різновидів (типорозмірів) виробів, слід віддавати перевагу ряду з меншим порядковим номером, наприклад ряду R5 порівняно з рядом R10 і т. д.

У випадку, коли це необхідно, можливо використовувати похідні, зсунуті або ступінчаті ряди.

**Похідні ряди** – ряди параметрів та розмірів, які утворюються з основних ( R 5 ; R 10 ; R 20 ; R 40 ) або

додаткових (  $R_{80}$  ;  $R_{160}$  ) за допомогою відбору кожного  $n^{20}$  члена ряду.

Наприклад: ряд  $R_{20} / 3 (... 50)$  - похідний переважний ряд, який отримано за допомогою відбору кожного третього члена основного ряду  $R_{20}$  , та обмеженого членом 50. Ряд, при цьому, буде мати вигляд: 1,00; 1,25; 1,80; 2,50, 3,55; 5,00; 7,10; 10,00; 12,50; 18,00; 25,00; 35,50; 50,00.

Таблиця 3.2

Основні ряди переважних чисел в інтервалі від 1 до 10

№	Ряди переважних чисел				№	Ряди переважних чисел			
	R5	R10	R20	R40		R5	R10	R20	R40
1	1,0	1,0	1,0	1,0	21		3,15	3,15	3,15
2				1,06	22				3,35
3			1,12	1,12	23			3,55	3,55
4				1,18	24				3,75
5		1,25	1,25	1,25	25	4,0	4,0	4,0	4,0
6				1,32	26				4,25
7			1,40	1,40	27			4,50	4,50
8				1,50	28				4,75
9	1,60	1,60	1,60	1,60	29		5,00	5,00	5,00
10				1,70	30				5,30
11			1,80	1,80	31			5,60	5,60
12				1,90	32				6,00
13		2,00	2,00	2,00	33	6,30	6,30	6,30	6,30
14				2,12	34				6,70
15			2,24	2,24	35			7,10	7,10
16				2,36	36				7,50
17	2,50	2,50	2,50	2,50	37		8,00	8,00	8,00
18				2,65	38				8,50
19			2,80	2,80	39			9,00	9,00
20				3,00	40				9,50
					41	10,0	10,0	10,0	10,0

Не важко побачити (табл. 2), що ряд  $R_{20}$  є необмеженим похідним рядом від ряду  $R_{40}$  і отримано його за допомогою відбору кожного другого члена ряду  $R_{40}$  .

**Зсунуті ряди** - – ряди параметрів та розмірів, які утворюються з основних або додаткових, починаючи з  $n^{20}$  члена ряду.

Зсунуті ряди можуть бути утворені також із похідних рядів. Наприклад:  $R 20 / 3(3,55 \dots)$  - зсунутий ряд отримано з похідного ряду  $R 20 / 3$ , який розпочинається з числа 3,55 і включає кожен третій член основного ряду  $R 20$ . Ряд, при цьому, буде мати вигляд: 3,55; 5,00; 7,10; 10,00; 12,50; 18,00; 25,00; 35,50; 50,00 і т. д.

**Ступінчасті ряди** – будуються з використанням різних геометричних або арифметичних прогресій для певних інтервалів ряду.

Наприклад: ряд 1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,0. Цей ряд складається з двох рядів – ряду  $R 10$  (1,00; 1,25; 1,60; 2,00) зі знаменником прогресії  $q=1,25$  та ряду  $R 20$  (2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,0) зі знаменником прогресії  $q = 1,12$ .

Ряди переважних чисел з деякими округленнями чисел рядів  $R 5$ ;  $R 10$ ;  $R 20$ ;  $R 40$  встановлені також для номінальних лінійних розмірів (ГОСТ 6636 «Номінальні лінійні розміри» [50]) в діапазоні від 0,001 до 20000 мм. Ряди номінальних лінійних розмірів умовно позначають:  $Ra 5$ ;  $Ra 10$ ;  $Ra 20$ ;  $Ra 40$ , з урахуванням округлення їх величини приведені в таблиці 3.3.

За рекомендаціями Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК) в параметричних стандартах на продукцію електротехніки та радіоелектроніки застосовуються ряди E3; E6; E12; E24; E48; E96; E192, які побудовані на основі геометричних прогресій.

Найчастіше використовуються ряди E3; E6; E12; E24 зі знаменниками: для ряду E3 -  $q = \sqrt[3]{10} = 2,2$ ; E6 -  $q = \sqrt[6]{10} = 1,5$ ; E12 -  $q = \sqrt[12]{10} = 1,2$ ; E24 -  $q = \sqrt[24]{10} = 1,1$ .

На Україні ряди переважних чисел E6 використовуються для встановлення чисельних значень номінальних опорів постійних резисторів (ГОСТ 2825 [51]), номінальної ємності постійних конденсаторів (ГОСТ 2519) та інші.

У деяких випадках, для побудови рядів переважних чисел, використовуються ряди побудовані на основі арифметичних прогресій. Вони являють собою послідовність чисел, в якій

різниця  $d$  між будь якими сусідніми числами  $a_i$  та  $a_{i+1}$  - постійна:  $d = a_i - a_{i-1} = a_{i-1} - a_{i-2} = const.$

Таблиця 3.3

Номінальні лінійні розміри в інтервалі від 1 до 10

	Ряди номінальних розмірів				№	Ряди номінальних розмірів			
	Ra5	Ra10	Ra20	Ra40		Ra5	Ra10	Ra20	Ra40
	1,0	1,0	1,0	1,0	21		3,20	3,20	3,20
				1,05	22				3,40
			1,10	1,10	23			3,60	3,60
				1,15	24				3,80
		1,20	1,20	1,20	25	4,0	4,0	4,0	4,0
				1,30	26				4,20
			1,40	1,40	27			4,50	4,50
				1,50	28				4,80
	1,60	1,60	1,60	1,60	29		5,00	5,00	5,00
10				1,70	30				5,30
11			1,80	1,80	31			5,60	5,60
12				1,90	32				6,00
13		2,00	2,00	2,00	33	6,30	6,30	6,30	6,30
14				2,10	34				6,70
15			2,20	2,20	35			7,10	7,10
16				2,40	36				7,50
17	2,50	2,50	2,50	2,50	37		8,00	8,00	8,00
18				2,65	38				8,50
19			2,80	2,80	39			9,00	9,00
20				3,00	40				9,50
					41	10,0	10,0	10,0	10,0

Значення будь якого члена переважного ряду, побудованого на основі арифметичної прогресії, може бути обчислено за формулою:

$$a_n = a_1 + d \times (n - 1), \quad (3.3)$$

де  $a_1$  перший член прогресії;  $d$  - різниця прогресії;  $n$  - порядковий номер члена ряду.

Наприклад, за існуючими стандартами (ГОСТ 5720 [52], ГОСТ 7242, ГОСТ 8338 та інші) внутрішні діаметри підшипників кочення в інтервалі від 20 до 110 мм мають

величини 20, 25, 30, 35, ... 100, 105, 110 мм. Таким чином ряд внутрішніх діаметрів підшипників, у вказаному інтервалі, - арифметична прогресія з різницею  $d = 5$  мм.

Головною перевагою рядів, які побудовані на основі арифметичних прогресій, є їх простота, вони легко запам'ятовуються. Але значним недоліком таких рядів є відносна нерівномірність розподілу величин членів ряду на різних інтервалах. В арифметичних прогресіях відношення  $q$  наступних членів  $a_i$  до попередніх  $a_{i-1}$  зменшується з ростом чисельних значень членів ряду. В прикладі з внутрішніми діаметрами підшипників для перших членів ряду  $q = \frac{25}{20} = 1,25$ , а

для останніх -  $q = \frac{110}{105} = 1,047$ . Таким чином члени ряду

розріджені в зоні малих величин та згущені в зоні великих величин.

Арифметичні прогресії також використовуються для побудови рядів параметрів: розмірів взуття, одягу; діаметрів різби; розмірів болтів; сортового прокату та інших деталей, вузлів і виробів масового використання.

*Параметри та параметричні ряди промислових товарів.*

Однією з основних задач стандартизації є оптимальне зменшення номенклатури виробів та чисельних значень їх параметрів. Для цього потрібно вирішити питання, пов'язані з розробкою стандартів: вибір та обґрунтування номенклатури параметрів, які характеризують властивості продукції; визначення діапазону коливання параметрів які стандартизуються; вибір градації параметричного ряду в заданому діапазоні.

Параметри виробів поділяють на головні (основні) та допоміжні. Головним параметром називають такий параметр, із числа основних, який найбільш повно характеризує виріб та залишається незмінним впродовж тривалого часу і може змінюватися тільки при розробці більш досконалих виробів аналогічного призначення.

Основні параметри – це характеристики, які визначають призначення продукції та умови її використання:

- розмірні параметри (місткість ємностей, посуду; розмір одягу та взуття; габарити – висота, довжина, ширина, площа, діаметр та інші);

- параметри ваги (особливо важливі для авіаційної та аерокосмічної галузі);

- параметри продуктивності обладнання, машин та приладів (швидкість руху транспортних засобів; висота підйому стріли баштових кранів; продуктивність насосів та інші);

- енергетичні параметри (робоча температура; потужність двигунів, трансформаторів та інші).

Допоміжні параметри залежать від різних удосконалень конструкції виробу, відрізняються нестабільністю і тому їх не рекомендують включати в стандарти.

Діапазон в якому змінюється головний (основний) параметр, що підлягає стандартизації, обмежується найбільшим та найменшим значеннями цього параметру. Наприклад [54], для асинхронних електродвигунів серії 4А діапазон потужності встановлено від 0,06 до 400 кВт. Крайні значення параметрів визначають виходячи з потреб всіх галузей промисловості де застосовується виріб або повного задоволення потреб споживача.

Під градацією або побудовою параметричного ряду розуміють закономірність змін інтервалів між сусідніми членами ряду. Принцип побудови параметричного ряду відносять до основних факторів, які визначають техніко – економічну ефективність стандартів. Так, якщо за малих інтервалах між сусідніми значеннями параметрів, які стандартизуються (діаметрами болтів, потужністю двигунів та інше) спрощується підбір виробів по розрахунковим значенням, то одночасно зменшується і серійність виробів однакових типів та типорозмірів. Це призводить до ускладнення технологічної підготовки виробництва та підвищенню вартості виготовлення та експлуатації виробів.

Збільшення ж інтервалів призводить до того, що для виготовлення кінцевої продукції застосовуються вироби, які мають завищені параметри. Це призводить до підвищення вартості комплектуючих деталей, запасних частин, підвищення енергоемності в процесі експлуатації і загалом вартості

продукції. Тому, коли встановлюють градацію параметричного ряду, то виходять з того, що раціональний ряд повинен забезпечувати оптимальне співвідношення між витратами матеріалів і вартістю виробництва та експлуатації.

### **3.2. Науково – технічні принципи стандартизації**

Стандартизація завжди повинна бути спрямована на вирішення важливих практичних задач та підтримувати науково – технічний прогрес. Для досягнення цієї мети стандартизацію проводять керуючись принципами: системності, переважності, прогресивності та оптимізації, функціональної взаємозамінності, взаємозв'язки різних стандартів, мінімальних витрат матеріалів на одиницю продукції, патентної чистоти створюваних стандартів, наукової обґрунтованості.

*Принцип системності.* Науково – технічний прогрес і підвищення якості продукції вимагають системного підходу до проведення стандартизації. Вона повинна охоплювати всі етапи розробки, проектування, виробництва та експлуатації (споживання) продукції, а також всі її складові - сировину, матеріали, напівфабрикати, комплектуючі вироби, деталі і складальні одиниці.

Дуже важливо, щоб стандартизація взаємно ув'язувала вимоги до якості всіх видів продукції, особливо в тих випадках, коли вони використовуються разом. На принципі системності базується комплексна та випереджуюча стандартизація, розробка та впровадження комплексних систем управління якістю продукції.

*Принцип переважності.* Стандарти встановлюють на продукцію, яка одночасно застосовується в багатьох галузях промисловості, сільського господарства, сфері послуг. Вони розповсюджуються на великі діапазони параметрів і тому при розробці стандартів застосовують принцип переважності, який забезпечує:

- обмеження різноманітності номенклатури параметрів та типорозмірів різних виробів одного функціонального призначення (метизів, лінійних розмірів та інше);

- розширення областей застосування або рівня взаємозамінності виробів;
- збільшення серійності та здешевлення продукції;
- розвиток спеціалізації та кооперації підприємств і галузей економіки країни.

*Принцип прогресивності та оптимізації стандартів* є суттю стандартизації. Нові стандарти повинні відповідати сучасним потребам науки, техніки і всього господарства країни в цілому. Від застосування нових стандартів повинна бути отримана максимально можлива економія всіх видів ресурсів при мінімальних витратах на їх розробку та впровадження в дію.

Впровадженню цього принципу допомагає випереджуюча та комплексна стандартизація.

*Принцип функціональної взаємозамінності стандартних виробів* забезпечує їх взаємозамінність по експлуатаційним показникам і тому є головним принципом проведення комплексної та випереджуючої стандартизації.

*Принцип взаємної ув'язки різних стандартів.* Без застосування цього принципу неможливо розробляти нові загально технічні та міжгалузеві стандарти, а також неможливий розвиток комплексної стандартизації.

*Науково – дослідницький принцип.* Розробка всіх видів стандартів повинна супроводжуватися проведенням науково – дослідницьких робіт.

*Принцип мінімальних питомих витрат матеріалів.* Вартість матеріалів в машинобудуванні складає від 40 до 80 відсотків вартості готової продукції. З урахуванням обсягів виробництва зниження витрат на матеріали лише на 1 відсоток дає значний економічний ефект, тому розробляючи стандарти необхідно вибирати раціональні конструкції деталей, використовувати нові методи розрахунків, нові конструктивні матеріали, застосовувати прогресивні технологічні процеси та інше.

*Принцип патентної чистоти стандартів.* Недопустимо використовувати при проектуванні та виготовленні нових машин, механізмів, приладів, виробів технологічні процеси, оригінальні конструкції, матеріали, методи вимірювань та



випробувань, інші об'єкти, які запатентовані в інших державах і на використання яких не отримано ліцензії.

### **3.3. Види стандартизації: параметрична; випереджуюча; перспективна та комплексна**

Методичними основами сучасної стандартизації продукції є: параметрична стандартизація, комплексна стандартизація, випереджуюча стандартизація та методи: класифікація, кодування, каталогізація; упорядкування об'єктів стандартизації; систематизація; селекція; симпліфікація; типізація; оптимізація; уніфікація, агрегатування і взаємозамінність.

#### *а) Параметрична стандартизація.*

Основною метою параметричної стандартизації є задоволення потреб споживачів за умови оптимального скорочення номенклатури виробів. Розробка розмірних рядів параметрів продукції ведеться на основі їх оптимізації за соціальними та техніко – економічними критеріями. При цьому вирішується задача задоволення потреб із мінімальними витратами на розробку, виробництво та споживання продукції.

#### *б) Комплексна стандартизація.*

Якість кінцевої продукції залежить від якості сировини, матеріалів, деталей, вузлів, комплектуючих виробів, технологічних процесів, методів та засобів контролю і випробувань продукції, організації та підготовки виробництва та багатьох інших факторів.

Стандартизацію можливо проводити двома методами: спираючись на досягнутий рівень якості продукції або виходячи з потрібних якісних характеристик кінцевої продукції.

В першому випадку стандартизацію кінцевої продукції проводять без урахування потреб конкретного споживача, а при її виготовленні використовують сировину, матеріали, комплектуючі вироби, випуск яких налагоджено та які мають конкретний рівень якості. Це пасивний метод стандартизації, але він зберігає своє значення для виробів масового виробництва, рівень якості яких на сучасному етапі задовольняє споживача (метизи, підшипники та інше).

В другому випадку якісні показники та стандарти на сировину, матеріали, комплектуючі вироби, нормативно – технологічні документи розробляють виходячи з вимог споживача до рівня якості кінцевої продукції. В цьому випадку стандартизація активно впливає на розвиток науки і техніки і загалом на розвиток економіки держави. Такий метод стандартизації називають комплексним.

*Комплексна стандартизація* продукції – це встановлення та застосування взаємопов’язаних за рівнем вимог до якості готових виробів, а також до необхідної для їх виготовлення сировини, матеріалів, комплектуючих, вузлів і всього комплексу процесів, які забезпечують створення і доведення продукції до споживача та її оптимальне використання.

Крім того, на якість кінцевої продукції впливає багато інших факторів пов’язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією (споживанням), які також повинні враховуватися при комплексній стандартизації з урахуванням сучасного рівня розвитку науки, техніки та технологій.

Схему об’єктів комплексної стандартизації [96] представлено на рисунку 3.1.



Рисунок 3. 1 – Схема об’єктів комплексної стандартизації

До сучасних методів проведення комплексної стандартизації відноситься розробка програм стандартизації важливих видів продукції. Ці програми складаються зі

взаємопов'язаних стандартів та технічних умов, які забезпечують комплексне розв'язання задач:

- вибір найбільш перспективного напрямку стандартизації;

- розробка випереджуючих стандартів на сировину, матеріали, напівфабрикати, комплектуючі вироби;

- стандартизація технологічних процесів, устаткування, обладнання, інструментів, методів і засобів контролю та випробування продукції, методів організації та підготовки виробництва;

- визначення обсягів і термінів виконання науково – дослідних робіт по стандартизації.

До виконання робіт з комплексної стандартизації залучається, як правило, велика кількість організацій з різних галузей народного господарства. Вона трудомістка але дає незрівнянно більший ефект порівняно з традиційною стандартизацією.

*в) Випереджуюча стандартизація.*

В залежності від впливу на розвиток народного господарства виділяють два види стандартизації:

- стандартизація, яка встановлює параметри вже існуючої продукції та фіксує досягнутий рівень розвитку техніки та технології виробництва;

- стандартизація, яка впливає на розвиток промисловості в потрібному напрямку.

В першому випадку стандарти містять показники, які має вже освоєна виробництвом продукція. Наприклад ГОСТ 1050 встановлює механічні характеристики вуглецевої якісної сталі: для СТ 08 -  $\sigma_T = 176$  МПа;  $\sigma_e = 294$  МПа і т.д. Цей стандарт зафіксував характеристики, які досягаються при сучасному рівні розвитку виробництва та існуючих технологіях. Такі стандарти потрібні але вони не несуть вимог до підвищення якості. Більш прогресивними є стандарти іншого виду – випереджуючі.

Випереджуюча стандартизація – встановлення підвищених норм та вимог до параметрів об'єктів

стандартизації, які згідно з науковими прогнозами будуть оптимальними у майбутньому.

Випереджуючі стандарти виконуються у вигляді ступінчатих стандартів, які мають декілька ступенів та містять зростаючі вимоги до показників якості, а також терміни введення їх в дію. Термін введення нових вимог до параметрів об'єктів стандартизації визначають обґрунтовано, з урахуванням освоєння виробництва необхідної сировини, матеріалів, комплектуючих виробів та устаткування, а також розв'язання наукових, технічних, технологічних та інших задач, які при цьому виникають.

Таким чином, випереджуюча стандартизація стимулює діяльність промислових підприємств в напрямку підвищення технологічного рівня виготовленої продукції. Крім того, вона зменшує обсяг робіт по перегляду та перевиданню діючих стандартів, так як ступінчаті терміни введення в дію більш високих якісних показників подовжують термін дії розроблених стандартів.

#### **3.4. Методи стандартизації: класифікація, селекція, симпліфікація, типізація, оптимізація, уніфікація, агрегування, взаємозамінність**

*Метод стандартизації* – це прийом або сукупність прийомів, за допомогою яких здійснюються принципи та досягаються цілі стандартизації. До основних методів стандартизації відносяться: класифікація, селекція, симпліфікація, типізація, оптимізація, уніфікація, агрегування, взаємозамінність.

*Класифікація об'єктів стандартизації.* Сутність класифікації полягає в тому, що множина об'єктів розподіляється на підмножини у відповідності з прийнятими методами та ознаками в залежності від схожості або відмінності. У результаті класифікації складається систематизований перелік класифікованих об'єктів, який дозволяє знаходити своє місце для кожного об'єкту. Систематизований перелік об'єктів використовується для присвоєння кожному об'єкту певного умовного позначення та складання класифікаторів.

*Селекція об'єктів стандартизації.* Селекція - це діяльність, яка полягає в тому, що із попередньо класифікованих та систематизованих об'єктів стандартизації, на основі аналізу їх перспективності з точки зору майбутніх потреб, визначаються ті конкретні об'єкти, які рекомендуються до подальшого виробництва та застосування.

*Симпліфікація об'єктів стандартизації.* Симпліфікація - це діяльність, яка полягає в тому, що із попередньо класифікованих та систематизованих об'єктів стандартизації, на основі аналізу їх перспективності з точки зору майбутніх потреб, визначаються ті конкретні об'єкти, які не рекомендуються до подальшого виробництва та застосування. Об'єкти, які пройшли симпліфікацію, виключаються із процесу стандартизації як морально застарілі, що робить неможливим їх подальше виробництво та поставку на ринок. Як приклад симпліфікації можливо навести вилучення стандартів на різьби з прямокутним профілем різьби.

*Типізація* – це діяльність, яка полягає у знаходженні оптимальних за вибраним критерієм ефективності параметричних рядів (у тому числі рядів типорозмірів) сукупності однорідних об'єктів стандартизації, які попередньо пройшли селекцію за головними параметрами, спрямована на досягнення високого ступеня їх відповідності із головними параметрами потреб, які будуть задовольнятися цими об'єктами.

*Оптимізація* – це діяльність, яка полягає у знаходженні оптимальних значень головних параметрів, а також значень всіх інших показників якості та економічності однорідних об'єктів стандартизації, спрямована на досягнення високого ступеня упорядкованості та досягнення максимально можливої ефективності за вибраним критерієм у певній області.

Для оптимізації об'єктів стандартизації використовують спеціальні економіко-математичні методи, та моделі.

*Уніфікація продукції.*

**Уніфікація** (від латинського слова, яке означає об'єднання, приведення до єдиної форми або системи) – вибір оптимальної кількості різновидів продукції, процесів, послуг однакового призначення, а також значень їх параметрів та розмірів.

Уніфікацію здійснюють на основі аналізу та вивчення конструктивних варіантів і особливостей роботи виробів аналогічного призначення (редукторів, муфт, підшипників і т. д.). Шляхом співставлення різних варіантів створюють один або декілька типів однойменних виробів та встановлюють ряд їх розмірів, який повністю задовольняє запити промисловості та споживачів.

Якщо уніфікації підлягають вироби масового використання (метизи, електродвигуни, підшипники) то вона закінчується розробкою стандартів, а інколи – організацією спеціалізованого виробництва.

Залежно від масштабів проведення уніфікації і охоплення різних галузей економіки, розрізняють:

міжгалузеву – уніфікація виробів однокового або близького призначення, які використовуються двома або більше галузями промисловості;

галузеву - уніфікація виробів однакового або близького призначення, які використовуються в одній галузі промисловості;

заводську - уніфікація виробів в межах одного підприємства або об'єднання підприємств.

Залежно від методичних принципів здійснення, розрізняють:

внутрішньовидову (уніфікації підлягає сімейство однотипних виробів);

проектну або міжвидову (уніфікації підлягають вузли, агрегати, деталі різних за призначенням виробів).

Рівень або ступінь уніфікації кінцевої продукції характеризується насиченістю продукції уніфікованими, в тому числі стандартизованими деталями, вузлами, збірними одиницями.

Головним показником рівня уніфікації є коефіцієнт використання уніфікованих деталей:

$$K_y = \frac{n - n_o}{n} \times 100\%, \quad (3.4)$$

де  $n$  - загальна кількість деталей у виробі, шт.;

$n_o$  - кількість оригінальних, розроблених вперше, деталей, шт.

Крім цього, в окремих випадках, використовуються й інші показники рівня уніфікації:

за числом уніфікованих деталей, шт.;

за вагою цих деталей, кг.;

за собівартістю деталей, грн.;

за трудомісткістю виготовлення деталей, час. та інші.

Результатами робіт з уніфікації є:

альбоми та атласи типових конструкцій деталей, вузлів, збірних одиниць;

стандарти типів, параметрів, розмірів.

*Агрегативання.*

**Агрегативання** – це метод створення нових машин, приладів, обладнання, виробів шляхом компоновки їх з окремих стандартних або уніфікованих вузлів, деталей і механізмів, які багаторазово використовуються при створенні різної продукції на підставі геометричної та функціональної взаємозамінності.

Таким чином, шляхом просторового сполучення стандартних, уніфікованих вузлів, деталей і механізмів на основі геометричної та функціональної взаємозамінності розширюється сфери та області застосування обладнання для створення нових машин, приладів, технологій або іншої продукції.

Агрегативання широко використовується у машинобудуванні, радіоелектроніці, меблевому виробництві, хімічній та нафтохімічній промисловості, будівництві житлових будинків та промислових споруд. В цих галузях, на сучасному етапі, переходять до виробництва техніки та інших виробів на базі модулів – укрупнених агрегатів. Модульний принцип широко використовується та є основним методом створення робото технічних комплексів і гнучких виробничих систем, ракето – космічної техніки, гнучких виробничих систем в машинобудуванні. У хімічній та нафтохімічній промисловості на одному й тому ж обладнанні, шляхом його компоновки, випускається різна продукція.

*Взаємозамінність.*

В широкому розумінні, взаємозамінність – це придатність одного виробу, процесу, послуги для використання замість іншого виробу, процесу, послуги з метою виконання одних і тих же функцій або задоволення одних і тих же потреб.

В більш вузькому розумінні, взаємозамінність – властивість незалежно виготовлених деталей займати своє місце в машині або в механізмі без додаткової механічної обробки при зборці, забезпечуючи при цьому здатність виконувати свої функції згідно з призначенням.

Забезпечити взаємозамінність деталей можливо, якщо розв'язати весь комплекс питань конструювання, технології виготовлення, контролю та експлуатації. Тому більш правильним буде таке розширене визначення поняття взаємозамінності.

**Взаємозамінність** – це принцип конструювання, виробництва, експлуатації та ремонту виробів, який забезпечує можливість зборки (або заміни при ремонті) незалежно виготовлених деталей, що утворюють сполучення у збірних одиницях і агрегатах при виконанні вимог, які встановлюються до точності геометричних, механічних, електричних та інших параметрів якості, за якими експлуатаційні показники роботи виробу повинні бути оптимальними та знаходитися в заданих межах.

Форма взаємозамінності, яка забезпечує не тільки можливість зборки або заміни при ремонті будь яких деталей і вузлів, але і їх оптимальні службові функції, називається функціональною взаємозамінністю. Досягти функціональної взаємозамінності можливо тільки у тому випадку, коли забезпечена взаємозамінність:

за геометричними параметрами (точність розмірів, форми, розташування поверхонь, шорсткості);

за кінематичними параметрами, які визначають закони руху деталей та вузлів машин;

за показниками фізико-механічних властивостей деталей, особливо їх поверхневого пласта.

Функціональна взаємозамінність в промисловості, особливо в галузі машинобудування, є головною і необхідною



умовою сучасного масового і серійного виробництва, яке ґрунтується на спеціалізації і кооперації підприємств.

Без дотримання принципів взаємозамінності неможливо також використання багатьох предметів домашнього вжитку. Наприклад, дуже зручно коли будь яка електрична лампочка вкручується в патрон, гайки накручуються на будь який болт того ж типорозміру і таке інше.

Взаємозамінність зв'язує між собою та спрощує роботу конструктора і технолога. Наприклад, при масовому випуску спеціалізованими заводами типових деталей кріплення, підшипників, зубчатих коліс та ряду інших деталей і комплектуючих виробів, прискорюється процес конструювання та виготовлення нових машин. Якщо такі деталі або комплектуючі вироби задовольняють вимогам до машини, яка проектується, то конструкторові не потрібно розробляти на них нову документацію, а заводу – виробнику немає потреби налагоджувати їх випуск.

Взаємозамінність допомагає конструкторові розробляти легкі та зручні за габаритами машини, розраховуючи на можливість заміни окремих деталей або збірних одиниць, після використання ними свого ресурсу, новими із запчастин. В цьому випадку термін експлуатації особливо навантажених деталей можливо визначити розрахунком і планувати їх заміну в процесі технічного обслуговування або ремонту.

На підприємствах – виробниках взаємозамінність спрощує процес зборки машин і інших виробів та забезпечує більш високі темпи роботи, вищу продуктивність праці та меншу собівартість продукції. В процесі експлуатації (використання за призначенням) у споживача спрощується ремонт і технічне обслуговування машин і технічних пристроїв.

Використання принципу взаємозамінності дозволяє в широких масштабах проводити спеціалізацію та кооперацію підприємств, що дає велику економію праці, сировини та коштів завдяки використанню більш продуктивного спеціалізованого обладнання, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів.

Взаємозамінність буває повна і не повна, зовнішня та внутрішня. Повна взаємозамінність дозволяє отримувати в

процесі зборки потрібні показники якості без додаткових операцій. Не повна взаємозамінність допускає в процесі зборки операції пов'язані з підбором та регулюванням деяких деталей і вузлів.

Зовнішня взаємозамінність – це взаємозамінність вузлів та комплектуючих матеріалів, виробів та устаткування, а також розв'язання наукових, технічних та інших супроводжуючих задач.

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Що є теоретичною основою стандартизації?
2. Яка прогресія є основою для побудови рядів переважних чисел?
3. У чому полягає відмінність між рядами переважних чисел  $R$ ,  $Ra$ ,  $E$ ?
4. Сфери застосування рядів переважних чисел  $R$ ,  $Ra$ ,  $E$ .
5. У чому полягає сутність параметричної стандартизації?
6. У чому полягає сутність перспективної та випереджуючої стандартизації?
7. У чому полягає сутність комплексної стандартизації?
8. Дайте визначення поняттю «взаємозамінність», наведіть приклади.
9. Дайте визначення поняття «уніфікація», наведіть приклади.
10. Дайте визначення поняття «агрегування», наведіть приклади.
11. У чому полягає різниця між селекцією та симпліфікацією?

## **Тема 4. Основи взаємозамінності**

### **План**

1. Загальні поняття про допуски та посадки.
2. Основні принципи побудови системи допусків та посадок.
3. Посадки в системі отвору та валу.

## 4.1. Загальні поняття про допуски та посадки

Будь яка машина або прилад складається з окремих збірних одиниць (вузлів) і деталей, при цьому, всі деталі обов'язково або входять у склад збірних одиниць або певним чином з'єднуються з ними. Деталі, які повністю або частково входять одна в одну, утворюють з'єднання. Внутрішній (той, що охоплює) елемент деталі у з'єднанні має загальну назву «**отвір**», а зовнішній (той, що охоплюється) елемент деталі у з'єднанні має загальну назву «**вал**».

Назви «отвір» або «вал» доволі умовні, вони відносяться не тільки до циліндричних деталей але й до плоских з паралельними площинами і інших з будь якою формою поверхні. Наприклад, у з'єднанні шпонки 1 з валом 2 (рис. 4.1) - шпонка є «валом», а вал «отвором».

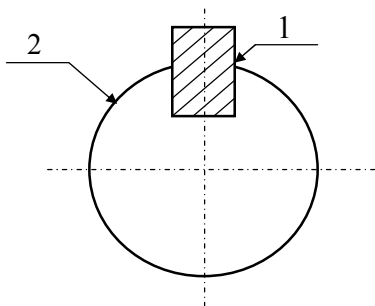


Рисунок 4.1. - З'єднання вал - шпонка

Деталі: 1 – шпонка; 2 – вал.

Деталі, з яких складаються з'єднання, перш за все характеризуються розмірами. Розмір – числове значення лінійної величини (діаметр, довжина, висота та ін.) у обраних одиницях вимірювання. У машинобудуванні основною одиницею вимірювання розміру є міліметр.

При обробці деталі практично неможливо отримати абсолютно точно заданий розмір не тільки у декількох виготовлених деталей, а навіть у однієї деталі в різних перетинах. Це пояснюється тим, що на процес обробки впливають чисельні чинники, які викликають відхилення

розмірів деталі її геометричної форми та взаємного розташування окремих поверхонь.

Основними причинами появи відхилень від заданих розмірів, форми і взаємного розташування окремих поверхонь виробів є:

неточність виготовлення обладнання (верстатів, пресів і ін.), пристосувань для обробки, ріжучих інструментів та ступінь їх зношеності;

- неоднорідність заготовок для деталей по розмірам, формі фізико-механічним властивостям;

- неточність базування заготовок та їх неправильне кріплення у пристосуваннях;

- температурний вплив, який призводить до змін розмірів деталей, що обробляються, а також окремих частин обладнання та пристосувань або ріжучих інструментів;

- пружні деформації деталей обладнання та пристосувань або ріжучих інструментів, а також самих виробів;

- відхилення від встановлених режимів обробки (швидкості, подачі, глибин різання та ін.);

- помилки вимірювання та інші причини.

Крім того, названі причини можливо деталізувати на більш низькому ієрархічному рівні. Наприклад, помилки вимірювання також залежать від багатьох причин:

- якості виготовлення самих засобів вимірювання, їх стану в процесі експлуатації;

- від точності мірок по яким засоби вимірювання налагоджуються на потрібний розмір;

- від температури, атмосферного тиску, коливань ґрунту;

- досвіду та зосередженості персоналу та досконалості їх органів чуття та інших чинників.

При розробці креслень деталі конструктор визначає розмір деталі виходячи із її розрахунків за критеріями працездатності (міцність, жорсткість та ін.) або назначає його виходячи із конструктивних міркувань. Цей розмір обов'язково округляється до найближчого, як правило, більшого значення у відповідності з рядами нормальних лінійних розмірів (ГОСТ 6636 [65]).

Приклад вибору номінального розміру деталі за результатами розрахунків на міцність.

Шляхом розрахунку на міцність отримано розмір деталі  $d_1 = 19,15 \text{ мм}$ , необхідно визначити її номінальний розмір. Загалом задача багатоваріантна. Згідно з таблицею 3.3 найближчими нормальними розмірами в основних переважних рядах є:

$Ra5$  – 16 мм та 25 мм;

$Ra10$  - 16 мм та 20 мм;

$Ra20$  - 18 мм та 20 мм;

$Ra40$  - 19 мм та 20 мм.

У випадку, коли умови міцності деталі дозволяють зменшення розрахункового розміру, то в якості номінального розміру може бути вибрана величина  $d = 19 \text{ мм}$  у відповідності до ряду  $Ra40$ .

У випадку, коли умови забезпечення міцності деталі не дозволяють зменшення розрахункового розміру  $d_1 \geq 19,15 \text{ мм}$ , то в якості номінального розміру може бути вибрана величина  $d = 20 \text{ мм}$  згідно ряду  $Ra10$ .

В подальших розрахунках використовується саме цей розмір, який носить назву *номінального*. На рисунках номінальні розміри умовно позначаються великими літерами  $D_N$  для отвору та малими  $d_N$  для валу.

Номінальний розмір ( $D_N, d_N$ ) – розмір який приймається за начало відрахування і відносно якого визначаються межові розміри (рисунок 4.2.). При виборі чисельного значення номінального розміру перевагу потрібно віддавати рядам із більшою градацією – ряду  $Ra5$  у порівнянні із рядом  $Ra10$ , а ряду  $Ra10$  у порівнянні із рядом  $Ra20$  і т.д. Номінальні розміри отворів і валів, що входять у одне сполучення, повинні бути однаковими за величиною ( $D_N = d_N$ ).

*Дійсний розмір* – розмір, який встановлено в результаті вимірів із допустимою похибкою.

*Межові розміри* – два гранично допустимі розміри, між якими повинен знаходитися або яким може бути їм рівним дійсний розмір годної деталі.

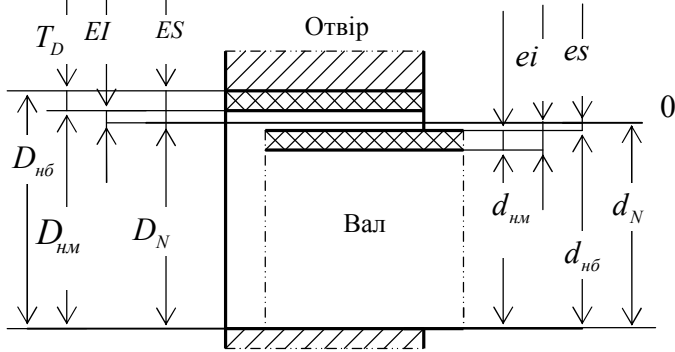


Рисунок 4.2 – Графічне зображення деталей з'єднання

*Найбільший та найменший межові розміри* – відповідно більший та менший із двох межових розмірів. Умовно позначається  $D_{нб}$ ,  $D_{нм}$  для отвору та  $d_{нб}$ ,  $d_{нм}$  для валу.

*Межове відхилення* – алгебраїчна різниця між межовим та номінальним розміром. Розрізняють верхнє та нижнє межове відхилення.

*Верхнє межове відхилення* - алгебраїчна різниця між найбільшим межовим розміром та номінальним розміром, яке умовно позначається  $es$  ( $es = d_{нб} - d_N$ ) – для валу та  $ES$  ( $ES = D_{нб} - D_N$ ) - для отвору.

*Нижнє межове відхилення* - алгебраїчна різниця між найменшим межовим розміром та номінальним розміром. Умовно позначається  $ei$  ( $ei = d_{нм} - d_N$ ) - для валу та  $EI$  ( $EI = D_{нм} - D_N$ ) - для отвору.

*Допуск* – різниця між найбільшим та найменшим межовими розмірами або абсолютна величина алгебраїчної різниці між верхнім та нижнім відхиленням. Умовно позначається  $T_d$  - для валу та  $T_D$  - для отвору та розраховується за формулами:

$$T_d = d_{нб} - d_{нм} ,$$

$$T_D = D_{нб} - D_{нм} .$$

В машинах та приладах деталі збираються у певні збірні одиниці і сполучення цих деталей має різний характер. Характер сполучення деталей, який визначається величиною зазорів або натягів у з'єднанні, називається *посадкою*.

*Посадками з зазором* називаються посадки, при яких у сполученнях деталей забезпечується зазор, що характеризує більшу або меншу свободу відносного переміщення деталей у сполученні.

*Зазор* – різниця між розмірами отвору та валу, якщо розмір отвору більше розміру валу.

*Найбільший зазор* – різниця між найбільшим межовим розміром отвору та найменшим межовим розміром валу:

$$S_{нб} = D_{нб} - d_{нм} .$$

*Найменший зазор* – різниця між найменшим межовим розміром отвору та найбільшим межовим розміром валу:

$$S_{нм} = D_{нм} - d_{нб} .$$

*Посадками з натягом* називаються посадки, при яких у сполученнях деталей забезпечується натяг, що характеризує більшу або меншу ступінь спротиву взаємному відносному переміщенню деталей. Тому посадки з натягом задаються у нерухомих з'єднаннях деталей машин.

*Натяг* – різниця розмірів валу та отвору до зборки, якщо розмір валу більше розміру отвору.

*Найбільший натяг* – різниця між найбільшим межовим розміром валу та найменшим межовим розміром отвору:

$$N_{нб} = d_{нб} - D_{нм} .$$

*Найменший натяг* – різниця між найменшим межовим розміром валу та найбільшим межовим розміром отвору:

$$N_{нм} = d_{нм} - D_{нб} .$$

Перехідними посадками називаються посадки, при яких у сполученнях деталей можливо отримати як найбільший зазор, так і найбільший натяг.

Допуском посадки  $T_{\Delta}$  називається різниця між найбільшим та найменшим зазором або натягом. Для посадок із зазором:

$$T_{\Delta} = S_{нб} - S_{нм} = (D_{нб} - d_{нм}) - (D_{нм} - d_{нб}) = \\ = D_{нб} - D_{нм} + d_{нб} - d_{нм} = T_D + T_d$$

аналогічно, для посадок з натягом:

$$T_{\Delta} = N_{нб} - N_{нм} = (d_{нб} - D_{нм}) - (d_{нб} - D_{нм}) = \\ = D_{нб} - D_{нм} + d_{нб} - d_{нм} = T_D + T_d$$

Таким чином, допуск посадки дорівнює сумі допусків отвору та валу:

$$T_{\Delta} = T_D + T_d.$$

Для спрощення розрахунків по визначенню допусків, зазорів або натягів слід користуватися графічною схемою (рисунки 4.3; 4.4; 4.5.).

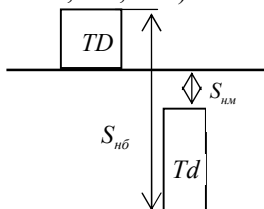


Рисунок 4.3. - Схема розташування полів допусків посадки з гарантованим зазором.

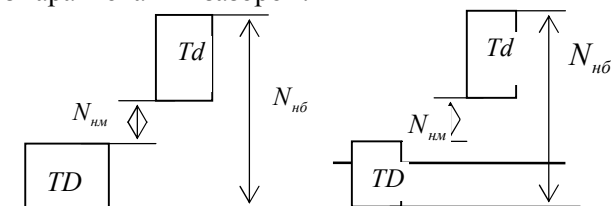


Рисунок 4.4. - Схеми розташування полів допусків посадки з гарантованим натягом.

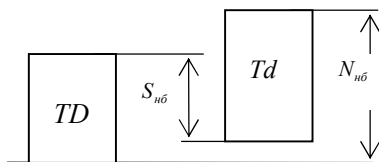


Рисунок 4.5. - Схема розташування полів допусків перехідної посадки.



*Нанесення межових відхилень розмірів на кресленнях.*

Лінійні розміри і межові відхилення на кресленнях у машинобудуванні вказуються в міліметрах без уточнення одиниць виміру. Правила нанесення межових відхилень розмірі встановлені ГОСТ 2.307 [66], який входить до складу ЄСКД.

Межові відхилення вказують безпосередньо після номінальних розмірів зі своїми знаками, при цьому верхнє межове відхилення розташовують над нижнім:  $100^{+0,30}_{+0,12}$ . Межові відхилення, які дорівнюють нулю на кресленнях не вказують, а залишають вільне місце:  $100^{+0,30}$ .

#### **4.2. Основні принципи побудови системи допусків та посадок**

Системою допусків є закономірно побудована сукупність допусків та посадок. На території України починаючи з 1977 року і по сьогоднішній день діє система допусків та посадок розроблена на основі рекомендацій *ISO* [18]. Це забезпечує єдність розробки технічної документації, єдиний парк інструментів, калібрів, технологічного оснащення, взаємозамінність деталей та збірних одиниць (підшипників, метизів, агрегатів та ін.), що значно спрощує взаємовигідну торгівлю, міжнародну спеціалізацію та кооперацію.

Будь яка система перш за все упорядковує розрізнені елементи, зводить їх в одне ціле. Сучасна система допусків та посадок побудована на основі певних ознак:

- інтервали номінальних розмірів;
- нормального температурного режиму при контролі;
- ряди допусків;
- одиниці допуску;
- побудови посадок.

а). *Інтервали номінальних розмірів.*

Загальний діапазон номінальних розмірів, який охоплюється системою, 10 000 мм., при цьому нижньої межі не існує.

Увесь діапазон номінальних розмірів (діаметрів), який найширше використовується у машинобудуванні - від 1 до 500 мм, поділяється на 13 інтервалів: від 1 до 3 мм; від 3 до 6 мм; від 6 до 10 мм; від 10 до 18 мм; від 18 до 30 мм; від 30 до 50 мм; від 50 до 80 мм; від 80 до 120 мм; від 120 до 180 мм; від 180 до 250 мм; від 250 до 315 мм; від 315 до 400 мм; від 400 до 500 мм.

Починаючи з 10 мм, для посадок із значним коливанням зазорів або натягів встановлюються ще два або три додаткових інтервали.

Значення допусків вираховують для середньо геометричного значення  $D$ :

$$D = \sqrt{D_{\max} \times D_{\min}},$$

де  $D_{\max}$  та  $D_{\min}$  - граничні значення інтервалу номінальних розмірів.

Отриманий допуск, або межові відхилення, приймаються постійними для всіх номінальних розмірів, які входять у цей інтервал.

б). *Нормальний температурний режим при контролі.*

Допуски та посадки системи відносяться до деталей, розміри яких визначаються за температурою  $20^{\circ}\text{C}$ .

в). *Ряди допусків.*

Ряди допусків представлені у 19 квалітетах. Квалітет позначається порядковим номером, що зростає зі збільшенням допуску:  $IT01; IT0; IT1; IT2; IT3 \dots$  до  $IT17$ . Позначення  $IT$  - означає «міжнародний допуск».

Допуски із квалітетами від  $IT01$  до  $IT7$  призначаються для деталей приладів, калібрів та вимірювальних засобів; із квалітетами від  $IT4$  до  $IT11$  - для деталей, що входять у сполучення; від  $IT12$  до  $IT17$  - для розмірів деталей, що не входять у сполучення або для розмірів невідповідальних сполучень.

Різниця у величині допуску при переході від одного квалітету до іншого дорівнює 60 %.

Допуски з  $5^{10}$  по  $17^{11}$  квалітет визначаються із залежності:

$$IT = a \times i,$$

де  $a$  - коефіцієнт, який залежить від квалітету (таблиця 4.1.);  $i$  - одиниця допуску.

Таблиця 4.1.

Значення коефіцієнту  $a$

Квалітет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$a$	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

При однаковому номінальному розмірові  $i$  одному квалітеті, допуски валу та отвору рівні ( $T_D = T_d$ ). Тому, враховуючи більшу складність обробки та контролю поверхні отвору порівняно із поверхнею валу, допуски на отвір у сполученні назначають за квалітетом на 1 – 2 одиниці більшим ніж квалітет валу.

г) *Одиниця допуску.*

Величина допуску не зовсім повно характеризує точність та складність обробки деталі. Практикою встановлено, що складність обробки збільшується із збільшенням розмірів деталей по закону кубічної параболи у вигляді  $\sqrt[3]{D}$ . Тому, для встановлення залежності зміни допуску від зміни розміру вводиться одиниця точності  $i$ .

Для квалітетів із 5<sup>го</sup> по 17<sup>ий</sup> одиницю допуску визначають за формулою:

$$i = 0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001D.$$

Значення одиниці допуску  $i$  для квалітетів із 5<sup>го</sup> по 17<sup>ий</sup>, які найширше використовуються у загальному машинобудуванні, наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Значення одиниці допуску для розмірів від 1 до 500 мм

	Інтервали розмірів, мм					
	до 3	3 - 6	6 - 10	10 - 18	18 - 30	30 - 50
$i$	0,55	0,73	0,9	1,08	1,31	1,56
	Інтервали розмірів, мм					
	50 - 80	80 – 120	120 - 180	180 - 250	250 - 315	315 - 400
$i$	1,86	2,17	2,52	2,9	3,23	3,54

д) *Ряди основних відхилень.*

Основне відхилення – одне з двох межових відхилень (верхнє або нижнє), яке використовується для визначення положення поля допуску відносно нульової лінії. В системі допусків, яка діє на Україні основним відхиленням є межове відхилення, яке ближче до нульової лінії.

Всього для отворів і валів передбачено по 28 рядів основних відхилень, які позначаються однією або двома буквами латинського алфавіту. Схему розташування рядів основних відхилень відносно нульової лінії наведено на рисунку 4.6.

Основні відхилення отворів позначаються прописними (великими) буквами латинського алфавіту: *A, B, C* і т.д., а валів – стрічними: *a, b, c, d* і т.д.

Величина основного відхилення для більшості полів допуску не залежить від квалітету. Основні відхилення валів та отворів, поля допусків яких позначаються однією буквою, однакові за величиною.

Сполучення основного відхилення з номером квалітету дає поле допуску, яке проставляється конструктором у технічній документації після номінального розміру (рисунок 4.7).

### **4.3. Посадки в системі отвору та системі валу**

Різні величини зазорів або натягів можливо отримати сполученням отворів та валів, які мають різні поля допусків. Так як кількість полів допусків і для валів і для отворів по 28, то кількість можливих сполучень (без урахування квалітету) складе величину 28!. Для зменшення різноманітності і спрощення виробництва та проектування машин, на сьогоднішній день існує дві системи за якими отримують потрібні посадки: система отвору та система валу.

Посадки в системі отвору – це посадки, в яких потрібні зазори або натяги отримують сполученням різних валів із основним отвором. Основним отвором називають отвір, основне (нижнє) відхилення якого дорівнює нулю, на схемі (рис.4.6) це отвір із полем допуску *H*.

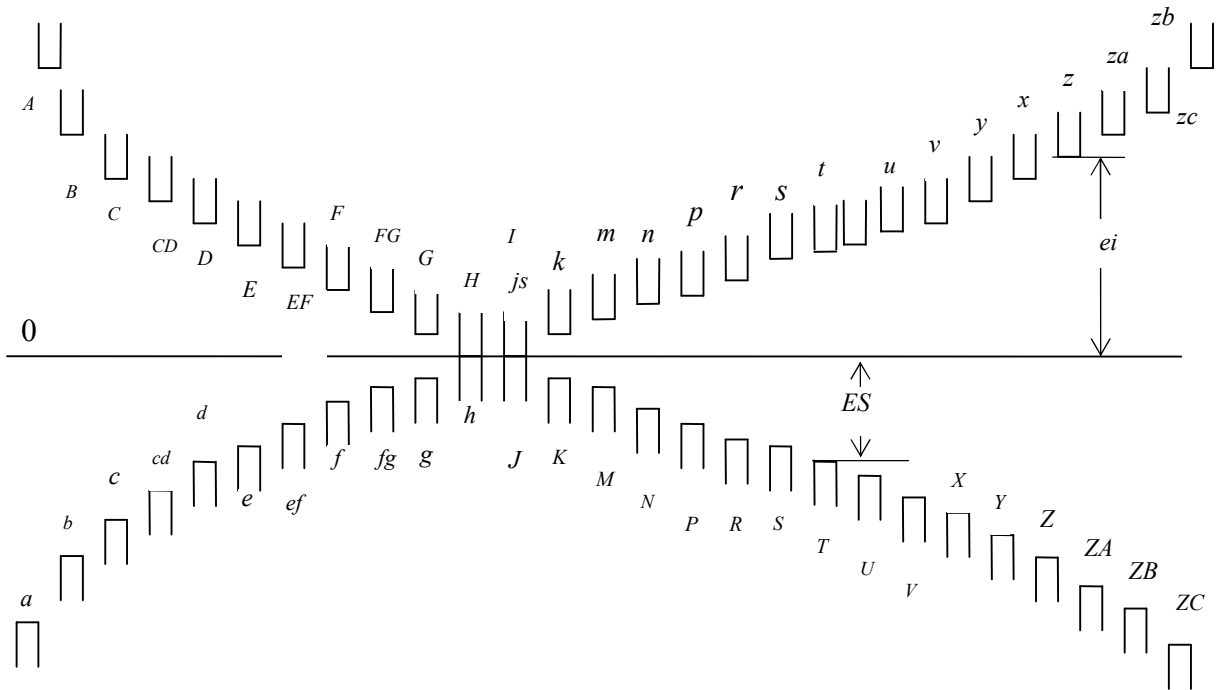


Рисунок 4.6. - Схема розташування рядів основних відхилень валів і отворів

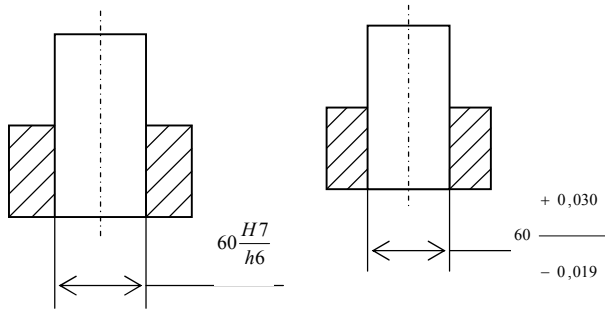


Рисунок 4.7 - Позначення посадок на кресленнях

Система отвору є найбільш поширеною, так як при роботі за цією системою в процесі виробництва потрібна менша різноманітність отворів за розмірами, і внаслідок цього менша кількість інструментів для обробки отворів (свердла, зенкери, протяжки та ін.). Обробка валів значно простіша бо на одному й тому ж токарному верстаті, за допомогою одних і тих же інструментів можливо отримати різні за розмірами вали.

Посадки в системі валу - це посадки, в яких потрібні зазори або натяги отримують сполученням різних отворів із основним валом. Основним валом називають вал, основне (верхнє) відхилення якого дорівнює нулю, на схемі (рис.4.6) це вал із полем допуску  $h$ .

Посадки в системі валу здійснюють при використанні в машинах стандартних уніфікованих збірних одиниць або деталей (наприклад, підшипників кочення; контрольних штифтів, валиків і ін.) бо їх розміри вже задані. Крім того, в деяких випадках використання системи отвору економічно не доцільно. Наприклад, для конструкції, наведеної на рисунку 4.8, отримати посадки в системі отвору без значних витрат неможливо.

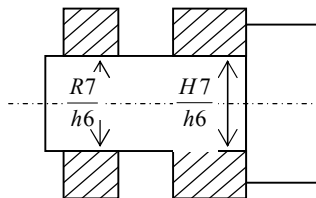


Рисунок 4.8 - Розташування посадок, які отримуються в системі валу

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Як визначається номінальний лінійний розмір?
2. Що називається посадкою?
3. За яких умов отримують посадку з гарантованим натягом?
4. За яких умов отримують посадку з гарантованим зазором?
5. За яких умов отримують перехідні посадки? .
6. Як позначаються основні відхилення отворів?
7. Яке з двох межових відхилень називається основним?
8. Яким чином контролюють брак лінійних розмірів у масовому машинобудуванні?
9. Що називають прохідним розміром ?
10. Що називають основним валом ?
11. Що називають основним отвором ?
12. Умови застосування системи валу.
13. Умови застосування системи отвору.
14. Чому для конструкції, наведеної на рисунку 4.8, отримати посадки в системі отвору без значних витрат неможливо.

## **Тема 5. Розмірні ланцюги**

### **План**

1. Види та призначення розмірних ланцюгів.
2. Методи досягнення точності замикаючої ланки.
3. Розрахунок розмірних ланцюгів на максимум – мінімум.
4. Особливості розрахунку площинних не лінійних та просторових розмірних ланцюгів.
5. Використання розмірного аналізу у процесі ремонту машин.

### **5.1. Види та призначення розмірних ланцюгів**

Машини і прилади, які збираються із окремих деталей, добре працюють тільки в тому випадку, коли кожна деталь буде займати задане їй місце відносно інших деталей. В реальних

машинах і механізмах, взаємне розташування осей і поверхонь окремих деталей залежить, як правило, від багатьох складових розмірів. Розрахунок допусків на всі ці розміри вирішується за допомогою розмірного аналізу.

Встановлення раціональних допусків розмірів, які визначають взаємне положення осей і поверхонь окремих деталей по-перше забезпечує взаємозамінність і полегшує процес зборки, а по-друге в значній мірі визначає експлуатаційні якості машини.

Велике значення має використання розмірного аналізу в процесі ремонту машин, коли потрібно повертати первинне положення осей і поверхонь.

Розмірний аналіз базується на побудові і розрахунку розмірних ланцюгів. Нормативними документами для його проведення є стандарти ГОСТ 16319, який встановлює термінологію, та ГОСТ 16320 – методи розрахунку.

Розмірним ланцюгом називається сукупність розмірів, які утворюють замкнутий контур і безпосередньо приймають участь у вирішенні задачі по визначенню взаємного положення осей та поверхонь деталі, вузла, механізму або машини в цілому.

Розміри, які утворюють розмірний ланцюг, називають *розмірними ланками*. Ланка, яка в процесі зборки або виготовлення деталі виявляється останньою називається *закриваючою*, інші ланки називають *складовими*. Прийнято умовно позначати складові ланки одного ланцюга однією буквою алфавіту з різними чисельними індексами.

В залежності від задач, які вирішуються, розрізняють конструкторські, технологічні, ремонтні та вимірювальні розмірні ланцюги [86, 87, 88].

Задачею конструкторського розмірного ланцюга є забезпечення необхідної точності у процесі конструювання деталей та збірних одиниць. Аналогічно, для технологічних, ремонтних та вимірювальних розмірних ланцюгів, задачами є забезпечення необхідної точності в процесі виготовлення, ремонту, вимірювання деталей та збірних одиниць.

Розмірні ланцюги поділяють на подетальні (рисунок 5.1.) та збірні.



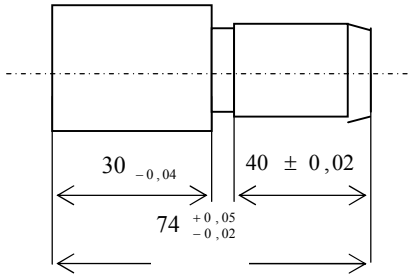


Рисунок 5.1. - Подетальний, плоский лінійний розмірний ланцюг валу

Розміри ланок ланцюга також називають *розмірними ланками* і для зручності розрахунків реальний ланцюг замінюють його схемою. Схема подетального плоского лінійного розмірного ланцюга валу, зображеного на рис. 5.1. наведена на (рисунок 5.2).

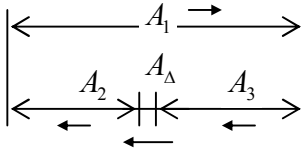


Рисунок 5.2 - Схема подетального лінійного розмірного ланцюга валу

Складові ланки ланцюга по-різному впливають на замикаючу ланку. У випадку, коли зі збільшенням розміру складової ланки збільшується і розмір замикаючої ланки, то така складова має назву *збільшуючої*. У випадку, коли зі збільшенням розміру складової ланки зменшується розмір замикаючої ланки, то така складова має назву *зменшуючої*.

На рисунку 5.2 замикаючою ланкою є розмір  $A_\Delta$  (він обробляється останнім при виготовленні деталі), збільшуючою ланкою є розмір  $A_1$ , а зменшуючими ланками – розміри  $A_2$  і  $A_3$ .

На рисунку 5.3 наведено зборочне креслення, а на рисунку 5.4 - схема збірною плоского лінійного розмірного ланцюга.

Замикаючою ланкою тут є розмір  $\Gamma_{\Delta}$ , який отримують у результаті зборки вузла.

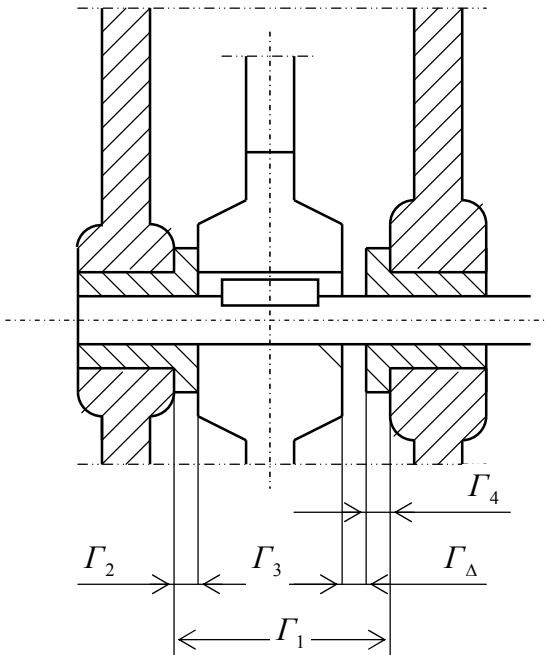


Рисунок 5.3 - Збірний, плоский лінійний розмірний ланцюг

По розташуванню ланок ланцюги можуть бути: плоскими (всі ланки розташовані в одній або в паралельних площинах); просторовими (ланки розташовані в не паралельних площинах). Крім того плоскі і просторові ланцюги можуть бути: лінійними (ланки паралельні); кутовими (всі ланки кутові величини); змішаними (ланки мають кутові і лінійні величини). Найбільш розповсюдженими є плоскі лінійні розмірні ланцюги.

Головна властивість розмірного ланцюга – це замкненість його розмірного контуру і вплив на будь-яку ланку ланцюга відхилень інших ланок.

Побудова розмірного ланцюга починається з виявлення замикаючої ланки (розміру, до точності якого встановлюються певні технічні вимоги, так як він визначає якість роботи даного

збірного вузла або деталі). Після цього виявляються збільшуючі та зменшуючі розміри і будується схема розмірного ланцюга.

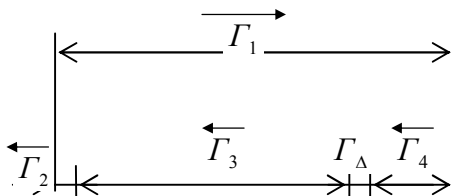


Рисунок 5.4 - Схема збірного плоского лінійного розмірного ланцюга

Для побудови схеми розмірного ланцюга (рисунок 5.4.) у верхній її частині відкладаються розміри всіх збільшуючих ланок, а в нижній частині – зменшуючих та замикаючої ланки.

Так як розмірний ланцюг – це замкнутий контур, то сума розмірів збільшуючих ланок повинна дорівнювати сумі розмірів зменшуючих ланок разом із замикаючою ланкою:

$$\sum_{i=1}^m A_i^{зб} = \sum_{m+1}^{n-1} A_i^{зм} + A_{\Delta},$$

звідки:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m A_i^{зб} - \sum_{m+1}^{n-1} A_i^{зм},$$

де  $A_{\Delta}$  - номінальний розмір замикаючої ланки;  $\sum_{i=1}^m A_i^{зб}$  -

сума номінальних розмірів збільшуючих ланок;  $\sum_{m+1}^{n-1} A_i^{зм}$  - сума

номінальних розмірів зменшуючих ланок;

$m$  - число збільшуючих ланок;

$n$  - загальне число ланок ланцюга.

Для універсалізації рівняння розмірного ланцюга (щоб воно було придатним для розрахунків будь-якого розмірного ланцюга) вводиться поняття «передаточного відношення»:

$$\zeta = \frac{\partial A_{\Delta}}{\partial A_i}.$$

Для лінійного ланцюга передаточне відношення дорівнює:  
для збільшуючих ланок  $\zeta_i^{зб} = +1$ ;

для зменшуючих ланок  $\zeta_i^{зм} = -1$ .

Тоді для будь-якого виду розмірних ланцюгів:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} \zeta_i \times A_i .$$

## 5.2. Методи досягнення точності замикаючої ланки

В процесі конструювання при розрахунках розмірних ланцюгів вирішуються *пряма та зворотна* задачі [79, 88].

*Прямою задачею* розрахунку розмірних ланцюгів є визначення допусків та межових відхилень на всі складові ланки по заданому допуску та межовим відхиленням замикаючої ланки.

*Зворотна задача* розрахунку розмірних ланцюгів полягає у визначенні допусків та межових відхилень замикаючої ланки по заданим допускам та межовим відхиленням всіх складових ланок. Як правило, зворотна задача використовується для перевірки правильності призначення допусків та межових відхилень складових ланок.

Обидві ці задачі мають на меті досягнення необхідної точності замикаючої ланки і можуть вирішуватися різними методами, які можливо поділити на дві групи.

1 – група – методи, які забезпечують взаємозамінність у подетальних та збірних розмірних ланцюгах:

- метод повної взаємозамінності, який забезпечується розрахунком на максимум-мінімум;

- метод не повної взаємозамінності, який забезпечується розрахунком за допомогою методів теорії вірогідності.

Метод повної взаємозамінності – це метод, за яким потрібна точність замикаючої ланки розмірного ланцюга досягається при включенні в нього або заміні в ньому будь-якої ланки без вибору або підгонки розміру.

При використанні методу не повної взаємозамінності потрібна точність замикаючої ланки розмірного ланцюга досягається не у всіх об'єктів, а тільки у певної їх частини.

2 – група – методи компенсації, використовуються тільки у збірних розмірних ланцюгах:

- метод регулювання;
- метод пригонки;
- метод селективної зборки.

### 5.3. Метод розрахунку розмірних ланцюгів на максимум – мінімум

Для забезпечення повної взаємозамінності, потрібно навіть за найгірших сполученнях розмірів складових ланок отримати розмір замикаючої ланки у заданих межах. Цей принцип положено в основу методу розрахунку ланцюгів на максимум – мінімум.

Максимальний розмір замикаючої ланки:

$$A_{\Delta \max} = \sum_{i=1}^m A_{i \max}^{\text{зб}} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i \min}^{\text{зм}}$$

Мінімальний розмір замикаючої ланки:

$$A_{\Delta \min} = \sum_{i=1}^m A_{i \min}^{\text{зб}} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i \max}^{\text{зм}}$$

Різниця між максимальним та мінімальним розмірами – це допуск:

$$\begin{aligned} TA_{\Delta} &= A_{\Delta \max} - A_{\Delta \min} = \\ &= \left( \sum_{i=1}^m A_{i \max}^{\text{зб}} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i \min}^{\text{зм}} \right) - \left( \sum_{i=1}^m A_{i \min}^{\text{зб}} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i \max}^{\text{зм}} \right) = \\ &= \sum_{i=1}^m TA_i^{\text{зб}} + \sum_{m+1}^{n-1} TA_i^{\text{зм}} = \sum_{i=1}^{n-1} TA_i \end{aligned}$$

Таким чином, допуск замикаючої ланки дорівнює сумі допусків всіх складових ланок розмірного ланцюга (збільшуючих та зменшуючих).

Для визначення межових відхилень  $ES$  та  $EI$  замикаючої ланки визначимо межові розміри у вигляді алгебраїчної суми номінального розміру та межового відхилення:

$$A_{\Delta} + ESA_{\Delta} = \left( \sum_{i=1}^m A_i^{зб} + \sum_{i=1}^m ESA_i^{зб} \right) - \left( \sum_{m+1}^{n-1} A_i^{зм} - \sum_{m+1}^{n-1} EIA_i^{зм} \right),$$

звідки:

$$ESA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m A_i^{зб} - \sum_{m+1}^{n-1} A_i^{зм} - A_{\Delta} + \sum_{i=1}^m ESA_i^{зб} - \sum_{m+1}^{n-1} EIA_i^{зм}.$$

Так як перші три члени правої частини у сумі дорівнюють нулю, то:

$$ESA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m ESA_i^{зб} - \sum_{m+1}^{n-1} EIA_i^{зм}.$$

Аналогічно

$$EIA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m EIA_i^{зб} - \sum_{m+1}^{n-1} ESA_i^{зм}.$$

Приклад. По заданому допуску кінцевого елемента провести розрахунок допусків та найбільших відхилень складових розмірного ланцюга методом повної взаємозамінності. Ескіз вузла наведено на рисунку 5.3. Всі елементи розмірного ланцюга мають симетричне розташування поля допуску відносно номінального розміру. Вихідні дані приведені в таблиці 5.1. В таблиці наведені розміри складових елементів  $G_1, G_2, G_3, G_4, G_{\Delta}$  та допуск кінцевого елемента  $TG_{\Delta} = \pm 0,2$ .

Таблиця 5.1.

Вихідні дані для розрахунку розмірного ланцюга

Параметри	$G_1,$ <i>мм</i>	$G_2,$ <i>мм</i>	$G_3,$ <i>мм</i>	$G_4,$ <i>мм</i>	$G_{\Delta},$ <i>мм</i>	$TG_{\Delta},$ <i>мм</i>
Величина	70	6	56	4	2	0,4

Розв'язання задачі.

1). На основі рисунка 5.3, складається розрахункова схема розмірного ланцюга (рисунок 5.4).

У випадку повної взаємозамінності, зв'язок між допуском кінцевого елемента та допусками складових розмірного ланцюга можливо визначити рівнянням:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} TA_i,$$

де  $n$  - кількість всіх складових розмірного ланцюга, враховуючи кінцевий елемент.

Для наведеного прикладу:

$$TG_{\Delta} = TG_1 + TG_2 + TG_3 + TG_4.$$

Так як розміри складових розмірного ланцюга значно відрізняються одне від одного за величиною, то для них потрібно призначати допуски одного квалітету.

2. Визначається число одиниць допуску

$$a = \frac{TG_{\Delta}}{\sum i},$$

де  $i = 0.5 \times \sqrt[3]{L_{icp}}$  - величина одиниць допуску, вибирається з таблиці 1.7;

$L_{icp}$  - середня величина розміру для інтервалу, в який входить розмір відповідного елемента розмірного ланцюга.

Тоді

$$a = \frac{TG_{\Delta}}{\sum i} = \frac{400}{1,86 + 0,73 + 1,86 + 0,73 + 0,55} = 69,8$$

Величина  $a = 69,8$  згідно з таблицею 4.1 відповідає 10 квалітету, для якого  $a = 64$ .

По таблицям полів допусків для валів та отворів [18] призначаються допуски на всі складові елементи за 10 квалітетом. Так як збільшуючий елемент  $G_1$  при обробці відноситься до отвору (відхилення зі знаком «+»), то для нього допуск береться як для основного отвору (по  $H10$ ). На зменшуючі розміри  $G_2$ ,  $G_3$  та  $G_4$  допуск береться як для основного валу (по  $h10$ ). Результати наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Допуски на складові елементи розмірного ланцюга по 10 квалітету

Параметри	$\Gamma_1, \text{ мкм}$	$\Gamma_2, \text{ мкм}$	$\Gamma_3, \text{ мкм}$	$\Gamma_4, \text{ мкм}$
Величина	120	48	100	48

$$\sum_{i=1}^m T\Gamma_i = 0,12 + 0,048 + 0,1 + 0,048 = 0,316 \text{ мм}$$

Таким чином, не повністю використовується величина допуску кінцевого елемента  $\Gamma_{\Delta}$ . Тому більш раціонально буде назначити для елементів  $\Gamma_2$ ,  $\Gamma_3$  та  $\Gamma_4$  допуски по 10 квалітету, а для одного елемента дати більш широкий нестандартний допуск. Таким елементом в прикладі є елемент  $\Gamma_1$  тому, що його точність в процесі виготовлення досягти найважче. Величина нестандартного допуску елемента  $\Gamma_1$  вираховується

$$T\Gamma_1 = T\Gamma_{\Delta} - (T\Gamma_4 + T\Gamma_2 + T\Gamma_3) = 0,4 - (0,048 + 0,1 + 0,048) = 0,204 \text{ мм}$$

Таким чином, остаточні розміри складових елементів розмірного ланцюга мають відхилення, які наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Відхилення розмірів складових елементів розмірного ланцюга

Параметри	$\Gamma_1, \text{ мкм}$	$\Gamma_2, \text{ мкм}$	$\Gamma_3, \text{ мкм}$	$\Gamma_4, \text{ мкм}$
Величина	$\pm 102$	$\pm 24$	$\pm 50$	$\pm 24$

#### 5.4. Особливості розрахунку площинних не лінійних та просторових розмірних ланцюгів

Розрахунок площинних не лінійних розмірних ланцюгів, як правило, зводять до розрахунку площинних лінійних розмірних ланцюгів шляхом проєцирування всіх розмірів на один напрямок, найчастіше на напрямок замикаючої ланки.



Наприклад, для нормальної роботи зубчастої передачі від колінчастого валу до розподільчого валу необхідно витримати міжцентрову відстань  $A_{\Delta}$  (рис. 5.5) в межах заданого допуску.

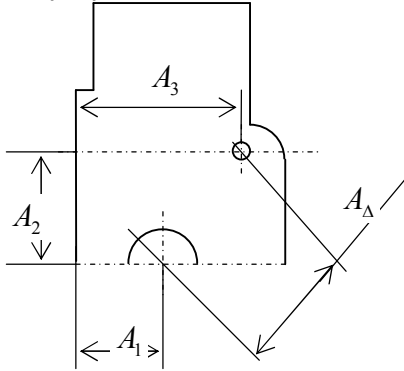


Рисунок 5.5 - Площинний не лінійний розмірний ланцюг

Розмір  $A_{\Delta}$  залежить від розмірів  $A_1$ ,  $A_2$  та  $A_3$  які розташовані під кутами один до одного і складають площинний не лінійний розмірний ланцюг. Для приведення його до лінійного розмірного ланцюга всі розміри проєцируються на напрямок замикаючої ланки (рис. 5.6).

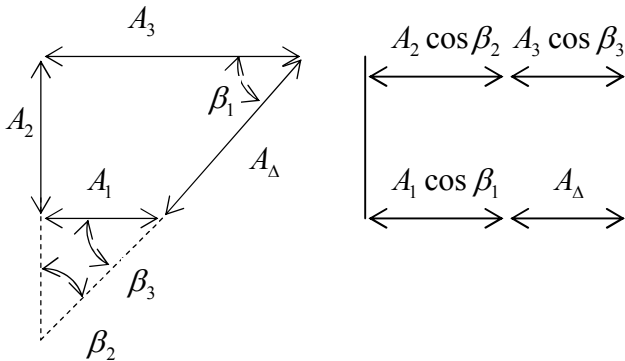


Рисунок 5.6 - Приведення площинного не лінійного розмірного ланцюга до лінійного

Тоді рівняння розмірного ланцюга можливо записати у вигляді:

$$A_{\Delta} = A_2 \cos \beta_2 + A_3 \cos \beta_3 - A_1 \cos \beta_1.$$

При розрахунках розмірного ланцюга за цим рівнянням номінальними розмірами ланок слід вважати:

$$A_{ni} = A_i \cos \beta_i.$$

Розрахунок просторових розмірних ланцюгів спочатку зводиться до розрахунку площинних шляхом проєцирування на три взаємно перпендикулярні площини, а потім до розрахунку лінійних розмірних ланцюгів.

### **5.5. Використання розмірного аналізу у процесі ремонту машин**

В процесі експлуатації машин розміри деталей змінюються в наслідок зносу та пластичних деформацій. В розмірних ланцюгах, де точність замикаючої ланки залежить від багатьох розмірів, це призводить до значних відхилень взаємного положення осей та поверхонь деталей, що значно погіршує якісні та економічні показники роботи машини.

Тому при ремонті машин важливо відновляти не тільки посадки сполучень деталей, а і точність замикаючих ланок розмірних ланцюгів. В більшості випадків не має потреби відновляти всі розміри, які входять в розмірний ланцюг. Як правило, можливо вибрати одну або дві ланки, за рахунок зміни розмірів яких відновлюється точність замикаючої ланки.

Задачею інженера-ремонтника є знаходження на основі кваліфікованого розмірного аналізу механізму ланки, зміною розмірів якої, можливо відновити первинну точність замикаючої ланки.

#### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Дати визначення розмірного ланцюга.
2. Види розмірного ланцюга?
3. Який розмір називають збільшуючим?
4. За якими ознаками визначають замикаючу ланку розмірного ланцюга?
5. Назвіть методи досягнення точності замикаючої ланки.

6. Сутність розрахунку розмірних ланцюгів на максимум – мінімум?

7. Якій величині дорівнює допуск замикаючої ланки?

8. Яким розрахунком забезпечується метод не повної взаємозамінності?

9. Яким розрахунком забезпечуються методи повної взаємозамінності?

10. Для чого робиться приведення площинного не лінійного розмірного ланцюга до лінійного?

11. Назвіть особливості розрахунку площинних не лінійних та просторових розмірних ланцюгів.

12. Принципи використання розмірного аналізу у процесі ремонту машин.

## Тема 6. Стандартизація деталей машин

### План

1. Стандарти, що установлюють норми для забезпечення взаємозамінності.

2. Стандарти на з'єднання деталей машин.

3. Стандарти на конструктивні та технологічні елементи деталей машин.

### **6.1. Стандарти, що установлюють норми для забезпечення взаємозамінності**

Взаємозамінність забезпечується цілим комплексом організаційно - технічних заходів. Базою для здійснення взаємозамінності при сучасних масштабах і принципах організації промислового виробництва є стандартизація. Стандарти, в яких регламентуються вимоги взаємозамінності, можливо розділити на стандарти конкретних виробів та норми загального застосування.

В стандартах на вироби встановлюються найчастіше вимоги зовнішньої взаємозамінності: основні та приєднувальні розміри, допуски на них, вихідні функціональні характеристики з допустимими відхиленнями і т. д. Але такі стандарти не

вирішують задачу нормування всіх параметрів взаємозамінності. Рішення цієї задачі, а також зв'язок цих стандартів між собою здійснюють на базі загальних норм взаємозамінності.

Стандарти на норми загального застосування встановлюють єдині норми, терміни і визначення в області допусків і посадок, різьб, шорсткості поверхні і т. д.; зводять незлічену кількість числових характеристик до обмеженого ряду величин; обмежують номенклатуру засобів виготовлення, інструментів, оснастки, вимірювальних приладів і калібрів; забезпечують єдність методів і засобів контролю; встановлюють загальні конструктивні і технологічні елементи деталей машин: вихід різьби, збіги, недорізи, проточки і фаски, канавки для виходу шліфувального круга, для виходу довбляків і т. д.

Система допусків і посадок для гладких циліндричних з'єднань - одна з перших і основних стандартизованих систем в СРСР в області взаємозамінності. Ця система розповсюджується на плоскі з'єднання з паралельними площинами, а більшість її положень використовуються також при нормуванні інших типів з'єднань деталей машин.

На допуски та посадки існує група стандартів. Загальне уявлення про систему допусків і посадок дає ДСТУ 2500 [18], в якому приведені терміни та визначення, необхідні для однозначного та правильного тлумачення допусків, а також перелік всіх стандартизованих класів точності та полів допусків.

Система допусків галузевих стандартів, яка була створена в кінці 20-х років двадцятого сторіччя, включала класи точності - 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 та 9<sup>ий</sup> для сполучень деталей в основному діапазоні розмірів від 1 до 500 мм. В наступні роки система галузевих стандартів доповнювалася новими класами точності та полями допусків (наприклад, класами 2а та 3а), для великих і малих розмірів (більше 500 мм та менше 1 мм). На розміри від 0,1 до 1 мм існує ГОСТ 3047 [47], а на розміри от 500 до 10000 мм – ГОСТ 2689.

Високі вимоги, які існують на сьогоднішній день до точності, надійності і довговічності машин та приладів, а також до точності вимірів, визивають необхідність виготовлення деталей та вимірювальних засобів із допусками точніше I-го класу. Такі допуски вказані в ГОСТ 11472 [27], в якому

передбачено вісім класів точності: від 02 до 09 (номер класу зменшується з підвищенням точності).

Допуски точніші I-го класу встановлені і для розмірів менших ніж 1 мм (ГОСТ 3047 - 66 [47]). В окремих випадках виникає необхідність у допусках менш точних ніж 9-го класу. Такі допуски при розмірах більших ніж 500 мм наведені в ГОСТ 2689.

Наряду з металами в техніці широке розповсюдження отримали вироби з пластмаси. Останні завдяки хорошим експлуатаційним якостям заміняють метали, а іноді пластмаси - це єдиний можливий конструкційний матеріал. У зв'язку з цим виникла необхідність забезпечити взаємозамінність деталей із пластмас на основі єдиної системи допусків і посадок. У 1966 році було затверджено ГОСТ 11710 – 66 «Допуски і посадки деталей із пластмас». В основу цього стандарту положено систему галузевих стандартів, доповнену новими полями допусків.

Для забезпечення взаємозамінності деталей машин важливу роль відіграє геометрична точність обробки деталі, яка характеризується відхиленнями розмірів, ступенем шорсткості поверхні, а також відхиленнями розташування конкретної поверхні відносно інших геометричних елементів та поверхонь деталі. Нормування цих параметрів із підвищенням вимог до якості машин та приладів набуває все більше значення.

ГОСТ 2789 - 73 [32] установлює терміни, класифікацію, позначення шорсткості поверхні та величини нерівностей, які виникають у результаті обробки деталей.

Під шорсткістю поверхні розуміється сукупність нерівностей із відносно малими шагами, які створюють рельєф поверхні в межах певної ділянки, довжина якої вибирається в залежності від характеру поверхні і дорівнює базовій довжині  $L$  (рис. 6.1).

Шорсткість поверхні визначається одним із параметрів:

- середнім арифметичним відхиленням  $Ra$  ;
- висотою нерівностей  $Rz$  .

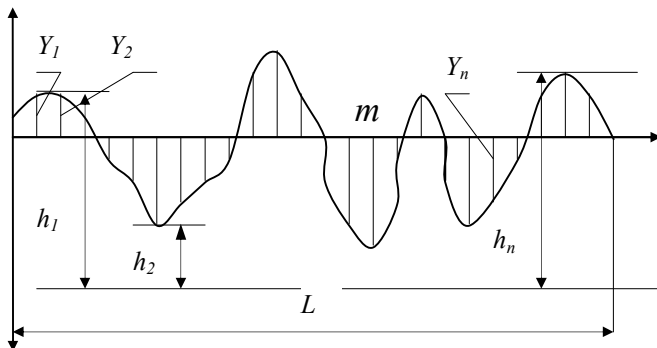


Рисунок 6.1 Схема визначення  $Ra$  та  $Rz$  ;  
 $L$  - базова довжина ділянки;  $m$  - середня лінія профілю.

Середнє арифметичне відхилення профілю  $Ra$  – це середнє значення відстаней  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  точок вимірюваного профілю до його середньої лінії. Сума відстаней точок профілю до середньої лінії визначається без урахування алгебраїчного знаку:

$$R_a = \frac{\sum_i^n |Y_i|}{n}.$$

Висота нерівностей  $Rz$  - це середня відстань між п'ятьма вищими точками виступів і п'ятьма нижчими точками впадин, які знаходяться в межах базової довжини, виміряна від лінії, паралельної до середньої лінії, тобто:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}.$$

Стандарт установлює 14 класів шорсткості (чистоти) поверхні, які додатково (з 6 по 14) розділяються на розряди. Для класів 6-12 шорсткість поверхні визначається за середнім арифметичним відхиленням  $Ra$ , а для класів 1-5, 13 і 14 - висотою нерівностей  $Rz$ .

Позначення шорсткості поверхні на кресленнях робиться у відповідності з ГОСТ 2.309.

Структура позначення [32, 95] шорсткості поверхні наведена на рисунку 6.2.

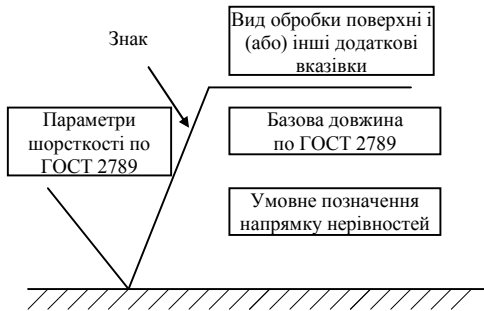


Рисунок 6.2. Структура позначення шорсткості поверхні.

Вид знаку шорсткості, який проставляють на кресленні залежить від виду обробки поверхні (таблиця 6.1.).

Таблиця 6.1.

Вид обробки поверхні деталі	Знак шорсткості
Вид обробки поверхні деталі конструктором не встановлюється	✓
Поверхня утворюється шляхом видалення шару матеріалу (точіння, шліфування, фрезерування, свердління та інші.)	✓
Поверхня утворюється без видалення шару матеріалу (ковка, штамповка, лиття, прокат та інш.)	✓

Подальшому суттєвому розвитку нормативної бази взаємозамінності сприяє ГОСТ 10356 «Відхилення форми і розташування поверхні. Основні визначення. Межові відхилення» та СТ СЕВ 636. В стандарті розглядаються основні види відхилень форми та розташування плоских і циліндричних поверхонь (неплощинність, не циліндричність, не прямолінійність, некруглість, непаралельність, не перпендикулярність; торцеве биття, несоосність, радіальне биття, не перетин осей, несиметричність, зміщення осі), а також установлені величини їх межових відхилень. Оскільки ці

відхилення в значній мірі впливають на експлуатаційні характеристики машин, необхідно їх нормувати в жорстких межах, застосовувати спеціальні способи обробки для досягнення потрібної точності та контролювати відхилення.

В стандарті дається поняття про залежні та незалежні допуски розташування. Залежні допуски розташування назначаються для деталей, які сполучаються з контр деталями одночасно по двом або декільком поверхням, і для яких вимоги взаємозамінності зводяться до забезпечення можливості зборки. Під можливістю зборки розуміється можливість з'єднання деталей по всім сполученим поверхням із дотриманням заданих умов зборки, наприклад, гарантованого зазору. Залежні допуски зв'язані з зазорами між сполученими поверхнями. На кресленнях проставляють мінімальні значення допусків, які відповідають найменшим зазорам. При великих відхиленнях дійсних розмірів від меж, які відповідають найменшим зазорам, зазори в з'єднанні збільшуються і в результаті, можуть бути допущені більші відхилення розташування.

Вид знаку позначення допусків на відхилення форми та розташування поверхонь [66], який проставляють на кресленні, представлено в таблиці 6.2.

До загальних норм, які впливають на взаємозамінність виробів по кутовим розмірам, відносяться стандарти на нормальні конічні поверхні (ГОСТ 8593, СТ СЕВ 512, ), нормальні кути СТ СЕВ 513 та допуски кутових розмірів (ГОСТ 8908, СТ СЕВ 178).

У ГОСТ 8593 включені тільки нормальні конічні поверхні загального призначення, застосування яких стандартом не обмежується.

У промисловості застосовується також ряд конічні поверхні спеціального призначення (наприклад, конус Морзе, конічних різьб 1 : 16; 1 : 6; 1 : 4, кінців шпинделів фрезерних станків 7 : 24 та інш.). Область розповсюдження цих конічних поверхонь обмежується стандартами на відповідні вироби.

Під конусністю розуміється відношення різниці діаметрів двох поперечних перетинів конуса до відстані між ними (рисунок 6.3):



$$K = \frac{D-d}{L} = 2\operatorname{tg}\alpha.$$

Таблиця 6.2.

Позначення допусків на відхилення форми та розташування поверхонь

Група допусків	Вид допуску	Знак
Допуски форми	Допуск площинності	
	Допуск прямолінійності	
	Допуск циліндричності	
	Допуск круглості	
	Допуск профілю продольного розтину	
Допуски розташування	Допуск паралельності	
	Допуск перпендикулярності	
	Допуск соосності	
	Допуск перетину осей	
	Допуск симетричності	

В стандарті передбачені три ряди з різною градацією значень конусності. Перевагу слід віддавати рядам з більш широкою градацією.

Ряди нормальних кутів мають теж призначення, що й нормальні лінійні розміри, але для кутових величин. Стандартом СТ СЕВ 1780 встановлюються допуски і посадки конічних з'єднань.

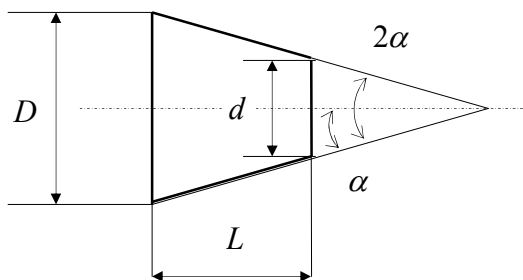


Рисунок 6.3. Визначення конусності

## 6.2. Стандарти на з'єднання деталей машин

### А). Різьби та різьбові з'єднання.

Питання стандартизації різьб на сьогоднішній день вирішені комплексно, тобто для кожного з видів різьб загального призначення розроблено комплекс стандартів на основні розміри, допуски та калібри. Розроблено стандарт на терміни та основні визначення, які відносяться до параметрів різьб загального призначення та допускам на них.

Крім стандартів на різьби загального призначення, існують стандарти на спеціальні різьби, наприклад, на конічну різьбу для вентилів і горловин балонів для газів; для геологорозвідочних і обсадних труб; для цоколів патронів електроламп; для сантехнічної арматури та інші.

Більш детально розглянемо ряд стандартів, які встановлюють основні нормативи для забезпечення взаємозамінності найбільш розповсюдженого в машинобудуванні типу різьб із трикутним профілем різьби – метричних.

Перші вітчизняні стандарти на метричну різьбу були розроблені в 20-х роках минулого сторіччя. У подальшому вони були переглянуті в зв'язку з необхідністю підвищення якості різьбових з'єднань та приведення у відповідність із рекомендаціями ISO.

Єдиною системою допусків і посадок *СЕВ* (Ради Економічної Взаємодопомоги, регіональної організації, яка об'єднувала ряд країн східної Європи) для метричних різьб із діаметрами від 0,25 до 600 мм передбачено три стандарти: *СТ СЕВ 180*, який визначає профіль різьби; *СТ СЕВ 181*, визначає діаметри та шаги; *СТ СЕВ 182*, основні розміри. Межові відхилення та допуски різьбових з'єднань із зазорами встановлює ГОСТ 16093, який розроблено на основі рекомендацій ISO, та *СТ СЕВ 640*.

Згідно з цими стандартами, величини діаметрів різьби розбито на 3 ряди. Переважним для вибору величини діаметру в першу чергу є 1<sup>й</sup> ряд, потім – 2<sup>й</sup>, якщо діаметри 1<sup>го</sup> ряду не вдовольняють вимоги конструктора, і в останню чергу величини діаметрів різьби назначаються з 3<sup>го</sup> ряду.

За величиною шагу різьби для діаметрів від 1 до 64 мм різьби розділяються на дві групи – з мілким та крупним шагом, а різьби з діаметром від 64 до 600 мм мають тільки мілкі шаги.

Різьби з крупними шагами позначаються буквою «М», після якої ставиться діаметр у міліметрах (наприклад, М 10, М 24 і т. д.). Різьби с мілкими шагами позначаються буквою «М», затим записують діаметр у міліметрах і шаг (наприклад, М 10х 1,25; М 24х 2 і т. д.).

Основні розміри и профіль метричної різьби для діаметрів віт 1 до 600 мм показано на рисунку 6.4.

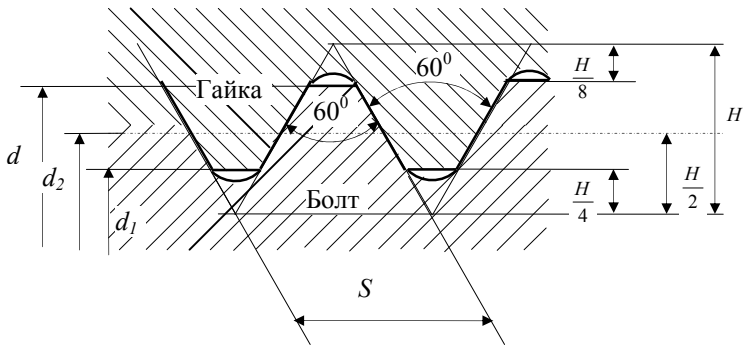


Рисунок 6.4. Основні розміри и профіль метричної різьби.

Для забезпечення взаємозамінності різьбових деталей стандартами встановлені межові відхилення розмірів різьб, які отримуються в процесі виготовлення.

Метричні різьби виконуються за перехідними посадками, із зазорами та натягами по середньому діаметру різьби. Під середнім діаметром різьби розуміють діаметр уявного, соосного з різьбою циліндра, який ділить профіль різьби таким чином, що по ньому товщина витка дорівнює ширині впадини різьби.

Різьби із гарантованими зазорами регламентовані ГОСТ 16093 «Допуски метричних різьб із крупними і мілкими шагами для діаметрів від 1 до 600 мм» та розробленим для його заміни СТ СЕВ 640. На рисунку 6.5 показана схема розташування полів допусків цих різьб. Відхилення розмірів різьби відраховують від лінії теоретичного профілю в напрямку, перпендикулярному до осі.

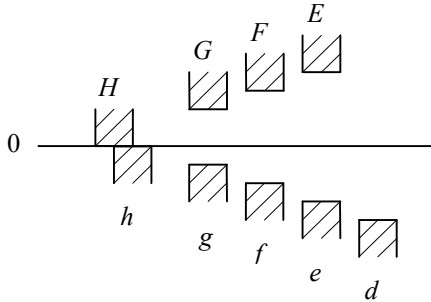


Рисунок 6.5. Схема розташування полів допусків різьб із посадками з зазорами.

Гарантовані зазори для різьбового з'єднаннязначаються у випадку коли деталі працюють за високої температури; у випадку коли на поверхню різьби наноситься антикорозійне покриття з різною товщиною шару, а також для забезпечення легкого закручування деталей.

Для гайки стандартом встановлені квалітети полів допусків: 4, 5, 6, 7, 8, 9 – по середньому діаметру та 4, 5, 6, 7, 8 – по внутрішньому діаметру. Для болтів значення квалітетів полів допусків: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – по середньому діаметру та 4, 6, 8 – по зовнішньому діаметру. На кресленнях поля допусків та посадки різьбових з'єднань та їх деталей позначаються:  $M10-H6$  – різьба гайки діаметром 10 мм, крупним шагом, із відхиленням  $H$  по 6<sup>му</sup> квалітету для середнього та внутрішнього діаметра;  $M10-h6$  – різьба болта діаметром 10 мм, крупним шагом, із відхиленням  $h$  по 6<sup>му</sup> квалітету для середнього та зовнішнього діаметра;  $M10\frac{H6}{h6}$  - позначення на

збірному кресленні гайки та болта діаметром 10 мм, з крупним шагом, із відхиленням  $H$  по 6<sup>му</sup> квалітету для середнього та внутрішнього діаметра для гайки та відхиленням  $h$  по 6<sup>му</sup> квалітету для середнього та зовнішнього діаметра болта.

За потреби назначати допуски різної точності по діаметрам (наприклад, для гайки по середньому та внутрішньому), то у цьому випадку на перше місце ставиться відхилення по середньому діаметру:  $M10-H6H5$  - різьба гайки діаметром 10 мм, крупним шагом, із відхиленням  $H$  по 6<sup>му</sup>

квалітету для середнього та відхиленням  $H$  по  $5^{му}$  квалітету для внутрішнього діаметра.

Допускаються будь – які сполучення полів допусків гайки та болта, але переважно одного квалітету.

Верхнє відхилення зовнішнього діаметра гайки і нижнє відхилення внутрішнього діаметра болта цим стандартом не регламентовано. Технологія нарізання різьби та розміри інструментів (мечиків та плашок) самі по собі гарантують, що зовнішній діаметр різьби гайки  $D_1$  не буде меншим від теоретичного, а внутрішній діаметр різьби болта  $d_1$  – більшим від теоретичного.

Різьби із гарантованими зазорами регламентовані ГОСТ 4608, який був заміненений на СТ *СЕВ 306* застосовуються для різьб із шагами від 0,8 до 3 мм та номінальними діаметрами від 5 до 45 мм. Ці різьби застосовуються для *посадочного* кінця шпильки, який вкручується в корпус. Посадочний кінець повинен бути вкручений в корпус настільки туго, щоб при відкручуванні гайки, з іншого кінця шпильки, вона (шпилька) не виверталась із корпусу. Довжина вкручування залежить від матеріалу корпусу.

Допуски різьби з перехідними посадками регламентовані СТ *СЕВ 305* застосовуються для різьб із шагами від 0,8 до 3 мм та номінальними діаметрами від 5 до 45 мм.

Основним параметром, який визначає характер з'єднання, є середній діаметр різьби. Скручування різьбових деталей і їх працездатність у з'єднанні залежить від точності виконання не тільки середнього діаметру, але й шага і кута профілю різьби. Однак комплексною характеристикою скручування різьбової деталі виступає її приведений середній діаметр, під яким розуміється значення власного середнього діаметра різьби, збільшеного для болта (або зменшеного для гайки) на діаметральну компенсацію сумарних відхилень шага та половини кута профілю різьби.

У виробничих умовах застосовується комплексний метод контролю різьби різьбовими межовими калібрами. Тому необхідність в перевірці відхилень шага різьби та кута профілю відсутня.

При виборі точності різьбових деталей необхідно знати умови роботи з'єднання, характер та величини діючих навантажень, вимоги до міцності з'єднання, а також враховувати затрати на виготовлення різьби. Слід пам'ятати, що виготовлення різьби підвищеної точності - операція, яка потребує більших витрат праці, а також різьбо утворюючого та різьбовимірювального інструменту (внаслідок малих допусків на знос) та супроводжується великим відсотком розмірного браку.

Дослідженнями доказано, що міцність різьбового з'єднання при циклічних навантаженнях перш за все визначається величиною зазору по середньому діаметру, а не точністю виготовлення різьби. Тому при дії циклічних навантажень необхідно вибирати різьби з гарантованим зазором, враховуючи і інші фактори, які впливають на міцність різьбового з'єднання: - матеріали різьбових деталей, конструкцію та технологію виготовлення.

Тільки при вирішенні комплексу питань можливо технічно правильно і з урахуванням економічної доцільності назначити певний вид різьбового з'єднання с необхідною точністю виготовлення болта та гайки.

Б). Шліцьові з'єднання з прямими боковими сторонами.

Основними параметрами шліцьового з'єднання з прямими боковими сторонами є: зовнішній діаметр  $D$ , внутрішній діаметр  $d$ , ширина шліца  $b$ . Допуски на діаметри  $D$  та  $d$  для втулки і вала шліцьового з'єднання вибираються із системи допусків і посадок для гладких циліндричних з'єднань в системі отвору у відповідності зі СТ СЕВ 144, при цьому для валів квалітет складає 5-10, а для втулок 6-10. допуски на інші розміри шліц регламентуються СТ СЕВ 187.

Шліцьові з'єднання з прямими боковими сторонами центруються по одному з основних параметрів:  $D$ ,  $d$  або  $b$  в залежності від необхідної точності центрування, умов застосування або технологічних можливостей виготовлення деталей з'єднання. Найбільш широко використовується центрування по зовнішньому діаметру  $D$ , як найбільш технологічний і економічніший метод. Високу точність

шліцевого з'єднання по зовнішньому діаметру  $D$  можливо легко отримати шляхом шліфування, а точність виготовлення шліцевих пазів втулки досягається шляхом протягування.

Центрування по внутрішньому діаметру  $d$  застосовують у тих випадках коли потрібна висока точність, або втулка виготовлена з твердого чи в'язкого матеріалу і обробити отвір протяжкою дуже складно. Доводка поверхонь, як валу так і втулки, проводиться шляхом шліфування.

Центрування боковим сторонам  $b$  застосовують у випадку реверсивної роботи шліцевого з'єднання і потрібно мати мінімальні бокові зазори для запобігання ударів при зміні напрямку обертання валу, наприклад для валу заднього моста автомобіля.

В залежності від способу центрування стандартами рекомендовані посадки валів та втулок.

Позначення шліцевих з'єднань з прямими боковими сторонами і допусків на збірних кресленнях та складових деталей на робочих кресленнях:

$$\text{збірне креслення: } d - 10 \times 72 \frac{H7}{e8} \times 82 \frac{H12}{d11} \times 12 \frac{D9}{f8},$$

позначення показує, що центрування здійснюється по внутрішньому діаметру  $d = 72$  мм; кількість шліць – 10; посадка

по внутрішньому діаметру  $\frac{H7}{e8}$ ; зовнішній діаметр  $D = 82$  мм,

посадка по якому  $\frac{H12}{d11}$ ; ширина зуба  $b = 12$  мм, посадка  $\frac{D9}{f8}$ .

На робочих кресленнях деталей цього з'єднання буде позначення:

$$\text{Втулки } d - 10 \times 72 H7 \times 82 H12 \times 12 D9;$$

$$\text{валу } d - 10 \times 72 e8 \times 82 d11 \times 12 f8.$$

Аналогічно позначаються та розшифровуються шліцеві з'єднання при центруванні по  $D$  або  $b$ :

$$D - 10 \times 72 \times 82 \frac{H7}{f7} \times 12 \frac{F8}{f8},$$

$$b - 10 \times 72 \times 82 \frac{H7}{f7} \times 12 \frac{F8}{f8}.$$

Евольвентні шліцьові з'єднання.

Евольвентні шліцьові з'єднання порівняно з прямокутними мають ряд переваг:

- за рахунок збільшення радіуса перехідної ділянки в основі евольвентного шліца зменшується концентрація напруги;
- за рахунок само встановлення забезпечується краще центрування втулки відносно валу;
- за рахунок форми шліца евольвентні з'єднання рівно міцні;
- евольвентні шліци відносно легко обробляти за принципом обробки зубчатих коліс.

Основні параметри евольвентних шліцьових з'єднань стандартизовані (СТ СЕВ 259). Центрування найчастіше відбувається по евольвентним профілям та по зовнішньому діаметру. Допуски і основні відхилення для ширини впадини втулки встановлюються по полю допуску  $H$  за квалітетами 7, 9 та 11, а для товщини зуба за полями допуску  $a; c; d; f; g; h; k; n; p; r$  і квалітетами 7, 8, 9, 10 та 11.

Допуски і основні відхилення для окружності впадин втулки встановлюються по полю допуску  $H$  за квалітетами 7 та 8, а для окружності вершин зубів валу за полями допуску  $f; g; h; js; n$  і квалітетами 6 та 7.

Позначення евольвентних шліцьових з'єднань і допусків на збірних кресленнях та складових деталей на робочих кресленнях:

а) при centruванні по боковим сторонам  $50 \times 2 \times \frac{H9}{g9}$ .

Позначення показує, що центрування відбувається по боковим сторонам зубів із посадкою  $\frac{H9}{g9}$ , номінальний діаметр з'єднання  $D = 50$  мм, модуль  $m = 2$  мм;

б) при centruванні по зовнішньому діаметру  $50 \times \frac{H7}{g6} \times 2$ ;

в) при centruванні по внутрішньому діаметру  $i - 50 \times 2 \times \frac{H9}{g9}$ .



В). Шпонкові з'єднання.

За своєю конструкцією шпонкові з'єднання розрізняються в залежності від виду шпонок, але найбільше розповсюджені призматичні шпонки, допуски і посадки на які встановлені СТ СЕВ 57. Посадка призматичної шпонки відбувається по її боковій поверхні  $b$  в системі вала. Шпонки виготовляються з постійними відхиленнями по ширині  $h9$ , а характер посадки забезпечується зміною межових відхилень шпонкових пазів.

Ширина шпонкового пазу втулкизначається з допусками  $D9$ ,  $Js9$  та  $P9$ , а ширина шпонкового пазу вала - з допусками  $H9$ ,  $N9$  та  $P9$ . Крім того, по висоті шпонки виготовляють з допуском  $h11$ , глибина шпонкових пазів як втулки так і вала – по  $H15$ .

### **6.3. Стандарти на конструктивні та технологічні елементи деталей машин**

До комплексу стандартів, які забезпечують взаємозамінність, відносяться також і стандарти на конструктивні елементи деталей машин: радіуси закруглень та фаски, канавки для виходу шліфувального круга та довбків, вихід різьби, збіги, недорізи, проточки та фаски; центрові отвори. Застосування цих стандартів полегшує роботу конструкторів і технологів, дозволяє уніфікувати ріжучий та вимірювальний інструмент.

Радіуси закруглень і фаски від 0,1 до 250 мм для деталей, виготовлених із металу та пластмас, регламентуються ГОСТ 10948. Стандарт не розповсюджується на розміри радіусів закруглень гнутих деталей, фасок на різьбах, радіусів проточок для виходу різьбо утворюючого інструменту, фасок і радіусів закруглень шарикопідшипників та роликпідшипників і на їх сполучення з валами і корпрусами.

Форма і розміри канавок для виходу шліфувального круга при круглому, торцевому та плоскому шліфуванні регламентовані в стандарті ГОСТ 8820. В ньому, в залежності від шага різьби, приведені розміри збігів з урахуванням кута заборної частини різьбо утворюючого інструменту, розміри

недорізу (нормальний та зменшений), розміри проточок (нормальна та вузька) і розміри фасок.

Дані рекомендації по застосуванню нормального та зменшеного недорізу, нормальної та вузької проточки.

Для зовнішньої та внутрішньої трапецевидної різьби в залежності від шагу приведені розміри проточки та фаски.

При обробці деталей, що обертаються, в промисловості застосовувалася велика кількість різних центрових отворів. Стандартом «Отвори центрові. Розміри» (ГОСТ 13034) встановлено всього 10 форм центрових отворів для деталей та інструмента. Центрові отвори за даним стандартом вибираються в залежності від призначення деталі та технології її обробки.

Утворення єдиного стандарту на центрові отвори ліквідує заводські та галузеві нормативні документи, кількість яких у промисловості і була значна, дозволяє централізовано виготовляти інструмент для обробки центрових отворів, підвищує точність виготовлення деталей, зменшує кількість металу, який іде у відходи (при обрізці центрових отворів).

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Що є базою для здійснення взаємозамінності при сучасних масштабах і принципах організації промислового виробництва?

2. В яких областях стандарти на норми загального застосування встановлюють єдині норми, терміни і визначення?

3. Що розуміють під поняттям конусності деталі?

4. Що розуміють під середнім діаметром різьби?

5. Яким чином умовно позначаються допуски різьб із гарантованими зазорами?

6. Чим визначається міцність різьбового з'єднання при циклічних навантаженнях?

7. Чому посадка призматичних шпонок назначається за системою валу?

8. На які конструктивні та технологічні елементи деталей машин встановлені стандарти?

9. Чи відносяться стандарти на конструктивні і технологічні елементи деталей машин до комплексу стандартів, які забезпечують взаємозамінність?

10. Які переваги дає створення єдиного стандарту на центрові отвори?

## **Тема 7. Економічна ефективність стандартизації**

### **План**

1. Складові економічної ефективності стандартизації.
2. Розрахунок економії від впровадження стандартів.
3. Визначення оптимального рівня уніфікації та стандартизації продукції.

### **7.1. Складові економічної ефективності стандартизації**

Основним принципом визначення економічної ефективності стандартизації, її впливу на економіку держави, є системний підхід, який передбачає аналіз та вивчення результатів впровадження всіх заходів по стандартизації на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації (споживання) продукції [87, 89, 95]. Це дозволяє оцінити повну економічну ефективність стандартизації для всього господарства країни.

На стадії проектування економічний ефект від стандартизації досягається скороченням обсягу проектних робіт, трудомісткості, вартості та термінів проектування на основі:

покращення організації проектних та конструкторських робіт;

використання стандартної технічної документації;

застосування стандартних умовних графічних зображень;

використання стандартних методів розрахунків;

зменшення обсягів копіювальних робіт;

зменшення обсягів технічної документації, яка зберігається в технічних архівах;

скорочення витрат на переробку проектів згідно з діючими стандартами;

скорочення часу на узгодження та затвердження технічної документації.

На стадії виробництва економічний ефект від стандартизації досягається за рахунок підвищення серійності (масовості) продукції, що випускається, і складається з економії за рахунок:

- зменшення матеріалоемності продукції;
- зменшення трудомісткості виробничих процесів;
- збільшення складових виробів, які виготовляються на спеціалізованих підприємствах;
- уніфікації;
- зменшення фондомісткості;
- зменшення витрат електроенергії та паливо – мастильних речовин на одиницю продукції;
- зменшення умовно – постійних витрат на одиницю продукції, що випускається.

На стадії експлуатації (споживання) продукції економічний ефект від стандартизації складається зі зниження витрат замовника (споживача) за рахунок:

- підвищення технічного рівня та якості продукції;
- заміни декількох виробів одним стандартним;
- збільшення терміну використання виробу;
- підвищення надійності виробів;
- зменшення споживання електроенергії, палива, води та допоміжних матеріалів на одиницю продукції;
- зменшення чисельності обслуговуючого персоналу та зниження вимог до його кваліфікації;
- зменшення вартості ремонтних робіт та часу на їх проведення та поточне обслуговування;
- зменшення потреб у запасних частинах та контрольної вимірювальної апаратурі.

В тому випадку, коли якість продукції не змінюється, всі розрахунки економічного ефекту проводять тільки на стадіях проектування та виробництва.

## **7.2. Загальна економія від впровадження стандартів**

Розраховуючи економічний ефект від стандартизації на стадіях проектування, виробництва та експлуатації (споживання) виробу, його параметри порівнюють з

параметрами базового зразка. В якості базових параметрів слід приймати параметри діючого стандарту, а за його відсутності – середньо галузеві технічні показники та відповідні їм економічні показники.

Всі параметри виробу, які використовуються для розрахунку економічної ефективності стандартизації, повинні відповідати показникам цього стандарту.

В кожному конкретному випадку, як правило, економія досягається не по всім параметрам, тому розрахунок проводиться тільки по тим, що дають ефект. При цьому, загальна економія визначається за формулою:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i,$$

де  $n$  - кількість складових елементів загальної економії;

$E_i$  - економія по кожному  $i$ -му складовому елементу.

Собівартість виробу після стандартизації вираховується за формулою:

$$C_2 = C_1 - \frac{E}{Q_2},$$

де  $C_1$  і  $C_2$  - собівартість виробу до і після впровадження стандарту;

$Q_2$  - програма випуску виробів після впровадження стандарту.

На промислових підприємствах, які налагоджують випуск вже розробленої конструкції, а економія від її експлуатації не визначена, але експлуатаційні показники не гірші від конструкції, яка випускалась раніше, річний економічний ефект розраховується за формулою [85]:

$$E = [(C_1 + E_n \times K_1) - (C_2 + E_n \times K_2)] \times Q_2$$

де  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат;

$K_1$  і  $K_2$  - питомі капітальні витрати на виробництво до і після впровадження стандарту.

При включенні в план робіт зі стандартизації певної теми, яка пов'язана з розробкою стандартів, проводять узагальнений розрахунок для орієнтовного визначення економічної ефективності намічених до розробки стандартів. Цей розрахунок дозволяє знайти краще рішення та відхилити неефективні проекти стандартів.

При співставленні економічної ефективності стандартів кращим вважається той, що забезпечує найкоротший термін окупності капітальних вкладень:

$$O_c = \frac{K_c}{E_c},$$

де  $O_c$  - термін окупності капітальних вкладень, роки;  $K_c$  - капітальні вкладення, потрібні для проведення та впровадження стандартизації.

Крім того, орієнтовно визначити ефективність намічених до розробки стандартів, можливо якщо порівняти очікуваний коефіцієнт стандартизації  $K_{cm}$  з коефіцієнтом ефективності впровадження нової техніки  $K_{нт}$ . У випадку коли  $K_{cm} \geq K_{нт}$  вважається, що намічені заходи зі стандартизації економічно ефективні.

$$K_{cm} = \frac{\Delta E_o}{\Delta Z_o},$$

де  $\Delta E_o$  - загальний економічний ефект, який очікують від впровадження стандартів;

$\Delta Z_o$  - сума загальних витрат на реалізацію заходів зі стандартизації.

Очікуваний загальний економічний ефект розраховується як сума очікуваної економії  $\Delta E_{пр}$  при проектуванні, виготовленні  $\Delta E_{виг}$  та експлуатації  $\Delta E_{екс}$  продукції.

Сума загальних витрат на реалізацію заходів зі стандартизації складається з очікуваних витрат на підготовку стандартів  $\Delta Z_{пс}$  (витрати установи, яка проводить розробку

стандартів), витрати при проектуванні  $\Delta Z_{PP}$ , на виробництво  $\Delta Z_{ВИГ}$  та експлуатацію  $\Delta Z_{ЕКС}$ .

Таким чином:

$$K_{Cm} = \frac{\Delta E_{PP} + \Delta E_{ВИГ} + \Delta E_{ЕКС}}{\Delta Z_{ПС} + \Delta Z_{PP} + \Delta Z_{ВИГ} + \Delta Z_{ЕКС}}.$$

### **7.3. Визначення оптимального рівня уніфікації та стандартизації продукції**

*Методика вибору оптимального розмірного ряду виробів.*

Впровадження стандартизації і уніфікації дозволяє скоротити кількість типорозмірів виробів, збільшити їх серійність (річний випуск). Збільшення серійності виробництва в 2 – 3 рази, яке можливо досягти, застосовуючи методи стандартизації, дає можливість знизити трудомісткість виготовлення в середньому на 15 – 20 відсотків.

Але скорочення числа типорозмірів виробів викликає збільшення витрат на експлуатацію, бо це примушує використовувати ближчий більший стандартний типорозмір, який має більші габарити і масу, витрачає більше енергії, що призводить до зниження коефіцієнта корисної дії та до інших негативних наслідків.

Тому, при проведенні робіт зі стандартизації, виникає задача обґрунтування та вибору оптимального параметричного або розмірного ряду виробів, який найкраще задовольняє вимоги як виробництва так і експлуатації.

Методика розв'язання подібної задачі зводиться до послідовного розв'язання трьох окремих задач.

1. Вибір головного параметра продукції.

Наприклад, для електродвигунів таким параметром може бути потужність двигуна або частота обертання ротора; для болтів – діаметр різьби.

2. Встановлення залежності між головним та іншими параметрами.

Наприклад, між вагою виробу та вартістю його виготовлення і експлуатації.

3. Техніко – економічне обґрунтування розмірного ряду головного параметра та встановлення оптимального числа типорозмірів уніфікованого виробу.

Вирішення задачі.

Собівартість  $C$  одиничного виробу, в залежності від програми випуску, можливо знайти за формулою:

$$C = 3_m + \frac{Po}{Q},$$

де  $3_m$  - змінні витрати на одиницю продукції (витрати, пропорційні кількості продукції, що виробляється - вартість сировини, матеріалів, заробітна плата робітників, витрати по експлуатації технологічного устаткування та інші витрати, які безпосередньо пов'язані з виробництвом продукції);

$Po$  - умовно - постійні витрати, загальний обсяг яких не залежить від кількості випущеної продукції (витрати на амортизацію основних фондів підприємства, утримання інженерно – технічних працівників та адміністративно – господарського персоналу, витрати на охорону праці та інші витрати, які безпосередньо не пов'язані з виробництвом продукції);

$Q$  - програма випуску продукції.

Роблячи вибір оптимального ряду типорозмірів уніфікованого виробу порівнюють собівартість виготовлення сусідніх типорозмірів по одному ряду з їх собівартістю по другому ряду і приймають до виробництва більш дешевий варіант.

Наприклад: собівартість виготовлення кожного з трьох сусідніх типорозмірів виробу а також потреба в їх кількості характеризується даними, які приведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1.

Дані для розрахунку собівартості продукції

Типорозмір виробу	Змінні витрати на одиницю виробу, грн.	Постійні витрати на всю програму випуску, грн. за рік	Програма випуску виробів, шт. за рік
А	7	1600	80
В	9	1800	120
С	10	2000	100



Визначити доцільність, з точки зору виробника, виготовляти замість трьох типорозмірів один уніфікований.

Розрахунки проводять в такому порядку:

1) Собівартість  $C_i$  кожного з трьох типорозмірів виробу:

$$C_A = 7 + \frac{1600}{80} = 27,$$

$$C_B = 9 + \frac{1800}{120} = 24,$$

$$C_C = 10 + \frac{2000}{100} = 30.$$

2) Середня собівартість  $C_{Cp}$  одного виробу по трьом типорозмірам складе:

$$C_{Cp} = \frac{C_A \times Q_A + C_B \times Q_B + C_C \times Q_C}{Q_A + Q_B + Q_C} =$$
$$\frac{27 \times 80 + 24 \times 120 + 30 \times 100}{80 + 120 + 100} = 26,8$$

3) Якщо, в результаті уніфікації, замість трьох типорозмірів остається один то програма його випуску  $Q_{yh}$  складе:

$$Q_{yh} = \sum Q_i = 80 + 120 + 100 = 300$$

4) Собівартість уніфікованого виробу  $C_{yh}$ , в випадку коли уніфікується виріб, який має найкращі параметри (як правило це виріб з найбільшою собівартістю, параметри якого можуть задовольнити вимоги всіх споживачів, наприклад по силовим характеристикам):

$$C_{yh} = 10 + \frac{2000}{300} = 16,67.$$

Таким чином, завдяки збільшення серійності, за рахунок навіть самого вартісного типорозміру виробу, собівартість одиниці продукції значно зменшилася і стала менше середньої собівартості не уніфікованих виробів ( $C_{yh} = 16,67 < C_{Cp} = 26,8$ ).

З точки зору виробника, заміна трьох типорозмірів виробу на один уніфікований є вигідною справою. Але, для прийняття рішення про заміну декількох виробів одним уніфікованим, необхідно урахувати також витрати споживача в процесі експлуатації.

***Питання для перевірки знань студентів.***

1. На стадії проектування економічний ефект від стандартизації досягається за рахунок:...
2. На стадії виробництва економічний ефект від стандартизації досягається за рахунок:....
3. На стадії експлуатації (споживання) економічний ефект від стандартизації досягається за рахунок:....
4. З чим порівнюють, розраховуючи економічний ефект від стандартизації на стадіях проектування, виробництва та експлуатації (споживання) виробу, його параметри?
5. Параметрами якого зразка приймають як базові при розрахунку економічного ефекту від стандартизації?
6. До розв'язання яких трьох окремих задач зводиться оптимізація кількості типорозмірів виробу?
7. Які переваги дає скорочення кількості типорозмірів виробу та збільшення серійності виробництва?
8. Що є критерієм оптимізації кількості типорозмірів виробу?
9. Які характеристики має уніфікований виріб у наведеному прикладі?
10. Які фактори не враховані при оптимізації кількості типорозмірів виробу?

## Модуль 2

### Тема 8. Основи метрології

#### План

1. Основні поняття та задачі метрології
2. Головні, додаткові, кратні, дільні та позасистемні одиниці
3. Області та види вимірювань

#### 8.1. Основні поняття та задачі метрології

Слово «метрологія» походить від грецьких «метрон», у перекладі – міра, та «логос», у перекладі – вчення. Тобто метрологія дослівно з грецької мови – вчення про міри.

*Метрологія* - наука про вимірювання фізичних величин, методи та засоби забезпечення їх єдності (ДСТУ 2681 [19]).

*Предметом* метрології є отримання інформації про властивості та характеристики об'єктів і процесів із заданою точністю та достовірністю.

Загалом у метрології виділяють три самостійні, але тісно пов'язані між собою напрямки: теоретичний, прикладний та законодавчий.

Головні задачі метрології за відповідними напрямками [1]:

а) теоретична метрологія:

- розвиток загальної теорії вимірювань;
- розробка нових методів вимірювання;
- встановлення одиниць фізичних величин та їх системи;

б) законодавча метрологія:

- встановлення обов'язкових технічних та юридичних вимог щодо застосування одиниць фізичних величин, еталонів, та зразкових засобів вимірювання;
- забезпечення на законодавчому рівні єдності вимірювань, єдності засобів та потрібної точності вимірювання;

в) прикладна метрологія:

- розробка практичних методів та засобів вимірювань, а також методів визначення їх точності;

- розробка практичних методів передачі розмірів одиниць від еталонів або зразкових засобів вимірювань до робочих засобів та ін.

Вимірюванням будь-якої фізичної величини називається операція, у результаті якої пізнається у скільки разів вимірювана величина більша або менша відповідної величини, яка прийнята за одиницю.

Основне рівняння вимірювання має вигляд:

$$Q = q \times U,$$

де  $Q$  - значення фізичної величини;  $q$  - числове значення вимірюваної величини в прийнятих одиницях;  $U$  - одиниця фізичної величини.

*Одиниця фізичної величини* – фізична величина фіксованого розміру, яка прийнята за домовленістю як основа для кількісного оцінювання фізичних величин тієї ж природи.

Таким чином у основу вимірювань фізичних величин положено еталонне значення цієї величини, яке прийняте за одиницю.

*Еталони одиниць фізичних величин* – засоби вимірювання або комплекси засобів вимірювання, офіційно затверджені еталонами для відтворення одиниць фізичних величин із найвищою досяжною точністю, та їх зберігання.

Розміри еталонних одиниць (еталонів) склалися історично у процесі розвитку суспільства, науки та техніки. Законодавчо на міжнародному рівні еталони були закріплені створенням у році Міжнародної палати мір та ваги у якій зберігаються міжнародні еталони у вигляді зразків.

На сьогоднішній день первинні зразки, які зберігаються у Міжнародній палаті мір та ваги, втратили своє первинне значення. Так у 1960 році на XI міжнародній Генеральній конференції по мірам та вазі було прийнято рішення про заміну зразка метра на нову основну одиницю довжини – довжину спектральної лінії одного з ізотопів криптону –  $\text{Kr}^{86}$ .

Рішення про заміну зразка метра новим еталонном довжини було пов'язано з прагненням мати для основних фізичних величин (у даному випадку еталону довжини) незмінну фізичну константу. І дійсно, на сьогоднішній день розвиток науки

підтверджує, що прийнятий еталон метра на основі довжини спектральної лінії не змінюється під впливом відомих факторів зовнішнього середовища. Крім того, прийняття такого еталону дозволило значно підвищити точність вимірювань.

Але навіть незмінну фізичну константу, високоточний еталон, потрібно вимірювати і робиться це за допомогою певних засобів вимірювання та за певними методиками їх проведення. Тому введення нових еталонів по суті зводиться до заміни засобів та методів вимірювання на більш точні, що само по собі є значним досягненням але не вирішує проблему виключення похибок вимірювання.

Однією з найважливіших задач метрології як науки в галузі практичної діяльності є забезпечення єдності вимірювань.

*Єдність вимірювань* – такий стан вимірювань, за яким їх результати виражені в узаконених, розміри яких в установлених межах дорівнюють розмірам одиниць які відтворюються первинними еталонами, а похибки результатів вимірювання відомі з заданою вірогідністю та не виходять за встановлені (допустимі) межі. Єдність вимірювань потрібна перш за все для того, щоб можливо було спів ставити результати вимірювань, отриманих в різних місцях, в різний час, із використанням різних методів і засобів вимірювань.

## **8.2. Головні, додаткові, кратні, дольні та позасистемні одиниці**

На сьогоднішній день система одиниць СІ складається з 7 основних (таблиця 8.1.) та ряду похідних (таблиця 8.2.) одиниць фізичних величин [21, 22, 23, 24].

*Одиниця довжини* – метр – довжина шляху, який проходить світло у вакуумі за  $1/299792458$  долі секунди.

*Одиниця маси* – кілограм – маса, яка дорівнює масі міжнародного прототипу кілограма (циліндр зі сплаву платини та іридію (90% Pt, 10% Ir)).

*Одиниця часу* – секунда – тривалість  $9192631770$  періодів випромінювання, відповідних переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію -133, не обуреного зовнішніми полями.

Одиниця сили електричного струму – ампер – сила струму, що не змінюється, який при проходженні по двох паралельних провідниках нескінченної довжини і не скінчено малого перетину, розташованим на відстані 1 м один від одного у вакуумі, створює між цими провідниками силу взаємодії, яка дорівнює  $2 \times 10^{-7}$  ньютонів на кожному відтинку провідника завдовжки у 1 м.

Таблиця 8.1

Основні одиниці фізичних величин системи СІ

Величина				Одиниця	
Найменування	Розмірність	Рекомендоване позначення	Найменування	Позначення	
				українське	Міжнародне
Довжина	L	l	метр	м	m
Маса	M	m	кілограм	кг	kg
Час	T	t	секунда	С	s
Сила електричного струму	I	i	ампер	A	A
Термодинамічна температура	$\Theta$	T	кельвін	K	K
Сила світла	J	j	кандела	кд	cd
Кількість речовини	N	n, u	моль	моль	mol

Одиниця термодинамічної температури – кельвін –  $1/273,16$  частина термодинамічної температури трійної точки води.

Одиниця кількості речовини – моль - кількість речовини системи, яка містить стільки ж структурних елементів, скільки атомів міститься в 0,012 кг вуглецю з атомною масою 12. Структурні елементи це атоми, молекули, іони або інші складові з яких складається ця речовина.

Таблиця 8.2.

Похідні одиниці фізичних величин системи СІ [23], які мають спеціальні найменування

Величина		Одиниця		
Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	Визначення через одиниці СІ
Частота	$T^{-1}$	герц	Гц	$s^{-1}$
Сила, вага	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \times kg \times s^{-2}$
Тиск, механічна напруга	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \times kg \times s^{-2}$
Енергія, робота, кількість теплоти	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \times kg \times s^{-2}$
Потужність	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \times kg \times s^{-3}$
Кількість електрики	$TI$	кулон	Кл	$C \times A$
Електрична напруга, потенціал, електрична рухома сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$\frac{m^2 \times kg}{C^3 \times A}$
Електрична ємність	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	ф	$\frac{C^4 \times A^2}{m^2 \times kg}$
Електричний опір	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$\frac{m^2 \times kg}{C^3 \times A^2}$
Електрична провідність	$L^{-2} M^{-1} T^3 I^2$	сіменс	См	$\frac{C^3 \times A^2}{m^2 \times kg}$
Потік магнітної індукції	$L^2 M T^{-2} I^{-1}$	вебер	Вб	$\frac{m^2 \times kg}{C^2 \times A}$
Магнітна індукція	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$\frac{kg}{C^2 \times A}$
Індуктивність	$L^2 M T^{-2} I^{-2}$	генрі	Гн	$\frac{m^2 \times kg}{C^2 \times A^2}$
Потік світла	$J$	люмен	лм	$kd \times cp$
Освітленість	$L^{-2} J$	люкс	лк	$\frac{kd \times cp}{m^2}$
Активність радіонукліду	$T^{-1}$	бекерель	Бк	$s^{-1}$
Поглинена доза іонізуючого випромінювання	$L^2 T^{-2}$	грей	Гр	$\frac{m^2}{C^2}$
Еквівалентна доза опромінювання	$L^2 T^{-2}$	зиверт	Зв	$\frac{m^2}{C^2}$

Одиниця сили світла – кандела - сила світла в заданому напрямку джерела, того, що випускає монохроматичне випромінювання частотою  $540 \times 10^{12}$  Гц, енергетична сила світла якого в цьому напрямі складає  $1/683 \text{ Вт} \times \text{ср}^{-1}$ .

Розміри одиниць фізичних величин часто не зручні у використанні, тому широко використовуються кратні та дольні їх значення. Приставки для отримання відповідних найменувань кратних та дольних одиниць наведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3.

Позначення кратних та дольних одиниць фізичних величин

Одиниці	Найменування приставки	Множник	Позначення	
			українське	міжнародне
Кратні	уоїта	$10^{24}$	У	U
	зепта	$10^{21}$	З	Z
	екса	$10^{18}$	Е	E
	пета	$10^{15}$	П	P
	тера	$10^{12}$	Т	T
	гіга	$10^9$	Г	G
	мега	$10^6$	М	M
	кіло	$10^3$	к	k
	гекто	$10^2$	г	h
Дольні	дека	$10^1$	да	da
	деци	$10^{-1}$	д	d
	санти	$10^{-2}$	с	c
	мілі	$10^{-3}$	м	m
	мікро	$10^{-6}$	мк	μ
	нано	$10^{-9}$	н	n
	піко	$10^{-12}$	п	p
	фемто	$10^{-15}$	Ф	f
	атто	$10^{-18}$	а	a
зето	$10^{-21}$	з	z	
уото	$10^{-24}$	у	u	

Позасистемні одиниці (таблиця 8.4.) фізичних величин не входять у прийняту систему одиниць і можуть бути:

- допустимими до використання на рівні з системними одиницями;
- допустимими до використання в спеціальних галузях;



- тимчасово допустимими.

Таблиця 8.4.

Позасистемні одиниці, які допускаються до застосування разом із одиницями системи СІ

Найменування величини	Одиниця		
	Найменування	Позначення	Співвідношення з одиницями СІ
Маса	тона	т	$10^3$ кг
	атомна одиниця маси	а.о.м.	$1,66057 \times 10^{-27}$ кг
Час	хвилина	хв.	60 с
	час	ч	3600 с
	доба	доба	86400 с
Плоский кут	градус	... <sup>0</sup>	$\frac{\pi}{180} = 1,745329 \times 10^{-2}$ рад
	хвилина	... <sup>'</sup>	$2,908882 \dots \times 10^{-4}$ рад
	секунда	... <sup>''</sup>	$4,848137 \dots \times 10^{-6}$ рад
	град	град	$\frac{\pi}{200} = 1,57 \dots \times 10^{-2}$ рад
Об'єм	літр	л	$10^{-3}$ м <sup>3</sup>
Довжина	астрономічна одиниця	а.о.	$1,45598 \dots \times 10^{11}$ м
	світовий рік	св.рік	$9,4605 \dots \times 10^{15}$ м
	парсек	пк	$3,0857 \dots \times 10^{16}$ м
Оптична сила	діоптрія	дптр	$1$ м <sup>-1</sup>
Площа	гектар	га	$10^4$ м <sup>2</sup>
Енергія	електрон-вольт	еВ	$1,60219 \dots \times 10^{-19}$ дж
Повна потужність	вольт-ампер	В А	
Реактивна потужність	вар	вар	

### 8.3. Области та види вимірювань

Область вимірювань – сукупність вимірювань фізичних величин, властивих якій не будь області науки або техніки, що виділяються своєю специфікою.

Вид вимірювань - частина області вимірювань, що має свої особливості та відрізняється однорідністю вимірюваних величин.

Прийнято розрізняти наступні області і види вимірювань [94].

1. Вимірювання геометричних величин: довжин, відхилень форми поверхонь, параметрів складних поверхонь, кутів.

2. Вимірювання механічних величин: маси; сили; моментів, що крутять; міцності і пластичності; параметрів руху; твердості.

3. Вимірювання параметрів потоку, витрати, рівня, об'єму речовин: масової і об'ємної витрати рідин в трубопроводах, витрати газів, місткості, параметрів відкритих потоків, рівня рідини.

4. Вимірювання тиску, вакуумні вимірювання: надмірного тиску; абсолютного тиску, змінного тиску, вакууму.

5. Фізико-хімічні вимірювання: в'язкості; щільності; змісту (концентрації) компонентів в твердих, рідких і газоподібних речовинах; вологості газів, твердих речовин; електрохімічні вимірювання.

6. Теплофізичні і температурні вимірювання: температури, теплофізичних величин.

7. Вимірювання часу і частоти: методи і засоби відтворення і зберігання одиниць і шкал часу і частоти; вимірювання інтервалів часу; вимірювання частоти періодичних процесів; методи і засоби передачі розмірів одиниць часу і частоти.

8. Вимірювання електричних і магнітних величин на постійному і змінному струмі: сили струму, кількості електрики, електрорушійної сили, напруги, потужності ~ енергії, кута зрушення фаз; електричного опору, провідності, місткості, індуктивності і добротності контурів електричних ланцюгів; параметрів магнітних полів; магнітних характеристик матеріалів.

9. Радіоелектронні вимірювання інтенсивності сигналів; параметрів форми і спектру сигналів; параметрів трактів із зосередженими і розподіленими постійними; властивостей речовин і матеріалів радіотехнічними методами; антенні вимірювання.

10. Зміни акустичних величин: акустичні - в повітряному середовищі і в газах; акустичні - у водному середовищі; акустичні - в твердих тілах; аудіометрія і вимірювання рівня шуму.

11. Оптичні і оптико-фізичні вимірювання: світлові, вимірювання оптичних властивостей матеріалів у видимій області спектру; енергетичних параметрів некогерентного оптичного випромінювання; енергетичних параметрів просторового розподілу енергії і потужності безперервного і імпульсного лазерного і квазімонохроматичного випромінювання; спектральних, частотних характеристик, поляризації лазерного випромінювання; параметрів оптичних елементів, оптичних характеристик матеріалів; характеристик фотоматеріалів і оптичної щільності.

12. Вимірювання іонізуючих випромінювань і ядерних констант: дозиметричних характеристик іонізуючих випромінювань; спектральних характеристик іонізуючих випромінювань; активності радіонуклідів; радіометричних характеристик іонізуючих випромінювань.

Об'єктом вимірювання є фізична система, процес, явище і т.д., які характеризуються однією або декількома вимірюваними фізичними величинами. Прикладом об'єкту вимірювань може бути технологічний хімічний процес, під час якого вимірюють температуру, тиск, енергію, витрату речовин і матеріалів.

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Дайте визначення поняттю «метрологія».
2. Передумови виникнення метрології.
3. Назвіть задачі, які вирішує метрологія.
4. Що положено в основу вимірювань фізичних величин?
5. Поясніть поняття «*Еталони одиниць фізичних величин*»?
6. Дайте сучасне визначення поняття «метр»?
7. Наведіть одиниці системи СІ.
8. Чому допускаються до застосування разом із одиницями системи СІ позасистемні одиниці?
9. Наведіть приклади позасистемних одиниць, які допускаються до застосування разом із одиницями системи СІ.
10. Що є об'єктом вимірювання?

## Тема 9. Засоби вимірювань

### План

1. Шкали вимірювань. Засоби вимірювань.
2. Типи помилок вимірювання.
3. Статистичні закони розподілення величин параметрів якості продукції.

### 9.1. Шкали вимірювань. Засоби вимірювань

Вимірювання величин можливо здійснювати прямим або опосередкованим способами, а отримані результати вимірів можуть бути у абсолютних або у відносних величинах.

Прямий спосіб вимірювання дозволяє отримати значення величини безпосередньо із опитних даних, наприклад виміри температури за допомогою термометра або ваги на шкальних вагах. У результаті прямого способу вимірювання отримують результати в абсолютних величинах.

У процесі опосередкованого способу величина, яку потрібно виміряти, визначається розрахунком на основі відомих залежностей між нею та величинами що вимірюються прямим способом. Наприклад, величину площі прямокутника визначають вимірюючи його довжину та висоту, а потім проводять розрахунки. Результати вимірювання мажуть бути представлені в абсолютних або відносних величинах. Відносне вимірювання величин відбувається коли отримана величина порівнюється з однойменною величиною, що приймається за одиницю.

Вибір вимірювальних засобів проводиться на основі їх метрологічних показників.

До основних метрологічних показників засобів вимірювання відносять:

- ціну ділення шкали;
- допустиму похибку засобу вимірювання;
- межі вимірювання.

Ціна ділення шкали це різниця значень величини двох сусідніх відміток шкали. Наприклад, годинник з секундною стрілкою має ціну ділення шкали у 1 секунду. Ціну ділення шкали не слід сприймати як точність засобу вимірювання, в загальному випадку точність може бути як вища так і нижча за ціну ділення шкали.

Допустима похибка засобу вимірювання це та найбільша похибка за якої цей засіб може бути допущений до вимірювань. Для кожного конкретного засобу допустима похибка має своє значення.

Межі вимірювання це найбільше та найменше значення величини які можливо виміряти засобом.

Вимірювальний засіб та прийоми його використання разом створюють методи вимірювання:

метод безпосередньої оцінки за показаннями шкали засобу вимірювання;

метод порівняння з мірою, за яким визначають відхилення величини від відомого розміру міри або еталону (широко використовується у машинобудуванні).

Вимірювання різних величин, що характеризують властивості систем, явищ і інших процесів займають важливе місце в повсякденному житті. Різноманітні прояви (кількісні або якісні) будь-якої властивості утворюють множини, відображення елементів яких утворюють *шкали вимірювання* цих властивостей. Шкала вимірювань кількісної властивості є шкалою фізичної величини. Шкала фізичної величини - це впорядкована сукупність значень фізичної величини, яка є початковою основою для вимірювань даної величини.

Розрізняють наступні типи шкал вимірювань [94]:

- *шкали найменувань* характеризуються оцінкою (відношенням) еквівалентності різних якісних проявів властивості. Ці шкали не мають нуля і одиниці вимірювань, в них відсутні відносини зіставлення типу «більше - менше». Це найпростіший тип шкал. Приклад шкали найменувань: шкали кольорів, що представляються у вигляді атласів кольорів. При цьому процес вимірювань полягає в досягненні (наприклад, при візуальному спостереженні) еквівалентності випробовуваного зразка з одним з еталонних зразків, що входять в атлас кольорів;

- *шкали порядку* описують властивості величин, впорядковані за збільшенням або убуванням оцінюваної властивості, тобто дозволяють встановити відношення більше/менше між величинами, що характеризують цю властивість. У цих шкалах може у ряді випадків бути нуль (нульова відмітка), але принциповою для них є відсутність одиниці вимірювання, оскільки неможливо встановити, в яке число раз більше або менше виявляється властивість величини. Приклади шкал порядку: шкали вимірювання твердості, балів сили вітру, землетрусів;

- *шкали інтервалів (різниць)* описують властивості величин не тільки за допомогою відносин еквівалентності і порядку, але також і із застосуванням відносин підсумовування і пропорційності інтервалів (різниць) між кількісними проявами властивості. Шкали інтервалів можуть мати умовно вибраний початок - нульову крапку. До таких шкал, наприклад, відносяться літочислення за різними календарями, в яких за початок відліку прийнято або створення світу, або Різдво Христове, температурні шкали Цельсія, Фаренгейта, Реомюра.

Шкала інтервалів величини  $Q$  описується рівнянням:

$$Q = Q_0 + q \times U,$$

де  $Q$  - числове значення фізичної величини;  $Q_0$  - початок відліку шкали;  $q$  - числове значення вимірюваної величини в прийнятих одиницях;  $U$  - одиниця фізичної величини.

Така шкала визначається завданням почала відліку  $Q_0$  шкали і одиниці величини  $U$ ;

- *шкали відносин* описують властивості величин, для безлічі кількісних проявів яких застосовні логічні відносини еквівалентності, порядку і пропорційності, а для деяких шкал також відношення підсумовування. У шкалах відносин існує природний нуль і за погодженням встановлюється одиниця вимірювання.

Шкали відносин описуються рівнянням:

$$Q = q \times U$$

де  $Q$  - фізична величина, для якої будується шкала, а перехід однієї шкали відносин до іншої здійснюється через рівняння:

$$q_2 = q_1 \times \frac{U_1}{U_2}.$$

Прикладами шкали відносин є шкали маси і термодинамічної температури;

- *абсолютні шкали*, окрім всіх ознак шкал відносин, володіють додатковою ознакою: у них присутнє однозначне визначення одиниці вимірювання. Такі шкали властиві таким відносним одиницям, як коефіцієнти посилення, ослаблення, корисної дії і т.д. Ряду абсолютних шкал, наприклад, коефіцієнтів корисної дії, властиві межі, поміщені між нулем і одиницею;

- *умовні шкали* - шкали величин, в яких не визначена одиниця вимірювання. до них відносяться шкали найменувань і порядку.

Шкали інтервалів, відносин і абсолютні називаються звичайно метричними (фізичними), а шкали найменувань та порядку – не метричними. Практична реалізація шкал вимірювань відбувається шляхом стандартизації як самих шкал так і одиниць вимірювання, а також способів та умов їх однозначного відтворення.

## 9.2. Типи помилок вимірювання

Розрізняють 3 основних типи похибок, пов'язаних з трьома видами помилок, які допускаються в процесах проектування і виробництва продукції або технічних вимірів і контролю параметрів якості.

1. Систематичні помилки – постійні за величиною та напрямком або ж ті що змінюються по визначеному закону. (При цьому слід зауважити, що постійність систематичних помилок проявляється в процесі контролю параметра, який здійснюється одним і тим же методом і за допомогою одних і тих же засобів вимірювання).

Поява систематичних похибок обумовлена помилками настройки технологічного обладнання або засобів вимірювання, впливом зміни умов навколишнього середовища (температури, атмосферного тиску, вологості, напруги в електричній мережі та інших), зміною розмірів і форми інструменту для обробки виробу або його складових частин в процесі виготовлення, помилками в методах контролю параметрів і виборі вимірювальних інструментів та багатьма іншими.

Систематичні помилки викликаються факторами, які діють однаковим чином на протязі деякого відтинку часу при виготовленні великої кількості виробів або їх складових частин, а також при багаторазовому повторенні одних і тих же вимірювань одним і тим же методом і за допомогою одних і тих же засобів вимірювання.

Вплив цих факторів на результати виробничої діяльності і на результати контролю параметрів якості виробів можливо виявити і в більшості випадків усунути. Систематичні помилки вимірювання, як правило, можуть бути усунені застосуванням стандартних методів контролю параметрів якості і періодичною метрологічною перевіркою інструментів, приладів і засобів вимірювання. Систематичні помилки, які виникають в процесі виробництва складових частин і готових виробів, виявляються і виключаються шляхом настройки технологічного обладнання.

В загальному випадку розрізняють 4 групи систематичних помилок.

а) Систематичні помилки, природа яких відома і величина яких може бути достатньо точно визначена. Такі помилки можуть бути усунені введенням визначених поправок у результати вимірювання. Витоки таких помилок необхідно ретельно аналізувати, визначати і в результатах вимірювань урахувувати величини поправок.

Наприклад, при визначенні дійсних лінійних розмірів, у випадку відхилення температури навколишнього середовища від стандартної для проведення вимірювань ( $29^{\circ}$  C), на результати вимірювання впливає різниця в температурному розширенні виробу і інструмента.

Допустимо, що вимірюється довжина виробу з латуні за допомогою сталевого вимірювального інструмента. Виміри



проводяться при температурі  $t = 25^{\circ}C$ , довжина виробу 200 мм, а робоча температура використання виробу  $t = -10^{\circ}C$ .

Для визначення фактичної довжини виробу при робочій температурі потрібно урахувати різницю в температурному розширенні латунного виробу і сталевго інструмента. Коефіцієнт лінійного розширення латуні  $19 \times 10^{-6} \frac{мм}{град}$ , а сталі

$11 \times 10^{-6} \frac{мм}{град}$ , тоді різниця в довжині при температурі

$t = -10^{\circ}C$  складає для латунної деталі:  
 $19 \times 10^{-6} \times 35 \times 200 = 0,133 мм$ , а для сталевго інструменту:  
 $11 \times 10^{-6} \times 35 \times 200 = 0,077 мм$ .

Поправка, яку потрібно урахувати для визначення дійсної довжини виробу при вимірюванні при робочій температурі складає  $0,133 - 0,077 = 0,056$  мм. Якщо урахувати, що допуски на лінійні розміри для довжини 200 мм складають за 6-м квалітетом 0,029 мм, а за 14-м квалітетом 1,15 мм то поправка має суттєву величину – 52% і 5% від відповідного допуску і безперечно повинна враховуватися.

Величини поправок, які потрібно урахувати, встановлюються також в залежності і від інших похибок вимірів і виготовлення виробів. В метрології існує правило, яке встановлює, що поправкою, яка не перевершує 0,5% від середньої квадратичної помилки результатів вимірювання можливо знехтувати. В практичній діяльності, як правило, можливо знехтувати поправками, які мають значно більшу величину. Рішення потрібно приймати для кожного конкретного випадку, ураховуючи весь життєвий цикл виробу – від проектування до використання за призначенням.

б). Систематичні помилки відомого походження, але величина яких не відома.

До їх числа відносять похибки вимірювальних інструментів і приладів, які іноді визначаються класом точності приладу. Якщо на приладі указано клас точності, наприклад 2,5%, то це означає, що помилка вимірів складає не більше 2,5% від всієї діючої шкали, але точна величина не відома.

в). Помилки, про наявність яких ми не підозрюємо, хоча вони можуть досягати значних величин.

Так механічні характеристики металевих деталей в першу чергу залежать від однорідності матеріалу. Порушення його структури призводить до браку виробів, який виявляється найчастіше у споживача продукції. Ця група помилок найбільш небезпечна, бо бракованою може виявитися вся партія виробів.

Помилки цієї групи можуть бути усунені після їх виявлення і не допускати надалі введенням приймального контролю деяких параметрів.

г). Систематичні помилки, які обумовлені властивостями об'єкту.

Наприклад, при виготовленні циліндричних виробів дуже часто фактичний перетин відрізняється від ідеального кола і має різні величини діаметрів при різному положенні вимірювального інструмента. Тому вимір діаметра циліндра тільки в одному положенні дає систематичну помилку.

Для запобігання виникнення помилок цієї групи, при виготовленні і контролі параметрів об'єктів потрібно використовувати стандартні методи і методики контролю. Засоби вимірювань повинні проходити періодичну повірку [25] та метрологічну атестацію [20, 26] і державні випробування [28].

Але, як би добре не був відпрацьований і налагоджений технологічний процес виробництва, якими б малими не були б допуски, фактичні характеристики параметрів якості (вага, лінійні розміри, форма поверхні, хімічний склад та інші) будуть випадковими величинами і слідувати законам статистичних розподілень.

### **9.3. Статистичні закони розподілення величин параметрів якості продукції**

Визначення характеристик параметрів партії виробів, а також розробка методів їх контролю здійснюється на основі статистичних моделей розподілення. Правильне визначення закону розподілення дає можливість розробити точний прогноз майбутніх значень параметра, що вивчається, і визначити вірогідні помилки цього прогнозу.

Найбільш поширеними законами, які використовуються для апроксимації розподілення кількісних показників параметрів якості, є: нормальний закон розподілення, закон рівної вірогідності, закон рівнобедреного трикутника, закон ексцентриситету, біноміальний закон і закон Пірсона.

1. Закон нормального розподілення (рис. 9.1.) або закон Гауса:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2\sigma^2}},$$

де  $\bar{X}$  - середнє (номінальне) значення параметра якості;  
 $\sigma$  - дисперсія розподілення.

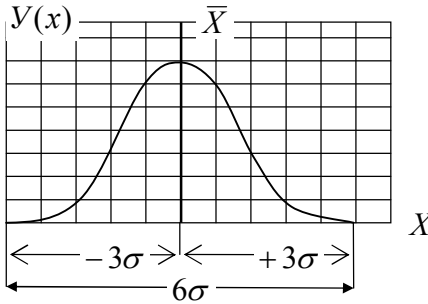


Рис. 9.1. - Закон нормального розподілення.

Це найбільш розповсюджений закон розподілення випадкових величин в тому випадку, коли на досягнення потрібної величини параметра якості впливає велика кількість незалежних факторів (причин), вплив яких приблизно однаковий і ні один фактор не відіграє вирішальну роль.

Закон нормального розподілення розмірів часто має місце для геометричних параметрів виробів при обробці їх на верстатах – автоматах, а також при вимірюванні універсальними засобами.

2. Закон рівної вірогідності.

$$y = \frac{1}{X - X_i} = const.$$

Цей закон (рис. 9.2.) розподілення має місце для випадкових величин в тому випадку коли на досягнення

потрібної величини параметра якості впливає декілька факторів, але один з них виграє вирішальну роль. Крім того, цей фактор рівномірно змінюється в просторі або часі в середині деякого інтервалу, а за межами цього інтервалу його поява дорівнює 0.

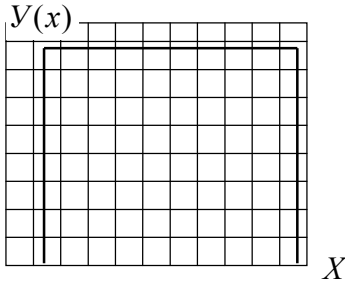


Рисунок 9.2. – Закон рівномірного розподілення

Наприклад, закону рівномірного розподілення підкоряються погрішності, які виникають в результаті округлення до найближчого цілого ділення шкали при вимірах. Ці погрішності приймають значення від  $a = -0,5$  до  $b = +0,5$  ціни ділення вимірювального приладу.

3. Закон рівнобедреного трикутника (рисунок 9.3.), або закон Сімпсона.

$$y = \begin{cases} \frac{4}{(X - X_i)^2} (X - X_i) & \text{при } X < X \\ \frac{4}{(X - X)^2} (X - X) & \text{при } X > X \end{cases}$$

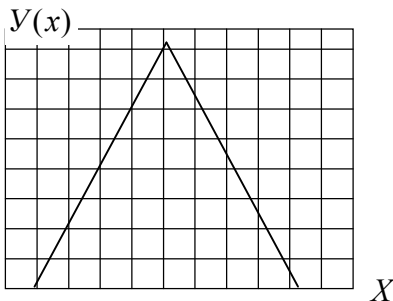


Рисунок 9.3. - Закон рівнобедреного трикутника (Сімпсона)

Цьому закону розподілення підкоряються випадкові величини на які впливають два приблизно рівних по вагомості фактори.

4. Закон ексцентриситету (рисунок 9.4.) або закон Максвелла.

$$Y = \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{\sigma^2}},$$

де  $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ .

Цьому закону розподілення підкоряються випадкові величини, які можуть мати тільки позитивні чисельні значення.

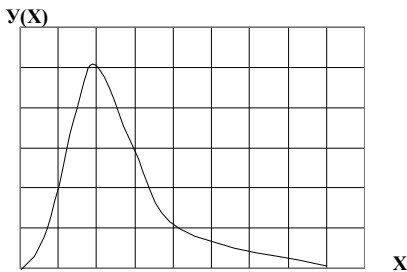


Рисунок 9.4. - Розподілення Максвелла

Наприклад, розподілення взаємного положення поверхонь виробу (ексцентриситет, відхилення осей, торцеве та радіальне биття, непаралельність або не перпендикулярність двох площин) підкоряються закону Максвелла.

5. Закон розподілення Пуассона (рисунок 9.5.).

$$Y = \frac{\sigma^{2X}}{X!} e^{-\sigma},$$

де  $e = 2,71$ .

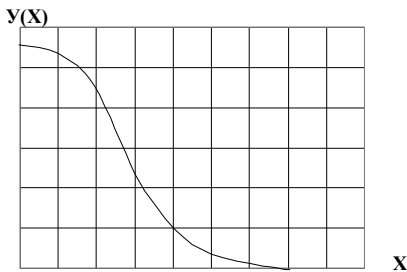


Рисунок 9.5. - Закон розподілення Пуассона

Цьому закону розподілення підкоряються дискретні випадкові величини такі як відкази і аварії обладнання, випадки отримання травм. Крім того це розподілення моделює ситуацію коли подія може призвести тільки до двох результатів: наприклад виріб визнається або придатним і його можливо використовувати або дефектним і він бракується, та інші.

***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Назвіть типи шкал засобів вимірювання.
2. Назвіть типи помилок вимірювання.
3. Назвіть 4 групи систематичних помилок.
4. Наведіть приклади систематичних помилок, природа яких відома і величина яких може бути достатньо точно визначена.
5. Наведіть приклади систематичних помилок відомого походження, але величина яких не відома.
6. Наведіть приклади систематичних помилок, про наявність яких ми не підозрюємо, хоча вони можуть досягати значних величин.
7. Наведіть приклади систематичних помилок, які обумовлені властивостями об'єкту.
8. Які величини підкоряються закону розподілення Максвелла?
9. Які величини підкоряються закону нормального розподілення або закону Гауса?
10. Які величини підкоряються закону розподілення Пуассона?

## Тема 10. Організаційно-економічні аспекти якості продукції

### План

1. Загальні положення.
2. Фактори, які впливають на якість продукції.
3. Система стандартів якості ISO 9000. Петля якості.

#### 10.1. Загальні положення

Ефективне управління якістю, яке забезпечує високий рівень задоволення вимог та сподівань споживачів, це одна з найважливіших складових успіху діяльності підприємства у будь – якій сфері. Якість продукції та послуг є одним із головних інструментів конкуренції між підприємствами.

Загалом якість має декілька аспектів: соціальний, економічний, організаційний та науково – технічний.

Соціальний аспект проявляється у загальній якості життя окремої людини і всього суспільства в цілому, охороні здоров'я та безпеці людини, визначає умови праці, побуту та відпочинку населення. З одного боку він відображає задачі приведення якості продукції у відповідність із постійно зростаючими потребами населення, а з іншого боку – задачі підвищення якості праці.

Економічний аспект якості проявляється як у споживчій вартості продукції (якою мірою властивості продукції задовольняють певні потреби людини) так і у вартості створення та використання (експлуатації) продукції.

Організаційний аспект проявляється в тісному зв'язку якості продукції та організації її виробництва, досконалості управління в цілому, підходах до удосконалення систем управління якістю.

Науково - технічний аспект якості пов'язаний з технічною досконалістю товару чи послуги. Досконалість товару чи послуги є первинною і значною мірою визначає якість продукції в економічному, організаційному та соціальному аспектах.

Основні терміни в галузі якості, на сьогоднішній день стандартизовані ISO.

В стандартах ISO серії 9000 за версією 1994 року встановлюється поняття якості продукції:

*Якість продукції* – сукупність властивостей і характеристик продукції або послуг, які надають продукції або послугам здатності задовольнити обумовлені або передбачені потреби (споживачів).

*Продукція* – результат процесу або діяльності підприємства. Цей результат може бути у вигляді послуги, переробних матеріалів, обладнання, інтелектуальної продукції або комбінації з них.

У відповідності до стандарту ДСТУ ISO 9000, *якість* – «ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги» [34].

Термін *вимога* означає – «сформульована потреба або очікування, загальнозрозумілі або обов'язкові».

Кожен вид продукції має ряд специфічних властивостей, які дозволяють відрізнити конкретний вид продукції від будь якого іншого.

*Властивість продукції* – це об'єктивна особливість продукції, яка проявляється при її створенні, експлуатації або використанні. Термін «експлуатація» використовується для продукції, яка в процесі використання за призначенням витрачає свій ресурс. Загальна кількість властивостей у продукції велика і вони, в залежності від умов, можуть постійно виявлятися або змінюватися.

Формування властивостей майбутньої продукції починається при розробці завдання на проектування та в процесі проектування. На стадії виробництва продукції ці властивості реалізуються і конкретизуються. В процесі експлуатації або використання за призначенням вони реалізуються і підтримуються згідно з умовами використання продукції.

Властивості продукції можуть бути простими (одно варіантними) і складними (багатоваріантними). До простих властивостей можуть бути віднесені такі як вага; колір; термін використання; частота електричного струму та інші. Прикладом складних властивостей є надійність роботи виробу, яка включає в себе ряд більш простих – безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та інші.



Будь-яку властивість продукції, просту чи складну, можливо охарактеризувати за допомогою слів, чисел, графіків, діаграм, таблиць, функцій, іншими словами – за допомогою її ознак.

*Ознака (параметр) продукції* – це чисельна або якісна характеристика властивості продукції.

Для об'єктивної оцінки будь якої продукції її властивості необхідно охарактеризувати кількісно. Це досягається за допомогою показників якості.

*Показник якості* – кількісна характеристика властивості продукції, яка входить в склад її якості і яка розглядається стосовно до певних умов її розробки, виробництва, експлуатації або використання.

Зв'язок між поняттями властивість, параметр та показник якості продукції наведено на рисунку 10.1.

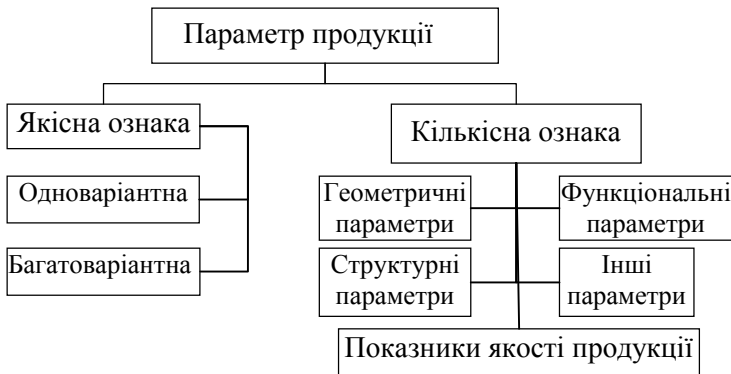


Рисунок 10.1. - Зв'язок між поняттями властивість, параметр та показник якості продукції.

*Управління якістю* – «скоординована діяльність, яка полягає у спрямуванні та контролюванні організації щодо якості» [33].

Проблемами визначення якості продукції (виміром і оцінкою якості) опікується наука *кваліметрія*. З точки зору кваліметрії вся продукція поділяється на дві великі групи –

продукцію, яка витрачається при використанні, та продукцію, яка витрачає свій ресурс при використанні [78].

В свою чергу до складу продукції, яка витрачається при використанні відносять: сировину, природне паливо, матеріали і продукти, виробни, що витрачаються. До складу ж продукції, яка витрачає свій ресурс при використанні відносять: машини, обладнання виробничого і невиробничого призначення, прилади, апарати, вузли і агрегати.

## **10.2. Фактори, які впливають на якість продукції**

На якість продукції загалом впливає безліч факторів, набір яких різний для кожного виду продукції, крім того вони відрізняються за силою впливу, характером впливу, терміном дії, етапам життєвого циклу продукції.

Загалом, фактори, які впливають на якість продукції, можливо класифікувати за різними ознаками, приклад класифікації [74] наведено на рисунку 10.2.

По-перше в наведеній схемі всі фактори класифікуються за приналежністю до певного етапу життєвого циклу продукції.

Якість продукції закладається на стадії розробки продукту – в процесі його проектування.

В процесі виробництва продукції, властивості які були закладені в проєкті, реалізуються у конкретному матеріальному об'єкті. Тобто в процесі виробництва з'являється продукт у якому втілюється набір тих ознак, які сформовані у процесі проектування.

Підтримка якості продукції здійснюється на стадії експлуатації (споживання). Тому загалом можливо говорити про якість проєкту, якість виготовленого продукту, якість реалізації та підтримки (експлуатації, споживання, ремонту та технічного обслуговування). Все це можливо об'єднати в систему забезпечення якості продукції [82, 80], яка представлена на рисунку 10.3.

Всі фактори, які впливають на якість продукції, можливо поділити на об'єктивні та суб'єктивні.

До об'єктивних факторів відносять ті, які обумовлені відносно незалежними від впливу конкретної людини причинами і відрізняються певною закономірністю виникнення.

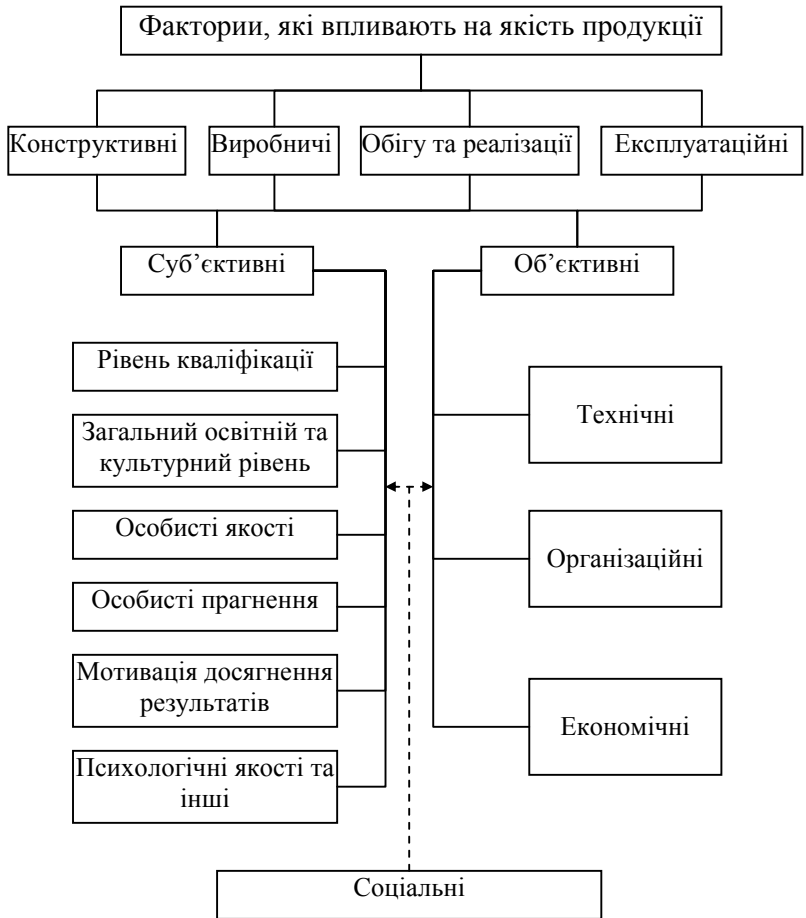


Рисунок 10.2. Фактори, які впливають на якість продукції



Рисунок 10.3 Основні елементи системи забезпечення якості продукції

Будь яку стадію життєвого циклу продукту (товару чи послуги) можливо представити як сукупність певних технологічних процесів. Очевидно, що якість продукту залежить від якості технологічних процесів, через які проходить продукт. У свою чергу процеси складаються з окремих операцій, а операції з окремих дій. Тому для створення якісного продукту потрібно управляти якістю технологічних процесів (операцій, дій). При чому, якість технологічного процесу (операції, дії) характеризується відповідністю параметрів продукції вимогам нормативної документації. Ефективне управління можливо здійснювати тільки опираючись на кількісну оцінку дійсних значень параметрів продукту.

Визначення дійсних значень параметрів кожної одиниці продукту в умовах масового та серійного виробництва потребує значних витрат, тому кількісна характеристика параметрів продукції здійснюється на основі вибіркової оцінки певної кількості одиниць. Для цього використовуються відповідні статистичні методи.

Методи статистичного управління технологічними процесами були розроблені у 1929 – 1939 роках Вальтером Шухартом і знайшли розвиток у працях Д. Демінга та сучасній концепції «Шість Сигма» [83]. В основі статистичних методів положення що всі процеси мають варіації (розсіювання даних), тобто в результаті виконання одного й того ж процесу неможливо отримати ідентичні між собою за будь якою ознакою продукти. Різниця між окремими продуктами може бути як відчутною так і зовсім незначною.

При цьому деякі процеси мають постійні, передбачувані варіації, у цьому випадку вони викликані випадковими (загальними) причинами. У випадку коли процес або його результати стають непередбаченими, то його нестабільність викликана особливими причинами. Варіації (розсіювання даних), обумовлені загальними причинами характерні для будь якого процесу або його результатів.

Особливі та загальні причини виникнення варіацій можливо визначити на графіку розподілення даних вибірки. Так як в процесі масового виробництва розсіювання параметрів більшості ознак продукту підпорядковується нормальному

закону розподілення (або близьке до нього) то розглянемо вплив особливих та загальних причин виникнення варіацій на графіку нормального закону розподілення.

Нормальне розподілення характеризується трьома факторами:

- розміщенням в межах допустимого діапазону (рис. 10.4А);
- розмахом значень або відстанню між самою верхньою та самою нижньою точкою розподілення (рис. 10.4Б);
- формою кривої розподілення (рис. 10.4В).

Загальні причини варіації обумовлюють величину діапазону в якому коливаються чисельні значення параметрів, їх вплив відзначається стабільністю і передбачуваністю, а значить – керованістю.

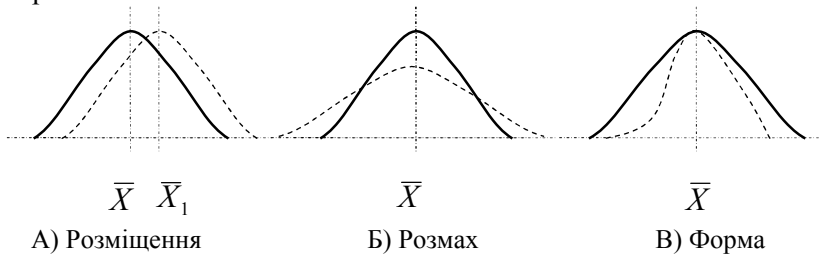


Рисунок 10.4. Варіанти впливу особливих причин на закон нормального розподілення.

Вплив загальних (рис. 10.5) та особливих (рис. 10.6) причин виникнення варіацій проявляється на певному часовому відтинку.

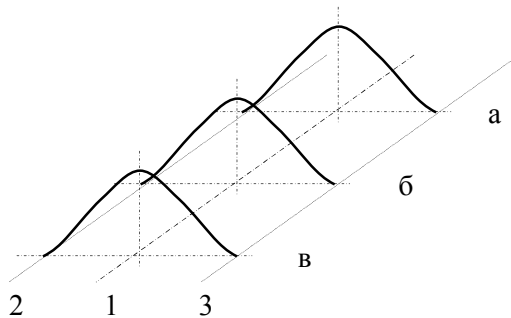


Рисунок 10.5. Вплив загальних причин на технологічний процес.

Якщо на варіації процесу впливають тільки загальні причини то вибіркове середнє вибірок, зроблених через певні відтинки часу мають одне й теж значення, а само розподілення не виходить за рамки діапазону обмеженого верхньою (лінія 2 на рисунку 10.5) та нижньою (лінія 3 на рисунку 10.5) допустимою межею. Форма розподілення залишається постійною (розподілення *a*, *б*, *в* на рисунку 10.5). За оцінками фахівців на долю особливих причин припадає 80-95% проблем, пов'язаних з якістю продукції. Для удосконалення такого процесу або поліпшення його результатів потрібно вносити зміни в сам процес з метою удосконалення форми розподілення. Тобто з метою зменшення стандартного відхилення  $\sigma$  розподілення. Виконуються ці дії на рівні керівництва підприємства.

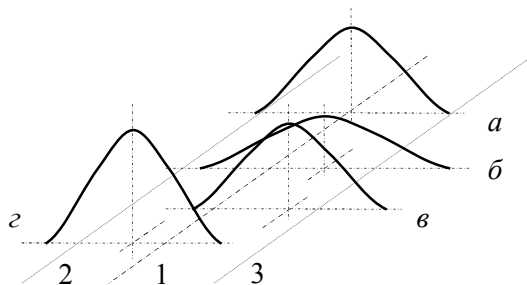


Рисунок 10.6. Вплив особливих причин на технологічний процес.

Варіації, обумовлені особливими причинами, виникають в результаті непередбачених зовнішніх або внутрішніх факторів. При цьому, у послідовності вибірок можливі варіанти зображені на рисунку 10.6:

а) варіації обумовлені тільки загальними причинами, непередбачені зовнішні або внутрішні фактори відсутні. Середнє вибіркове співпадає з цільовим значенням параметру;

б) особливі причини викликали зміщення середнього вибіркового відносно цільового значення параметру, розмах варіації збільшився, значення параметру певної кількості одиниць продукту вийшло за нижню (лінія 3 на рисунку 10.6) допустиму межу. Тобто певна кількість одиниць продукту не

відповідає встановленим вимогам, а стабільність процесу знизилася;

в) особливі причини викликали зміщення середнього вибіркового відносно цільового значення параметру, розмах варіації не змінився, значення параметру певної кількості одиниць продукту вийшло за нижню (лінія 3 на рисунку 10.6) допустиму межу. Тобто певна кількість одиниць продукту не відповідає встановленим вимогам, але стабільність процесу не знизилася;

г) особливі причини викликали зміщення середнього вибіркового відносно цільового значення параметру, розмах варіації зменшився, значення параметру певної кількості одиниць продукту вийшло за верхню (лінія 2 на рисунку 10.6) допустиму межу. Тобто певна кількість одиниць продукту не відповідає встановленим вимогам, але стабільність процесу підвищилася.

Можливі й інші варіанти, але загалом технологічний процес під впливом особливих причин стає некерованим. За оцінками фахівців на долю особливих причин припадає 5-20% проблем, пов'язаних з якістю продукції. Для удосконалення такого процесу потрібно своєчасно виявляти ці причини і вносити корективи. Це здійснюється на рівні оператора процесу за допомогою методів статистичного контролю.

### **10.3. Система стандартів якості ISO 9000. Петля якості**

В процесі розвитку управління та забезпечення якості спеціалісти дійшли висновку, що якість не може бути забезпечена лише шляхом контролю готової продукції. Оптимальніше побудувати таку систему управління та забезпечення якості, яка б у процесі свого функціонування попереджувала появу дефектної продукції і сама по собі гарантувала високу якість.

Системний підхід дає можливість побудувати замкнутий процес, початковим етапом якого є визначення потреб споживачів, а потім ідуть етапи удосконалення або розробка нової продукції, підготовка виробництва, виготовлення, реалізація та після продажне обслуговування. Окремі елементи



управління якістю в загальному процесі управління з'явилися ще в 50<sup>х</sup> роках двадцятого сторіччя. Затим окремі елементи були інтегровані в рамки систем, в яких якість стає головною метою і основним фактором, що визначає всі напрямки діяльності підприємства. Все це, а також глобалізація світових ринків товарів і послуг, глобалізація світової економіки зумовили появу міжнародних стандартів з управління якістю та гармонізованих з ними державних [30, 31, 33 та інші].

Комплект стандартів ISO 9000 був розроблений міжнародною організацією по стандартизації і прийнятий нею у 1987 році. Його розробка проводилася за участю провідних спеціалістів в області якості на основі ряду національних стандартів (США, Великобританія).

По результатам практичного застосування комплекту він був переглянутий і нова версія була оприлюднена у 1994 році. Наступний перегляд сімейства стандартів ISO 9000 відбувся у 2000 році.

Загалом, комплект стандартів ISO 9000 має характер рекомендацій, але на сьогоднішній день більш ніж 100 країн світу визнали ці стандарти як стандарти якості і правила сертифікації для міжнародної торгівельної діяльності.

Стандарти ISO серії 9000, в цілому, носять узагальнений характер. Вони не встановлюють стандарти якості товарів чи послуг. За їх допомогою визначається характеристика добре організованої виробничої діяльності підприємства з використанням кваліфікованого і вмотивованого персоналу. Кожне підприємство має можливість по своєму трактувати вимоги стандартів ISO серії 9000, ураховуючи особливості своєї діяльності.

З практичної точки зору стандарти ISO 9000 вказують фірмам як потрібно документувати свої дії, а потім діяти згідно з цією документацією. Вони показують яким чином потрібно організувати виробничу діяльність, ті елементи і принципи якими необхідно керуватись в своїй діяльності для досягнення високої якості продукції; показують і вимагають системного підходу до управління якістю.

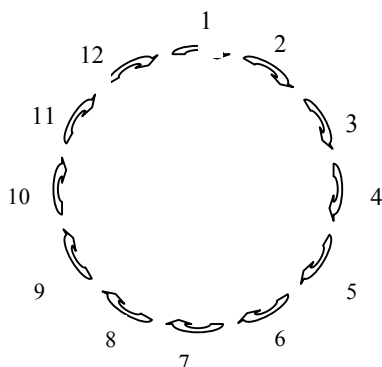


Рисунок 10.7 - Петля якості

На рисунку 10.7 цифрами позначені складові елементи системи якості, згідно з ДСТУ ISO 9004-3-98 [38]:

- 1 – маркетинг та вивчення ринку;
- 2 – проектно-конструкторські роботи; проектування/розроблення технічних умов і розроблення продукції;
- 3 – матеріально-технічне постачання;
- 4 – планування і розроблення технологічних процесів;
- 5 – вимірювання, контроль і налагодження виробничих процесів;
- 6 – виробництво;
- 7 – технічне забезпечення процесу виробництва; контроль вимірювання та огляд;
- 8 – пакування та зберігання;
- 9 – реалізація та розподіл;
- 10 – експлуатація і споживача;
- 11 – технічна допомога;
- 12 – утилізація після закінчення терміну служби.

Сукупність технічних та організаційних заходів, які необхідні для забезпечення стабільно високої якості виробів при найнижчих можливих витратах, називають системою якості.

Наповнення елементів цієї системи конкретним змістом насамперед залежить від сфери діяльності підприємства, багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників.

В цілому, елементи системи забезпечення і управління якістю, узагальнені стандартами ISO 9000, являють собою відомі і визнані принципи, які існують вже декілька десятиліть. Але такий узагальнений системний підхід до вирішення проблем управління якістю, документально оформлений, з'явився вперше.

Комплект стандартів ISO серії 9000 можливо умовно розділити на дві частини:

стандарти управління якістю - ISO 9000 [34]; ISO 9004 [36, 37, 38, 39];

стандарти забезпечення якості - ISO 9001 [35].

Стандарти системи управління якістю включають керівництва для вибору і використання:

управління якістю і стандарти гарантії якості - ISO 9000 [34]:

управління якістю і елементи системи якості - ISO 9004 [36, 37, 38, 39].

Стандарти системи забезпечення якості включають:

- модель для гарантії якості при проектуванні, поставці продукції і її обслуговуванні. Ця модель використовується у випадку, коли відповідність якості гарантується поставщиком продукції на протязі декількох етапів, які можуть включати проектування, розробку, виробництво, монтаж і обслуговування;

- модель для гарантії якості на етапах виробництва і монтажу. Ця модель використовується у випадку, коли відповідність якості гарантується поставщиком продукції на протязі тільки цих етапів;

- модель для гарантії якості на заключних приймальних випробуваннях. Ця модель використовується у випадку, коли відповідність якості гарантується поставщиком продукції тільки в процесі приймальних випробувань або тестування.

В цілому система забезпечення якості включає в себе такі головні елементи:

1. Адміністративна відповідальність. Забезпечення якості повинно стати чітко викресленою політикою підприємства. Для цього потрібно чітко визначити ступінь відповідальності і обсяг повноважень і обов'язків службовців, які займаються питаннями якості на підприємстві (визначення цілей, шляхів досягнення і підтримки рівня якості, контролю якості і ін.), необхідну кількість інспекторів і контролерів, проводити їх навчання і забезпечити необхідними засобами контролю. Розробкою і реалізацією програми якості підприємства повинен керувати спеціально призначений керівник.

2. Контроль проекту. Всі проекти повинні ретельно контролюватися. Починається контроль проекту з ретельного планування, чіткого визначення його характеристик, складання заключної документації з основними характеристиками продукції, що розробляється. В процесі виконання проекту необхідно слідкувати за всіма змінами, вносити їх у відповідну документацію і контролювати відповідність параметрів проекту встановленим на початку вимогам.

3. Контроль документації. Вся діяльність підприємства повинна документуватися. Процеси розробки, розподілення і змін в документації повинні ретельно контролюватися і документуватися.

4. Контроль сировини, матеріалів, комплектуючих частин і виробів (контроль закупок). Всі закупки повинні перевірятися і оцінюватися на відповідність вимогам до якості товарів чи послуг, що закупаються, ці вимоги повинні чітко визначатися в контрактних документах на поставку. Система забезпечення якості продукції субпідрядних організацій і поставщиків повинна відповідати встановленим стандартами вимогам.

5. Контроль технологічного процесу. Потрібно чітко спланувати виробничий процес, виготовлення продукції повинно відбуватися в контрольованих умовах, а для цього потрібна документація, чіткі інструкції, контроль технологічних процесів як в процесі виготовлення так і кінцевого результату - готової продукції, необхідно чітко визначити критерії відповідності. продукція повинна ідентифікуватися і контролюватися по одиницям або по партіям на всіх стадіях виробництва. Всі матеріали, сировина і комплектуючі перед

використанням потрібно перевіряти на відповідність. Результати всіх перевірок і контролю повинні документуватися і ретельно зберігатися визначений час.

6. Обладнання для перевірки, вимірювань і тестування продукції. Необхідно чітко визначити перелік необхідного обладнання, провести його повірку, періодично проводити перевірку точності вимірювань, оцінювати результати.

7. Корегування виробничого процесу. Потрібно визначити причини дефектів, виправлятися повинні як конкретні дефекти так і причини їх появи, необхідно постійно оцінювати ефективність заходів щодо корегування процесів. Результати всіх перевірок і заходів по усуненню причин дефектів повинні документуватися і ретельно зберігатися визначений час.

8. Управління товарно-матеріальними запасами, складське зберігання, упаковка і транспортування. Необхідно розробити методи управління товарно-матеріальними запасами, методи їх зберігання, упаковки і доставки, всі процеси повинні ретельно контролюватися і результати перевірок документуватися.

9. Підготовка персоналу. Необхідно визначити: задачі, для виконання яких, потрібен кваліфікований персонал; потребу в навчанні і забезпечити своєчасну підготовку або перепідготовку кадрів.

10. Обслуговування. Визначається необхідність і обсяги технічного обслуговування продукції, розробляються процедури, обслуговування проводиться згідно з технічними умовами оформленими документально, для проведення обслуговування повинні існувати чіткі інструкції.

11. Внутрішні перевірки якості. Необхідно плануватися і проводити внутрішні перевірки якості продукції і технологічних процесів, з результатами перевірок ознайомлювати управлінський персонал, всі виявлені недоліки усувати.

12. Статистичні методи контролю якості продукції і технологічних процесів. Визначаються необхідні статистичні методи контролю параметрів якості продукції і використовуються для перевірки її характеристик і точності технологічних процесів.

Стандарти ISO описують елементи, які повинна включати система якості, а не способи і методи її впровадження. Тому

системи якості різних підприємств, побудовані на основі стандартів ISO можуть і будуть різними, наприклад ДСТУ ISO 22000:2007 [41], ДСТУ ISO/TS 16949:2005 [41] та інші.

***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Назвіть три аспекти якості.
2. Дайте визначення поняттю «якість».
3. Яка наука опікується виміром і оцінкою якості?
4. Дайте визначення терміну «управління якістю».
5. У чому полягає системний підхід комплексу стандартів якості ISO серії 9000?
6. Для якої мети в системі забезпечення якості продукції потрібна документація всіх процесів?
7. Наведіть складові «петлі якості».
8. Наведіть принципи, які положені в основу стандартів якості ISO серії 9000.
9. Який стандарт наводить рекомендації по застосуванню статистичних методів контролю?

## **Тема 11. Показники якості продукції**

### **План**

1. Класифікація показників якості продукції.
2. Методи визначення чисельних значень показників якості продукції.
3. Номенклатура показників якості продукції.

### **11.1. Класифікація показників якості продукції**

В зв'язку з тим, що кожен виріб може мати велику кількість ознак, то і показників якості конкретної продукції може бути також багато. Але, в залежності від мети оцінки рівня якості, етапу життєвого циклу товару, для оцінки вибирають обмежену кількість найбільш вагомих показників.

Для полегшення вибору і практичного використання показників якості проводять їх класифікацію [76, 77, 84 та інші].

На сучасному етапі розвитку метрології і кваліметрії, в залежності від класифікаційних ознак, розрізняють такі показники якості:

- за кількістю властивостей продукції, яку характеризує показник – одиничні та комплексні (групові, інтегральні) рисунок 11.1;



Рисунок 11.1. - Класифікація показників якості продукції за кількістю властивостей, які вони характеризують.

- за способом вираження – розмірними та безрозмірними одиницями вимірювання, в тому числі за допомогою балів або відсотків;

- за методом визначення – експериментальні, розрахункові, експертні, органолептичні, соціологічні;

- за стадією життєвого циклу продукту – проектні, виробничі, експлуатаційні;

- за характером встановлення показника – регламентоване, номінальне, межове, оптимальне значення;

- за значимістю для оцінки якості – основні і додаткові;

- за використанням для оцінки рівня якості – абсолютні, відносні, базові;

- за відношенням до різних груп властивостей – показники призначення; надійності; технологічності виробництва; технологічності експлуатації; стандартизації та уніфікації;

ергономічності; патентні та правові; екологічності; безпеки; транспортабельності; економічності; однорідності;

- за областю застосування – до одиничної продукції, до сукупності однорідної продукції, до сукупності різнорідної продукції.

*Одиничний показник якості* відноситься тільки до однієї з властивостей продукції. Наприклад, одиничними показниками якості двигуна є вага, число циліндрів, потужність, питомі витрати палива та інші.

*Комплексний показник якості* відноситься до двох або декількох властивостей продукції. Наприклад, комплексними показниками є коефіцієнт готовності для технічних систем, сумарна вартість ремонтів, технічного обслуговування та інші.

Різновидами комплексного показника є групові, інтегральні та узагальнені показники.

*Інтегральний показник якості* – це комплексний показник, який відображає співвідношення загального корисного ефекту від експлуатації або використання продукції  $\sum \Pi$  до загальних витрат  $\sum B$  на її розробку, виготовлення та експлуатацію:

$$I = \frac{\sum \Pi}{\sum B},$$

або загальних витрат  $\sum B$  на її розробку, виготовлення та експлуатацію до загального корисного ефекту від експлуатації або використання продукції  $\sum \Pi$ :

$$I = \frac{\sum B}{\sum \Pi}.$$

Наприклад, інтегральним показником якості бурового устаткування може бути питома глибина буріння:

$$I = \frac{H}{\sum \Pi},$$

де  $H$  сумарна глибина буріння до капітального ремонту в метрах. Для транспортних засобів прикладом інтегрального показника може бути питомі витрати на 1 тонно-кілометр пробігу:



$$I = \frac{\sum B}{L},$$

де  $L$  загальний пробіг транспортного засобу в тонно-кілометрах до капітального ремонту.

*Груповий показник якості* продукції відноситься до групи її властивостей, наприклад, призначення, технологічності та інш.

*Узагальнений показник якості* продукції відноситься до всієї сукупності її властивостей за якою прийнято рішення оцінювати якість продукції.

Одиничні та комплексні показники якості можуть бути відносними і базовими.

*Базовий показник* – це показник, притаманний зразку продукції, який прийнято в якості еталона  $P_{\sigma}$ .

*Відносний показник якості* – це відношення одиничного (комплексного)  $P_i$  показника якості продукції, що оцінюється, до базового  $P_{\sigma}$  показника:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{\sigma}}, \quad (11.1)$$

або відношення базового  $P_{\sigma}$  показника до одиничного (комплексного)  $P_i$  показника якості продукції:

$$q_i = \frac{P_{\sigma}}{P_i}. \quad (11.2)$$

Формула 11.1 використовується у випадку коли збільшення чисельного значення показника  $P_i$  підвищує якість продукції, а формула 11.2 - коли якість продукції підвищується зі зменшенням чисельного значення показника  $P_i$ .

## **11.2. Методи визначення чисельних значень показників якості продукції**

В залежності від того, які засоби використовуються для визначення чисельних значень показників якості, розрізняють методи [84, 89, 90, 91 та інші], які представлені на рис. 11.2.

**Експериментальний** (різновиди: реєстраційний, вимірювальний) метод базується на безпосередньому вимірюванні показників якості або на виявленні і підрахуванні кількості різних подій та явищ за допомогою технічних вимірювальних пристроїв і контрольного обладнання. Наприклад, за допомогою цього метода визначається вага продукції, габаритні розміри, потужність, сила струму, кількість відказів за одиницю часу та інші.

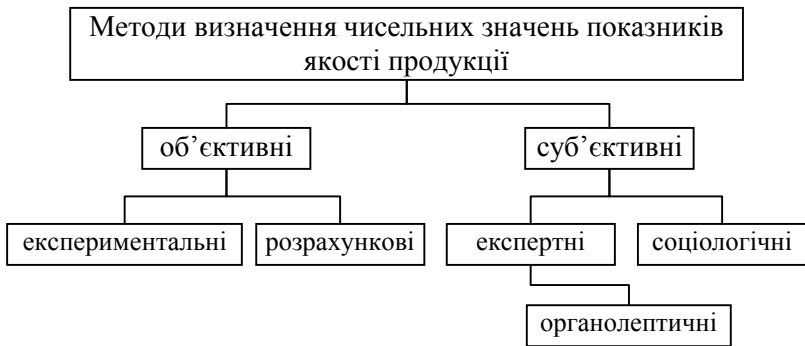


Рисунок 11.2. - Методи визначення чисельних значень показників якості продукції

Експериментальний метод найбільше розповсюджений у всіх галузях економіки, особливо в промисловості. Для підвищення точності та об'єктивності отриманих цим методом результатів, велику вагу має метрологічне забезпечення. Головна перевага експериментального методу полягає в тому, що завжди можливо провести і перевірити одні і ті ж вимірювання значень показників якості.

**Розрахунковий** метод визначення чисельних значень показників якості продукції базується на використанні розрахунків на основі відомих теоретичних або емпіричних залежностей і даних, які отримані іншими методами. Наприклад, визначення продуктивності праці, показників стандартизації та уніфікації продукції, приведених витрат, питомих витрат електроенергії, коефіцієнта готовності, а також

інших аналогічних показників, здійснюється розрахунковими методами.

Експериментальний і розрахунковий методи відносять до об'єктивних методів, тому, в більшості випадків, коли це можливо, їм слід віддавати перевагу перед іншими.

**Експертний** метод застосовується в тому випадку, коли неможливо експериментальним та розрахунковим методами отримати об'єктивне і точне значення показника якості продукції [78, 82]. Він базується на встановленні величини показників якості за допомогою і на основі рішень, які приймаються групою кваліфікованих спеціалістів – експертів.

Наприклад, на основі експертного методу визначають чисельні значення більшості ергономічних та естетичних показників; стійкість рослин проти захворювання грибковими та вірусними інфекціями; сейсмологічну стійкість будинків і споруд та інші показники.

Як різновид експертного методу виділяють **органолептичний** метод визначення чисельних значень показників якості продукції. В його основі закладено аналіз сприйняття органів чуття людини (без застосування технічних пристроїв вимірювання та реєстрації) – зору, слуху, дотику, запаху та смаку.

Особливо широко використовуються органи чуття людини для знаходження величини ергономічних, естетичних та показників екологічної безпеки. При визначенні цілого ряду показників цих груп, на сучасному етапі розвитку науки і техніки, взагалі неможливо використання ніяких вимірювальних або реєстраційних технічних засобів. Теж саме відноситься і до визначення чисельних значень багатьох показників якості продукції харчової та парфумерної промисловості.

При застосуванні органолептичного методу, органи чуття людини дозволяють провести аналіз почуттів і отримати оцінку показника, вірогідність якої залежить від кваліфікації, досвіду, загального рівня культури, здібностей та інших якостей спеціалістів – експертів. Як правило, при використанні цього методу оцінки показників якості, використовують бальну систему із різною кількістю оцінок і розподілом балів.

Експертні методи на сучасному етапі розвитку метрології і кваліметрії широко використовуються не тільки для визначення чисельних значень показників якості продукції, але й для проведення інших операцій по оцінці рівня якості. Наприклад, для визначення вагомості показників якості, базових значень та в інших випадках.

**Соціологічний** метод визначення чисельних значень показників якості продукції базується на збиранні та аналізі відгуків про неї фактичних або можливих споживачів продукції.

Збирання відгуків можливо проводити шляхом розповсюдження анкет або простим опитуванням на аукціонах, конференціях, виставках та в інших місцях скупчення споживачів. Цей метод потребує побудови науково обгрунтованої системи опитування та розробки математичних методів обробки інформації, яка надходить від споживача. Соціологічний метод частіше всього використовується при визначенні показників якості товарів і послуг широкого споживання.

### **11.3. Номенклатура показників якості продукції**

Кожному виду продукції притаманна своя номенклатура показників якості [55, 56, 58, 71 та інші], чисельність якої залежить від виду та призначення продукції, фази життєвого циклу, а також мети оцінки якості. Найскладнішою продукцією, з точки зору кількості показників якості, вважаються машини та обладнання виробничого і невиробничого призначення, які відносяться до групи виробів, що витрачають свій ресурс в процесі використання і підлягають періодичному відновленню своїх експлуатаційних властивостей (технічному обслуговуванню та ремонту). Для характеристики якості цієї продукції використовують найбільшу кількість груп показників.

#### *А) Показники призначення продукції.*

Показники призначення продукції характеризують корисний ефект від її використання за призначенням та визначають галузі застосування. Вони, у більшості випадків, є головними для оцінки рівня якості продукції.

Для виробів машинобудування найбільш часто використовуються такі показники призначення як: продуктивність; питомі витрати енергії, палива; місткість ємностей; навантаження та інші. Як правило, ці показники характеризують корисну роботу, яку може виконати виріб.

Продукція, властивості якої залежать від її хімічного складу та структури, характеризується показниками, які мають у своїй основі хімічний склад. Наприклад, для нафти і нафтопродуктів показниками призначення є відсоток вуглеводнів, сірки та інших компонентів та домішок; для продуктів харчової промисловості - відсоток цукру, вуглеводів, жирів, білків, мінеральних елементів та інші.

При виборі номенклатури показників призначення повинні враховуватися: мета оцінки рівня якості продукції, її призначення та умови використання.

Постійну номенклатуру показників призначення, яка придатна для будь якого виду продукції, розробити практично неможливо. Але в галузевих документах із оцінки якості є спеціальні реєстри показників призначення, які найбільш часто використовуються для тієї чи іншої продукції галузі.

Загалом, показники призначення можливо розділити на п'ять підгруп:

- показники, які характеризують належність виробу до певної класифікаційної групи (наприклад, потужність електродвигуна, ємність ковша екскаватора, точність вимірювального приладу, та ін.);

- конструктивні показники, які характеризують основні проектно-конструкторські рішення, можливість агрегування, компактність (наприклад, габаритні розміри, коефіцієнт збірності та ін.);

- показники структури і складу, які характеризують вміст в продукції хімічних елементів або структурних груп (наприклад, відсоток речовини в складі продукту, концентрація добавок, структурний склад фасованих харчових продуктів та ін.);

- показники ресурсозбереження, які характеризують економність використання матеріалів або енергоносіїв (наприклад, коефіцієнт корисної дії, витрати палива, енергії при регламентованих режимах експлуатації виробу, питомі витрати

сировини, втрати сировини або матеріалів при регламентованих режимах експлуатації виробу та ін.);

- функціональні показники (наприклад, вантажність транспортного засобу, місткість салону, калорійність харчових продуктів та ін.).

Показники призначення фіксуються в технічному завданні на розробку продукції, технічних умовах на експлуатацію, паспорті на виріб.

Показники призначення продукції дуже часто тісно пов'язані з показниками надійності.

*Б) Показники надійності продукції [57, 58].*

Показники надійності продукції для багатьох видів продукції, особливо для виробів машинобудування, приладобудування, електроніки та інших, є одними з найбільш важливих показників якості.

**Надійність** – це властивість технічних об'єктів виконувати свої функції і зберігати на протязі часу величини встановлених експлуатаційних показників в потрібних межах при дотриманні певних режимів роботи, умов зберігання, транспортування, використання, технічного обслуговування та ремонтів.

Надійність це комплексна властивість продукції, тому, в залежності від призначення об'єкта і умов його експлуатації, надійність може містити в собі більш простіші показники: безвідмовність, довговічність, ремонтопридатність, придатність до короткочасного або довготермінового збереження та інші.

**Безвідмовність** – властивість об'єкта безперервно зберігати працездатний стан на протязі певного часу або виконувати певний обсяг роботи без відмов. В свою чергу, показник безвідмовності теж комплексна властивість продукції і характеризується більш простішими показниками: вірогідністю безвідмовної роботи; вірогідністю відмови виробу; середнім напрацюванням на відмову; щільністю розподілення часу безвідмовної роботи; інтенсивністю відмов; напрацюванням на відмову та іншими.

Вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$ , за наявності статистичних даних про відмови, можливо визначити методами безпосереднього підрахування ймовірностей: відношенням

числа виробів  $N(t)$ , які безвідмовно пропрацювали до моменту часу  $t$ , до числа виробів  $N_0$  праце спроможних на початковий момент часу  $t=0$

$$P(t) = \frac{N(t)}{N_0} = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$$

де  $n(t)$  - кількість виробів, які вийшли з ладу (відмовили) за час  $t$ .

Вірогідність відмови виробу визначається за формулою:

$$P(t) = \frac{n(t)}{N_0}.$$

Середнє напрацювання до відмови – це математичне очікування напрацювання виробу до першої відмови. Цей показник відноситься до виробів, які не відновлюються. Статистично, середнє напрацювання до відмови  $\bar{t}$  визначається відношенням суми напрацювання (часу роботи) виробів, які випробовувались, до загального числа виробів  $N_0$  праце спроможних на початковий момент часу  $t=0$ :

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_i}{N_0}.$$

Щільність розподілення часу безвідмовної роботи – відношення числа виробів  $n(\Delta t)$ , які відмовили за одиницю часу  $\Delta t$  до загального числа виробів  $N_0$ , які випробовувались, при умові, що вироби не відновлюються і не замінюються в процесі випробувань :

$$f(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_0 \times \Delta t}.$$

Напрацювання на відмову – відношення часу напрацювання виробу, що підлягає відновленню, до математичного очікування числа його відмов  $n$  на протязі цього напрацювання:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

*Довговічність* - властивість об'єкта зберігати працездатність до межового стану при дотриманні встановленої системи технічного обслуговування та ремонтів.

Довговічність продукції характеризується показниками: повним середнім ресурсом; назначеним ресурсом; середнім ресурсом до капітального ремонту або до списання; терміном використання; терміном гарантії та іншими.

Середній ресурс – математичне очікування ресурсу. Під ресурсом розуміється напрацювання виробу від початку експлуатації до межового, критичного стану.

Назначений ресурс – сумарне напрацювання виробу від початку експлуатації до моменту, коли експлуатація повинна припинитися незалежно від його стану.

Середній ресурс до капітального ремонту (до списання) – середній ресурс від початку експлуатації до першого капітального ремонту (списання) виробу.

Термін гарантії – період часу, на протязі якого, виробник гарантує задоволення виробом встановлених до нього вимог, за умови виконання споживачем правил зберігання, транспортування, монтажу, експлуатації і технічного обслуговування.

*Ремонтпридатність* – властивість об'єкта, яка полягає в його пристосованості до попередження, виявлення та усунення відмов і пошкоджень при технічному обслуговуванні та ремонті. Ремонтпридатність характеризується більш простими показниками: вірогідністю відновлення у визначений термін; середнім терміном відновлення; інтенсивністю відновлення; середнім терміном простоїв.

Вірогідність відновлення виробу в визначений термін – вірогідність того, що час відновлення працездатності виробу (час, який витрачається на виявлення, пошук причини відмови і усунення її наслідків) не буде перевищувати вказаного в технічній характеристиці.

Середній термін відновлення – математичне очікування часу відновлення працездатності виробу:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ср}i}}{n},$$



де  $T_{ei}$  - час відновлення  $i^{20}$  виробу.

Середній термін простоїв - математичне очікування часу нерегламентованого перебування виробу в стані непрацездатності.

*Зберігаємість* – здатність виробу зберігати працездатність до початку експлуатації.

Термін зберігання – календарний час зберігання (з урахуванням часу транспортування) виробу в певних умовах, на протязі якого, зберігаються значення заданих параметрів показників у встановлених межах.

Середній термін зберігання - математичне очікування терміну зберігання виробу.

Серед показників, які найчастіше використовуються для характеристики надійності об'єкта, є такі, що характеризують одразу кілька властивостей.

Властивості безвідмовності і ремонтпридатності, одночасно, характеризують: коефіцієнт готовності; коефіцієнт простоїв; коефіцієнт технічного використання.

Коефіцієнт готовності – доля часу, протягом якого виріб знаходиться в працездатному стані в сталому процесі експлуатації:

$$K_G = \frac{T}{T + T_B},$$

де  $T$  - час роботи виробу між двома відмовами;

$T_B$  - час на відновлення працездатності.

Коефіцієнт простоїв – доля часу, протягом якого об'єкт знаходиться в непрацездатному стані:

$$K_{II} = 1 - K_G.$$

Коефіцієнт технічного використання – відношення часу, протягом якого виріб знаходиться в працездатному стані  $T$ , до всього терміну експлуатації  $T_E$  (часу знаходження виробу в працездатному стані, а також ремонті і технічному обслуговуванні) за той же проміжок часу:

$$K_{T.B} = \frac{T}{T_E}.$$

Для економічної оцінки надійності використовують різні вартісні показники, які пов'язані з кількісними характеристиками.

*В) Показники технологічності* [48, 59, 60].

Технологічність характеризує рівень затрат праці, матеріалів і часу на проектування, технічну підготовку виробництва, виробництво і експлуатацію та технічне обслуговування.

До основних показників технологічності відносяться:

трудомісткість виготовлення;

технологічна собівартість;

рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення;

рівень технологічності конструкції за собівартістю виготовлення.

Трудомісткість виготовлення визначається сумою трудомісткості  $Tp_i$  технологічних процесів виготовлення продукції без урахування придбаних деталей (нормо-час):

$$T_p = \sum T_{p_i} .$$

Технологічна собівартість  $C$  визначається сумою витрат  $B_i$  на виготовлення одиниці продукції без урахування придбаних виробів:

$$C = \sum B_i$$

Рівень технологічності конструкції  $K_{Tp}$  по трудомісткості виготовлення характеризується відношенням трудомісткості виготовлення виробу  $Tp_i$  до базового показника трудомісткості  $Tp_\delta$ .

$$K_{Tp} = \frac{Tp_i}{Tp_\delta} .$$

Аналогічно визначається рівень технологічності конструкції по собівартості виготовлення.

Всі допоміжні показники технологічності поділяються на ряд техніко – економічних та технічних показників (табл. 11.1.).

Таблиця 11.1

Номенклатура показників технологічності конструкції виробів

Вид і група показників	Найменування показників
Основні	трудомісткість виготовлення
	технологічна собівартість
	рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення
	рівень технологічності конструкції за собівартості виготовлення
Додаткові техніко – економічні показники:	
трудомісткості	відносна трудомісткість заготівельних робіт
	відносна трудомісткість процесу виготовлення по видам робіт
	відносна трудомісткість підготовки виробу до функціонування
	відносна трудомісткість профілактичного обслуговування виробу
	відносна трудомісткість ремонту
	питома трудомісткість виготовлення виробу
	питома трудомісткість підготовки виробу до функціонування
	питома трудомісткість профілактичного обслуговування виробу
	питома трудомісткість ремонту
	коефіцієнт ефективності взаємозамінності
собівартості	відносна собівартість підготовки виробу до функціонування
	відносна собівартість профілактичного обслуговування виробу
	відносна собівартість ремонту
	питома технологічна собівартість виробу
	питома собівартість підготовки виробу до функціонування
	питома собівартість профілактичного обслуговування виробу
	питома технологічна собівартість виготовлення виробу
	питома собівартість ремонтів

Подовження таблиці 11.1

Додаткові технічні показники	
уніфікації конструкції	коефіцієнт уніфікації виробу
	коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів
	коефіцієнт стандартизації
	коефіцієнт повторності
уніфікації технологічних процесів	коефіцієнт застосування типових технологічних процесів
витрат матеріалів	суха маса виробу
	питома матеріалоемність виробу
	коефіцієнт використання матеріалу
	коефіцієнт застосування матеріалу
обробки	коефіцієнт точності обробки
	коефіцієнт шорсткості поверхні
складу конструкції	коефіцієнт збірності
	коефіцієнт перспективності використання в інших виробках

Повна номенклатура показників технологічності може бути використана в дуже рідких випадках. В залежності від мети оцінки і технічної складності виробів використовують ті чи інші показники технологічності.

Розрахунок показників технологічності, як правило, проводиться на основі статистичних даних по типовим конструктивним рішенням із економічно обґрунтованою точністю.

*Г) Показники стандартизації та уніфікації продукції.*

Показники стандартизації та уніфікації продукції характеризують насиченість виробів стандартними та уніфікованими складовими частинами (вузлами, збірними одиницями, деталями, комплектуючими виробами).

Взагалі, чим більше у виробі стандартних і уніфікованих складових частин тим менше їх типорозмірів і цей виріб простіше виготовляти, обслуговувати та експлуатувати, тому для споживача витрати на придбання і витрати в процесі використання виробів з високим рівнем стандартизації та уніфікації менші, а їх якість вважається вищою.

До стандартних відносять складові частини, які виготовляються за державними або галузевими стандартами. До уніфікованих складових частин відносять ті, які: виготовляють за стандартами головного підприємства і використовуються не менше як в двох типах виробів галузі; отримують в готовому вигляді як серійні комплектуючі частини; запозичені, раніше спроектовані як оригінальні і використовуються не менше як в двох типах виробів.

Насиченість виробів стандартними та уніфікованими складовими частинами можливо охарактеризувати рядом показників:

- коефіцієнтом застосування;
- коефіцієнтом повторності;
- коефіцієнтом уніфікації.

Коефіцієнт застосування можливо розраховувати на основі кількості типорозмірів складових частин або просто складових частин в штуках:

коефіцієнт застосування за типорозмірами складових частин

$$K_{\text{пр}} = \frac{O_T - O_{\text{ТО}}}{O_T} \times 100\% ,$$

де  $O_T$  - загальна кількість всіх типорозмірів складових частин у виробі;

$O_{\text{ТО}}$  - загальна кількість типорозмірів оригінальних складових частин у виробі;

коефіцієнт застосування за кількістю складових частин

$$K_{\text{пр.шт}} = \frac{O_{\text{шт.т}} - O_{\text{шт.то}}}{O_{\text{шт.т}}} \times 100\% ,$$

де  $O_{\text{шт.т}}$  - загальна кількість всіх складових частин у виробі;

$O_{\text{шт.то}}$  - загальна кількість оригінальних складових частин у виробі.

Коефіцієнт повторності розраховується як:

$$K_{\text{пов}} = \frac{O_{\text{шт.т}} - O_T}{O_{\text{шт.т}}} \times 100\% .$$

#### *Д) Ергономічні показники.*

Ергономічні показники якості продукції характеризують систему «людина – виріб – середовище». Для великої частини промислових виробів, які безпосередньо використовуються людиною, ергономічні показники займають вагоме місце при визначенні їх якості. Це, в першу чергу, продукція в склад якої входять пульти керування і контролю, прилади, обладнання робочих місць, органи керування та інше.

Ергономічні показники якості продукції – це показники, які використовуються для визначення відповідності виробу, його конструкції робочим характеристикам людини. Вони ураховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних, психофізіологічних та психологічних можливостей людини, які проявляються у виробничих та побутових умовах. Таким чином вони охоплюють всі фактори, які впливають на працюючу людину і виріб, що використовується за призначенням.

Всі ергономічні показники якості можливо поділити на кілька типових груп (таблиця 11.2.).

Гігієнічні показники характеризують відповідність виробу санітарно – гігієнічним нормам і рекомендаціям, які визначають умови життєдіяльності і працездатності оператора (людини, яка взаємодіє з виробом).

Антропометричні показники характеризують виріб із точки зору узгодження його розмірів та конструкції з розмірами і формою людського тіла.

Фізіологічні показники характеризують вироби і елементи їх конструкції, експлуатація яких вимагає від людини використання м'язового апарата, її силового та енергетичного потенціалу або швидкісних можливостей.

Психолого – фізіологічні показники характеризують вироби і елементи їх конструкції, експлуатація яких вимагає від людини використання її органів чуття. Вони впливають на обсяг зорової, слухової та іншої інформації, яка надходить через органи чуття і може бути засвоєна або перероблена людиною певної підготовки і кваліфікації.

Психологічні показники характеризують вироби і елементи їх конструкції, які приймають участь при обміні

інформації в системі «людина – виріб – середовище». Вони використовуються при визначенні відповідності виробу психологічним особливостям людини.

Таблиця 11.2.

Номенклатура ергономічних показників якості продукції

Групи ергономічних показників	Ергономічні показники
гігієнічні	рівні: освітлення; температури; вологості; тиску; провітрюваності; запилення; радіації або радіаційного фону; токсичності; шуму; вібрації; гравітаційного перевантаження і прискорення;
антропометричні	відповідність виробу: розмірам тіла людини; формі тіла людини; розподіленню маси людини
фізіологічні	відповідність виробу: силовим можливостям людини; швидкісним можливостям людини; енергетичним можливостям людини;
психолого - фізіологічні	відповідність виробу: зоровим психофізіологічним можливостям людини; слуховим психофізіологічним можливостям людини; тактильним психофізіологічним можливостям людини; можливостям сприйняття певного запаху; смаковим психофізіологічним можливостям людини;
психологічні	відповідність виробу: закріпленням та тим, що формуються наново, навикам людини; можливостям сприйняття і переробки людиною інформації.

Є) *Естетичні показники.*

Естетичні показники характеризують: інформаційну виразність; раціональність форми; цілісність композиції; досконалість виробничого виконання. В цілому їх можливо віднести до соціальних характеристик, які відображають суспільну цінність продукції, що виготовляється. В сучасних умовах ринкової конкуренції, ці показники для великої групи продукції набувають все більшого значення.

Інформаційна виразність визначається формою виробу і характеризується такими одиничними показниками як: оригінальність форми (виражається присутністю в формі виробу своєрідності, самобутності та інших ознак, які відрізняють цей

виріб від подібної продукції); відповідність моді (властивість, яка закладена у виріб і відображає існуючі естетичні погляди суспільства); відповідність стилю (відповідність стійких рис форми об'єкта рівню суспільного і культурного розвитку споживачів); знаковість виробу (відповідність соціально-етичним поглядам суспільства).

Раціональність форми виражається показниками функціонально – конструктивної пристосованості (пов'язана з відображенням у формі виробу функцій, які він виконує, конструктивних рішень, особливостей технології виготовлення і матеріалів, які використовуються) і доцільності (показники, які відображають особливості роботи людини з виробом, наприклад, способом і зручністю експлуатації - від цього залежить отримання потрібного експлуатаційного ефекту).

Цілісність композиції включає такі показники якості: організованість об'ємно – просторової структури (відображає, наскільки повно в формі виробу використані закони логіки, яким чином ураховані пропорції, масштаб, ритмічність та інші конструкторські та художні засоби композиції виробів); тектонічність (відображає реальну структуру виробу і його конструктивні рішення); пластичність (відображає виразність об'ємної і елементної форми виробів); кольоровий колорит (відображає взаємозв'язок і сполучення кольорів виробу); упорядкованість графічних елементів (відображає відповідність графічних елементів загальному композиційному рішенню ергономічні показники якості).

Досконалість виробничого виконання продукції визначається такими показниками якості: ретельністю покриття і обробки поверхні; чистотою виконання з'єднань; чіткістю нанесення фірмових знаків, надписів; якістю упаковки, супровідної документації та іншими. Таким чином, цими показниками характеризується товарний вигляд і привабливість продукції.

Стабільність товарного вигляду характеризується показниками: чіткістю виконання знаків сертифікації, фірмових та товарних знаків, оформлення супровідної документації; стійкість до пошкодження в процесі транспортування та експлуатації.



### *Ж). Патентні та правові показники [61].*

Патентні та правові показники характеризують рівень патентного захисту виробу в Україні і за її кордонами, а також рівень патентної чистоти. По цьому виду показників визначається рівень патентного – правового захисту, який розраховується за допомогою безрозмірних показників патентного захисту і патентної чистоти. На їх основі складається патентний формуляр згідно з ДСТУ 3574-97 [61] і заповнюється карта технічного рівня і якості продукції, яка виконується за правилами ГОСТ 2.116 [56].

Показник патентного захисту характеризує рівень захисту виробу вітчизняними і закордонними патентами.

Показник патентної чистоти характеризує можливість безперешкодної реалізації виробу в Україні і за її кордонами. З точки зору патентного права чистим виріб по відношенню до конкретної країни може бути тільки у тому випадку, коли він не містить технічних рішень, які підпадають під дію патентів, свідоцтв виключного права на винаходи, корисні моделі, промислові зразки і товарні знаки, які зареєстровані в цій країні.

Як правило перевірка патентної чистоти виробу проводиться по відношенню до тих країн у які передбачається експорт продукції, а також ведучих країн світу по її виробництву.

### *З). Екологічні показники.*

Екологічні показники характеризують рівень шкідливого впливу на довколишнє середовище продукції, яка експлуатується або споживається.

Серед екологічних показників слід виділити вірогідність викидів в довколишнє середовище шкідливого пилу, газів; випромінювання при зберіганні, транспортуванні, експлуатації або споживанні продукції; склад шкідливих викидів; рівень вібрації або шуму при роботі виробу та інші.

Ці показники в більшості випадків можуть бути виміряні або розраховані.

*Г). Показники безпеки.*

Показники безпеки продукції характеризують її особливості, які пов'язані з забезпеченням охорони життя і здоров'я обслуговуючого персоналу і людей, які близько знаходяться, при експлуатації або споживанні.

Прикладом показників цієї групи можуть бути:

- час спрацювання захисних пристроїв;
- електрична міцність ізоляції проводів, які знаходяться під струмом;
- вірогідність безпечної праці людини на протязі певного часу в нормальних (регламентованих) умовах експлуатації виробу;
- кількість ступенів захисту від підробки;
- вірогідність виникнення аварійної ситуації і інші.

Більшість цих показників можуть бути визначені з достатньою точністю, шляхом вимірювання або розрахунку з використанням статистичних даних.

*К). Показники транспортабельності.*

Показники транспортабельності продукції характеризують її пристосованість до переміщення в просторі без експлуатації або споживання, а також до підготовчих та заключних операцій, пов'язаних із транспортуванням (вантажні роботи).

До показників транспортабельності відносять: вагу; габаритні розміри, припустиму температуру і тиск при транспортуванні; показники, які характеризують величини матеріальних і трудових витрат на одиницю продукції при транспортуванні; доля продукції, яка зберігає свої властивості в заданих межах за час транспортування і інші.

Визначення показників транспортабельності здійснюється експериментальними, розрахунковими або експертними методами. Наприклад, коефіцієнт використання ємкості транспортного засобу або тари для партії товару можливо розрахувати за формулою:

$$K_v = \frac{V}{V(1 - I)},$$

де  $I$  - коефіцієнт нормативних втрат ємкості транспортного засобу;  $V$  - ємкість транспортного засобу.

Для деяких видів продукції ці показники дуже важливі.

*Л). Економічні показники.*

Економічні показники відображають витрати на розробку, виготовлення, реалізацію, експлуатацію або споживання продукції, а також економічну ефективність експлуатації або споживання. Вони дозволяють провести економічну оцінку виробу на всіх стадіях його життєвого циклу.

Економічні показники це особливий вид показників так як вони практично взаємопов'язані з усіма класифікаційними групами (призначення, надійності, технологічності та іншими). Наприклад, показники стандартизації і уніфікації, крім прямого зв'язку з вартістю виробу, впливають на можливість його серійного виробництва; за їх допомогою визначається ряд показників технологічності, ремонтпридатності і т.д.

Таким чином, за допомогою економічних показників можливо відобразити не тільки витрати на розробку, виготовлення, реалізацію, експлуатацію або споживання продукції, але й інші властивості виробів.

До економічних показників, які найчастіше використовуються, відносяться:

- собівартість одиниці продукції;
- ціна продукції;
- питомі витрати на одиницю продукції;
- відносний економічний показник якості продукції, який визначається відношенням витрат базового зразка до витрат продукції, що оцінюється.

На сучасному етапі розвитку кваліметрії роль економічних показників якості продукції дуже важлива. Широке використання економічних показників дозволяє вирішити проблему якості продукції не тільки технічними але й економічними методами: плануванням витрат на кожній стадії життєвого циклу виробу; ціноутворенням; оцінкою економічної ефективності варіантів підвищення, забезпечення та підтримування якості продукції та іншими.

*М). Показники однорідності продукції.*

Показники однорідності продукції характеризують стабільність основних параметрів якості продукції і технологічних процесів при масовому і серійному виробництві. Для від лагодженого виробництва розсіювання того чи іншого показника якості продукції завжди менше, ніж при нестабільному, не від лагодженому процесі виробництва.

Розсіювання показників якості продукції характеризується середнім квадратичним відхиленням; розмахом; дисперсією; коефіцієнтом варіації.

Середнє квадратичне відхилення величини показників якості відносно середнього арифметичного значення визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n - 1}},$$

де  $\bar{P}$  - середнє арифметичне значення показника якості продукції;

$P_i$  -  $i^{\text{те}}$  значення показника якості;

$n$  – кількість значень показника якості.

Розмах значень показника якості визначається як різниця між максимальним і мінімальним його значенням у зробленій виборці.

Коефіцієнт варіації характеризує розсіювання значень показника у відносних одиницях:

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{P}_i}.$$

***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Назвіть ознаки, за якими класифікують показники якості продукції.

2. Які методи визначення чисельних значень показників якості продукції є об'єктивними?

3. Назвіть приклади показників призначення продукції.

4. Що таке надійність?

5. Наведіть приклади показників технологічності продукції.

6. Які показники якості можуть вважатися базовими?

7. Для чого існує класифікація показників якості?

8. Поясніть різницю між поняттями «комплексний показник якості» та «інтегральний показник якості».

9. Назвіть методи визначення чисельних значень показників якості продукції.

10. Якими показниками характеризується стабільність товарного вигляду?

11. Що відображають економічні показники якості продукції?

12. Які показники характеризують однорідність продукції.

## **Тема 12. Оцінювання рівня якості продукції**

### **План**

1. Загальні положення оцінки рівня якості продукції.

2. Методи визначення рівня якості продукції одного виду.

### **12.1. Загальні положення оцінки рівня якості продукції**

Якщо проаналізувати весь цикл життя нового виробу – від його створення до використання за призначенням кінцевим споживачем, то умовно можливо виділити три його основні етапи:

- створення (проектування і виготовлення);
- розподілення;
- експлуатація.

На етапі створення продукту – товар чи послуга спочатку проходить стадію проектування, а потім виготовляється і поступає на продаж.

На етапі розподілення – споживач із декількох зразків товару вибирає найбільш придатний для нього виріб (за приблизно однаковою ціною – кращий, на думку споживача за якістю) і купує його.

Етап експлуатації – споживач використовує за призначенням чи споживає придбаний товар.

Однією з проблем, яка вирішується на кожному з етапів, є проблема необхідної інформації для оптимальних дій. Особливо гостро ця проблема стоїть на перших двох етапах і не стільки за її недостатньою кількістю, а навпаки – дуже великим обсягом.

На етапі створення (проектування) в розпорядженні проєктанта велика кількість інформаційних матеріалів – книг, статей, звітів про наукові дослідження, каталогів, патентів, які він може використати для підвищення ефективності своєї роботи і створення нового товару з найкращими показниками. Але, в більшості випадків, покращення одного з показників якості призводить до погіршення одного або декількох з інших показників.

Наприклад неможливо збудувати двигун таким чином щоб він був одночасно і самим потужним і мав найменшу вігу і габаритні розміри.

Крім того, завжди потрібно вирішувати які показники якості виробу і до якого рівня покращувати. Знайти оптимальне рішення, користуючись великою кількістю різноманітної інформації дуже важко, а від якості розробки товару часто залежить і доля підприємства.

На етапі розподілення становище з інформацією з кожним роком погіршується. Споживачу все важче орієнтуватися у великій кількості різновидів продукції одного призначення. Справа тут не стільки в психологічних незручностях, які виникають в процесі вибору у споживача, скільки в тому, що в умовах наявності великих обсягів інформації споживач зробить не найкращий, не оптимальний вибір.

Наприклад, споживачу в магазинах побутової електротехніки на вибір пропонується як мінімум 20 – 30 телевізорів за різною ціною; різного зовнішнього оформлення; різних і навіть одних і тих же фірм (у тому числі і з світовим ім'ям), виготовлених у різних країнах (по ліцензіям цих фірм, або на дочірніх підприємствах); різних за величиною екрану, додатковими можливостями і головне різного поєднання споживчих і функціональних властивостей. Один телевізор надійний в роботі, має чудову кольорову гаму, але без телетексту або має більші ніж інші габаритні розміри. В іншому є і телетекст і плоский екран але його надійність нижча.

Якщо урахувати, що якість телевізора визначається кількома десятками показників (більшість з яких зрозуміла тільки вузьким спеціалістам з електроніки, радіотехніки і т.д.), характеристики яких різні у різних марок, то зробити оптимальний вибір споживачу дуже не просто. І ніякий, навіть найкращий спеціаліст по електронній техніці не в змозі одночасно спів ставити всю кількість характеристик і дати однозначну відповідь – який телевізор краще придбати. Тому, зробивши вибір із кількох марок приблизно однакових за ціною і придбавши якусь конкретну марку, споживач не обов'язково зробить оптимальний вибір.

Зі схожою ситуацією споживачі стикаються при придбанні і сотень інших товарів широкого вжитку – пральних машин, фотоапаратів, велосипедів, парфумів, електробритв і багатьох інших.

Таким чином, потенціальної інформації, яка повинна полегшити споживачу вибір потрібного товару, дуже багато – десятки параметрів по десяткам різновидів виробу але по мірі зростання кількості цієї інформації споживачу все важче зробити найкращий, оптимальний вибір.

Такий стан речей має свої об'єктивні причини. Раніше, кілька десятиріч тому, заміна виробів одного і того ж призначення новими зразками відбувалася значно рідше ніж зараз. На сьогоднішній день по деяким товарам нова модель випускається на ринок одним і тим же виробником щорічно, а то й декілька разів на рік.

Разом із тенденцією зменшення інтервалу між появою нових моделей виробів одного призначення, які випускаються одним і тим же виробником, існує і тенденція збільшення моделей виробів одного призначення, які випускаються одночасно різними виробниками, різних країн. Кількість таких різновидів одного й того ж виробу по деяким товарам широкого вжитку досягає кількох десятків.

Третя тенденція, яка обумовлює складність вибору оптимального варіанту – постійне підвищення наукової ємкості продукції, постійне ускладнення конструкції виробів. Якщо виріб, який випускався на початку минулого століття вбирав в себе, як правило, досягнення в якійсь одній області науки або

техніки, то на сьогоднішній день в конструкції найпростіших виробів закладені досягнення багатьох областей. Наприклад, будь яка сучасна побутова техніка це результат досягнень в електроніці, електротехніці, хімії, механіці, ергономіці, матеріалознавстві та багатьох інших.

Для полегшення вибору споживача на сьогоднішній день використовуються два засоби:

- реклама підприємств – виробників;
- стандартизована, в деяких країнах на державному рівні або на рівні об'єднань підприємств і підприємців, система класифікації якості вироблених товарів, шляхом визначення сорту, категорії товару або шляхом присудження їм золотих і срібних медалей, почесних дипломів і звань на конкурсах, виставках, ярмарках.

Однак обидва засоби, на сьогоднішній день, недостатньо ефективні для забезпечення оптимального вибору товару споживачем.

Реклама по своїй суті є недостатньо об'єктивним, однобоким джерелом інформації, яка підкреслює позитивні і замовчує негативні якості виробу, що рекламується. Крім того, в рекламі дуже часто приводяться такі відомості про товар, які заздалегідь передбачають, що споживач є енциклопедично освічена людина.

Мало, з точки зору забезпечення оптимального вибору для споживача, допомагають і товарні етикетки, які дають інформацію про сорти і категорії товарів, присуджені премії, медалі, дипломи і т.д. бо неможливо визначити який виріб, з нагороджених золотою чи срібною медаллю кращий, якщо таких виробів декілька.

Тому потрібна інформація яка б однозначно давала відповідь на питання про якість товарів.

Якість завжди пізнається в порівнянні. При цьому може виникнути дві ситуації:

- всі показники якості одного товару кращі (або гірші) за аналогічні показники якості іншого товару;
- деякі показники якості одного товару знаходяться на одному рівні з аналогічними показниками якості іншого товару, деякі кращі або гірші.



В першому випадку можливо однозначно визначити, що один товар (всі показники якого кращі) має більш високий рівень якості ніж інший. Але перша ситуація, у практичній діяльності, трапляється дуже рідко. В більшості випадків зустрічається друга ситуація і тоді однозначно оцінити який товар більш якісний практично неможливо.

Однозначну оцінку якості товару у всіх випадках може дати його рівень якості [31]. В залежності від переліку показників, які використовуються для визначення рівня якості, цілей оцінки і стадії життєвого циклу товару, розрізняють рівні якості:

- технічний;
- нормативний;
- техніко-економічний.

Технічний рівень якості обумовлюється такою сукупністю показників якості в яку не входить економічна група. Використовується для оцінки рівня технічної досконалості продукції, особливо з урахуванням іноземних товарів, так як існують значні розбіжності в структурі витрат, структурі цін і т.д.

Нормативний рівень якості – це рівень якості продукції дійсні чисельні значення показників якої, дорівнюють вимогам нормативно технічної документації.

Найбільш широкою і узагальненою мірою якості продукції є її техніко-економічний рівень якості, який обумовлюється всією сукупністю показників якості в тому числі і економічними.

Оцінка рівня якості проводиться з метою найбільш об'єктивного вирішення ряду задач, серед яких можливо виділити:

- визначення доцільності проектування і вибір оптимального варіанта конструкції і чисельних показників якості при створенні нової продукції;
- вибір оптимального варіанту зразка продукції при укладенні торгівельних угод;
- виявлення можливих шляхів підвищення якості продукції на всіх стадіях життєвого циклу товарів;

- прогнозування потреб, технічного рівня і якості продукції і чисельних значень показників;
- планування підвищення технічного рівня і якості продукції і обсягів її виробництва;
- розробка вимог нормативно технічної документації до нової продукції;
- планування робіт зі стандартизації;
- розробка і створення оптимальних умов зберігання, транспортування і відновлення продукції в процесі експлуатації;
- оцінка діяльності структурних підрозділів підприємства;
- визначення оптимальної ціни на продукцію і інші.

Весь процес кількісної оцінки рівня якості продукції можливо поділити на ряд послідовних операцій (рис. 12.1.) [74, 76, 78 та інші].

Для продукції одного виду (одного класу і призначення) використовують методи оцінки рівня якості: диференційний; комплексний; змішаний.

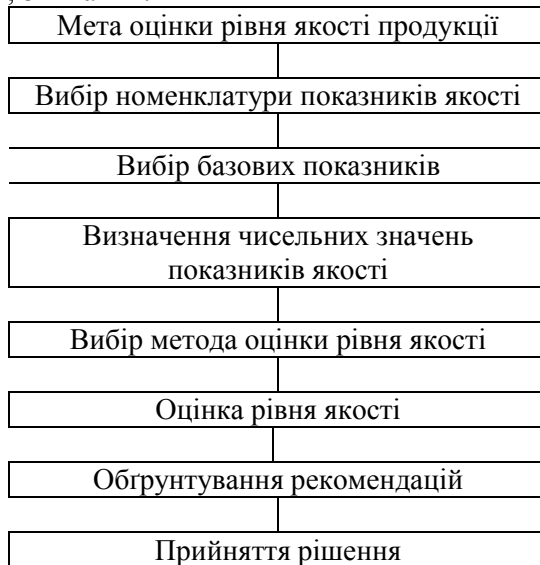


Рис. 12.1 - Послідовність основних операцій по оцінці рівня якості продукції

## 12.2. Методи оцінки рівня якості однорідної продукції

Диференційний метод оцінки рівня якості продукції базується на порівнянні фактичних показників якості продукції, що оцінюється, з відповідними базовими показниками. При цьому для кожного з показників, розраховуються відносні показники якості продукції, що оцінюється, за формулами [80]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad (12.1)$$

або

$$q_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \quad (12.2)$$

Перша формула (12.1) використовується у випадку, коли підвищення абсолютного значення показника якості відповідає покращенню якості продукції. Наприклад, за першою формулою розраховують відносні показники для потужності, коефіцієнта корисної дії, швидкості, ємкості і інших.

За другою формулою (12.2) розраховують відносні показники якості у випадку коли підвищення абсолютного значення показника якості відповідає погіршенню якості продукції. Наприклад, за цією формулою розраховують відносні показники для собівартості, трудомісткості, габаритних розмірів, параметрів відказів та інші.

Тому, при використанні диференційного методу оцінки рівня якості продукції, можливе виникнення шести наступних ситуацій:

- 1) всі відносні показники більші за одиницю;
- 2) всі відносні показники менші за одиницю;
- 3) всі відносні показники дорівнюють одиниці;
- 4) частина показників більше одиниці, а всі інші – дорівнюють одиниці;
- 5) частина показників менше одиниці, а всі інші – дорівнюють одиниці;
- 6) частина показників більше або дорівнює одиниці, а всі інші – менше одиниці.

Для першого, третього і четвертого випадків можливо однозначно зробити висновок, що рівень якості продукції, що

оцінюється, не нижче базової, а для другого і п'ятого – нижче базового.

Для шостого випадку однозначної відповіді немає і тому для оцінки якості потрібно користуватися іншим методом, наприклад комплексним.

У випадку, коли застосовуючи диференційний метод оцінки рівня якості продукції, за базові показники якості приймаються найкращі значення одиничних показників, значення відносних показників, розрахованих за формулами (12.1 або 12.2), можуть бути або меншими або дорівнювати одиниці. Але це не вирішує проблеми однозначності оцінки.

Комплексний метод оцінки рівня якості продукції передбачає використання комплексного (узагальненого) показника якості. Цей метод використовується в усіх випадках, коли доцільно рівень якості виражати одним числом.

Рівень якості за комплексним методом [90, 91 та інші] визначається відношенням узагальненого показника якості  $Q_i$  продукції, що оцінюється, до узагальненого показника якості  $Q_0$  базового зразка:

$$K = \frac{Q_i}{Q_0}.$$

Головною проблемою комплексного метода оцінки рівня якості продукції є об'єктивне знаходження узагальненого показника якості.

У всіх випадках, коли є можливість виявлення характеру взаємозв'язку між узагальненим показником якості продукції, що оцінюється, і одиничними показниками, необхідно визначати функціональну залежність  $Q_i = f(P_i)$ .

Так, для оцінки якості годинників, використовують «оціночне число», яке визначається за формулою:

$$Q_{\text{оод}} = a_1 \times P_1 + a_2 \times P_2 + a_3 \times P_3.$$

де  $a_1 = 0,15$ ;  $a_2 = 0,10$ ;  $a_3 = 1,00$  - відповідно коефіцієнти вагомості показників якості годинників ізохронної точності  $P_1$ , позиційної точності  $P_2$  і температурного коефіцієнта  $P_3$ .  $P_1$  визначає точність ходи при різному заводі годинника і одного й

того ж просторового положення;  $P_2$  визначає точність ходи при різному просторовому положенні годинника;  $P_3$  визначає точність ходи при зміні температури середовища.

Але аналогічні експериментальні або аналітичні залежності узагальнених показників від одиничних, які об'єктивно відображають якість продукції, що оцінюється, знаходяться вкрай рідко.

Іншим варіантом використання комплексних показників при оцінці рівня якості продукції може бути оцінка з допомогою інтегрального показника якості продукції. В цьому випадку рівень якості визначається за формулою:

$$K = \frac{I_i}{I_0},$$

де  $I_i, I_0$  - відповідно інтегральний показник якості продукції, що оцінюється, і базовий інтегральний показник.

У випадках, коли неможливо знайти функціональну залежність узагальненого показника від одиничних показників, оцінку рівня якості продукції проводять комплексним методом на основі комплексних середньозважених показників: арифметичних, геометричних та інших.

При оцінці рівня якості комплексним методом, за допомогою середньозваженого арифметичного показника, його величину визначають за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^n (a_i \times q_i),$$

де  $n$  - кількість показників якості, які прийняті для оцінки;  $q_i$  - відносний показник якості;  $a_i$  параметр вагомості  $i^{\text{го}}$  показника якості.

Величину середньозваженого геометричного показника якості визначають за формулою:

$$Q = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (a_i \times q_i)}.$$

За допомогою комплексного середньозваженого арифметичного показника оцінка якості, як правило, проводиться тільки при незначних відхиленнях значень

одиничних показників зразка продукції, що оцінюється, від базового (до 10 %). Тому, в більшості випадків, доцільніше використовувати комплексний середньозважений геометричний показник якості.

Диференційний і комплексний методи оцінки рівня якості продукції не завжди дозволяють достатньо успішно вирішувати поставлені проблеми. При оцінці продукції, яка має широку номенклатуру показників якості, за допомогою диференційного метода практично неможливо зробити конкретних висновків, а використання тільки комплексного метода не дає можливості об'єктивно повністю врахувати всі вагомості якості продукції, що оцінюється. У цих випадках можливо використовувати одночасно диференційний і комплексний методи.

Суть і послідовність оцінки рівня якості продукції змішаним методом полягає в такій послідовності дій:

одиничні показники якості продукції об'єднують в декілька груп, для кожної з них визначають груповий комплексний показник якості. Найбільш вагомості одиничні показники якості можливо, при цьому, в склад груп не включати, а розглядати самостійно;

знайдені величини групових комплексних і окремо виділених одиничних показників порівнюють з відповідними базовими значеннями показників, використовуючи диференційний метод.

Для визначення техніко-економічного рівня якості виробів, їх конкурентоспроможності, також існує багато методик.

Наприклад, для визначення конкурентоспроможності побутових холодильників, технічні і економічні показники якості яких приведені в таблиці 12.1, можливо використати результати оцінки їх техніко-економічного рівня якості.

Відносні значення показників якості холодильників розраховуються за формулами 12.1 та 12.2, результати приведені в таблиці 12.2.

Таблиця 12.1

Техніко-економічні показники якості побутових  
холодильників

№	Показники	Значення показників якості побутових холодильників						
		Сиріус	Пурга	Фріз	Фенікс	Снайга	Мінськ	Вагомість
P <sub>i1</sub>	Ресурс, тис.год.	100	130	120	130	110	120	18
P <sub>i2</sub>	Напрацювання на відмову, тис.год.	50	70	65	65	60	55	11
P <sub>i3</sub>	Економічність, кВт ч за добу	1,65	1,10	1,25	1,30	1,75	1,65	15
P <sub>i4</sub>	Температура морозильної камери, град.	-12	-15	-12	-18	-10	-12	13
P <sub>i5</sub>	Ємкість морозильної камери, дм <sup>3</sup>	40	50	50	60	40	50	12
P <sub>i6</sub>	Утримання температури при відключенні енергії, год.	5	11	10	10	5	5	5
P <sub>i7</sub>	Вага, кг	48	60	55	55	70	65	5
P <sub>i8</sub>	Ціна, у. о.	140	170	160	145	160	170	-
P <sub>i9</sub>	Загальні витрати за весь термін експлуатації, у. о.	660	450	620	670	700	600	-

Індекс якості кожного з виробів розраховується за формулою:

$$I_{як} = \sum_{j=1}^n D \times q_{ij} ,$$

де  $D$  - параметр вагомості показника якості.

Результати розрахунків приведені в таблиці 12.3.

Таблиця 12.2.

Відносні значення показників якості побутових холодильників

Показники	Відносні значення показників побутових холодильників					
	Сиріус	Пурга	Фріз	Фенікс	Снайга	Мінськ
$q_{i1}$	0,769	1,0	0,923	1,0	0,864	0,923
$q_{i2}$	0,714	1,0	0,929	0,929	0,857	0,786
$q_{i3}$	0,667	1,0	0,88	0,846	0,629	0,667
$q_{i4}$	0,667	0,833	0,667	1,0	0,556	0,667
$q_{i5}$	0,667	0,833	0,833	1,0	0,667	0,833
$q_{i6}$	0,545	1,0	0,909	0,909	0,454	0,455
$q_{i7}$	1,0	0,8	0,873	0,873	0,686	0,738

Таблиця 12.3.

Індекси і рівень якості побутових холодильників

Індекси якості і цін побутових холодильників					
Сиріус	Пурга	Фріз	Фенікс	Снайга	Мінськ
Індекси якості, $I_{як}$					
55,642	73,833	67,605	74,815	55,011	59,890
Індекси ціни, $I_{цін}$					
1,290	1,0	1,258	1,153	1,387	1,242
Техніко-економічний рівень якості, $K_i$					
43,123	73,833	53,737	64,875	39,659	48,223
Відносний техніко-економічний рівень якості, $K_{ві}$					
0,584	1,0	0,727	0,879	0,537	0,653

Значення параметрів вагомості показників якості визначаються експертним методом.

Індекси ціни визначаються за формулою:

$$I_{цін} = \frac{\sum B_{Оц}}{\sum B_{Баз}}$$

де  $\sum B_{Оц}$ ,  $\sum B_{Баз}$  - загальні витрати на придбання  $P_{i8}$  і експлуатацію  $P_{i9}$  відповідно продукції, що оцінюється, і базового зразка.



$$\sum B = P_{i8} + P_{i9} .$$

Результати розрахунків індексів цін для холодильників приведені в таблиці 2.10.

Техніко-економічний рівень якості визначається за формулою:

$$K_i = \frac{I_{\text{як}}}{I_{\text{цін}}} .$$

Відносний техніко-економічний рівень якості,  $K_{\text{ві}}$  розраховується відношенням рівня якості  $i^{\text{го}}$  виробу до найкращого (базового) рівня:

$$K_{\text{ві}} = \frac{K_i}{K_{\text{б}}} .$$

Результати розрахунків техніко-економічного рівня якості приведені в таблиці 12.3.

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Назвіть методи оцінки рівня якості продукції.
2. Поясніть суть і послідовність оцінки рівня якості продукції змішаним методом.
3. Поясніть сутність диференційного методу оцінки рівня якості продукції.
4. Які шість ситуацій можливі в результаті оцінки рівня якості продукції?
5. Що означає чисельне значення рівня якості продукції?
6. Прокоментуйте результати розрахунків рівня якості продукції у наведеному прикладі.

### **Тема 13. Основні положення застосування експертного методу визначення рівня якості продукції**

#### **План**

1. Задачі, які вирішуються за допомогою експертних методів.
2. Організація та проведення оцінки якості продукції за допомогою експертних методів.

### 3. Визначення вагомості показників якості продукції.

#### **13.1. Задачі, які вирішуються за допомогою експертних методів визначення рівня якості продукції**

При проведенні оцінок рівня якості продукції експертний метод може застосовуватися для вирішення таких задач [82]:

вибір номенклатури показників для оцінки, а також еталонного зразка та еталонних (базових) показників якості;

визначення чисельних значень базових показників якості;

визначення чисельних значень показників якості продукції, яка підлягає оцінці;

визначення параметрів вагомості показників якості;

визначення комплексних та узагальнених показників якості;

прийняття рішення про атестацію (сертифікацію) продукції та розробка рекомендацій по підвищенню її рівня якості.

Для проведення цих робіт організовується експертна комісія, яка складається з двох груп: групи експертів та групи технічного персоналу. Процедура проведення роботи по експертизі, як правило, складається з таких послідовних операцій:

призначення працівників, які проводять підготовчі роботи для експертної оцінки і керують ними;

формування робочої групи технічного персоналу;

формування експертної групи;

підготовка робочою групою анкет та пояснювальних записок для опитування експертів;

опитування експертів;

обробка експертних оцінок;

аналіз результатів оцінки.

При відборі експертів в склад експертної групи найчастіше використовують такі методи:

самооцінка своїх здібностей кожним експертом;

оцінка групою кожного спеціаліста – експерта;

оцінка на основі результатів попередньої діяльності кожного спеціаліста як експерта.

### 13.2. Організація та проведення оцінки якості продукції за допомогою експертних методів

В основу метода самооцінки покладені відповіді кандидатів на питання анкети і оцінка своїх знань за бальною системою. В результаті цього виявляється ерудиція, широта поглядів, здібності в короткий термін відповідати на питання, здібності до аналітичного мислення і синтетичного узагальнення та інші якості майбутніх експертів.

В тому випадку, коли кандидати знають один одного, проводиться оцінка кожного експерта всією групою.

Метод оцінки на основі результатів попередньої діяльності спеціаліста базується на статистичному аналізі його експертної діяльності. Критерієм компетентності, при цьому, виступає коефіцієнт надійності експерта:

$$K_H = \frac{\mathcal{E}_B}{\mathcal{E}_{\text{заг}}},$$

де  $\mathcal{E}_B$  - кількість відповідей експерта, які підтверджуються з найбільшою вірогідністю;

$\mathcal{E}_{\text{заг}}$  - загальна кількість відповідей експерта за час роботи в експертних групах.

Незалежно від методу відбору, експерти повинні відповідати умовам [82]:

креативності – мати здібності до вирішення творчих задач;  
мати наукову інтуїцію;

бути професійно інформованими – знати історію і перспективи розвитку продукції, її властивостей, показників якості, вимог стандартів та інше;

бути інформованими в кваліметрії – знати різні методи оцінки рівня якості продукції та їх застосування для практичної оцінки, вміння будувати оціночні шкали та інше;

бути зацікавленими в результатах роботи – у застосуванні придбаного досвіду в своїй діяльності, використанні результатів оцінки та інше;

бути діловими, зібраними, незалежними, мотивованими при виставленні оцінок, об'єктивними.

В склад експертної групи, як правило, запрошують від 7 до 15 – 20 спеціалістів – експертів. Менша кількість не дає достатньо надійного результату, а більша ускладнює процес оцінювання.

Для підвищення точності результатів роботи експертної комісії опитування експертів проводиться в декілька турів. Наприклад, в першому турі експерти виставляють свої оцінки незалежно один від одного, в другому – після відкритого обговорення кожної оцінки, далі процедура повторюється поки не буде досягнуто узгоджене рішення. Рішення вважається прийнятим, якщо за нього проголосувало не менше як 2/3 експертів.

Незалежно від мети і задач, при роботі експертної комісії повинно виконуватися ряд умов:

- експертна оцінка проводиться тільки в тому випадку, коли неможливо використати для вирішення задачі об'єктивні методи;

- відповіді експертів повинні бути незалежними і в процедурі роботи комісії не повинно бути факторів, які могли б суб'єктивно впливати на незалежність відповідей експертів;

- питання, які ставляться перед експертами, не повинні допускати різного тлумачення;

- склад експертів повинен бути компетентним в питаннях задач, що вирішуються;

- кількість експертів повинна бути не менше необхідного числа;

- відповіді експертів повинні бути однозначними і дозволяти їх математичну обробку.

### **13.3. Визначення вагомості показників якості продукції за допомогою експертів**

Експертний метод визначення параметрів вагомості базується на визначенні середньої оцінки вагомості, яку отримують в результаті урахування думок групи з  $N$  експертів.

В загальному випадку коефіцієнт вагомості показника якості  $a_I$  вираховують за формулою:

$$a_I = f\left(\frac{\sum_{K=1}^N a_{IK}}{N}\right),$$

де  $a_{IK}$  - параметр вагомості  $I^{GO}$  показника якості, який визначив  $K^i$  експерт.

Найбільш розповсюджені такі методи визначення параметрів вагомості показників якості:

- метод переваги (рангів);
- метод оцінювання (приписування балів);
- метод співставлення.

Використовуючи *метод переваги* (рангів), кожен експерт проводить нумерацію (ранжирування) вагомості показників. Найменш вагомому показнику назначають номер 1, наступний по вагомості має номер 2 і так далі. Таким чином, найбільш вагомий показник якості має останній (найбільший) номер. За цим методом, параметри вагомості для кожного показника визначені  $K^M$  експертом вираховуються за формулою:

$$a_{IK} = \frac{M_{IK}}{\sum_{I=1}^n M_{IK}},$$

де  $M_{IK}$  - номер (ранг) вагомості показника якості, який визначив  $K^i$  експерт;

$n$  - кількість показників якості продукції, що оцінюється.

Параметри вагомості показників якості за даними всіх  $N$  експертів, які приймають участь в роботі, визначається за формулою:

$$a_I = \frac{\sum_{I=1}^N a_{IK}}{N}.$$

*Метод оцінювання (приписування балів)* передбачає оцінювання експертами важливості кожного показника якості за

бальною шкалою значимості (як правило, діапазон шкали від 1 до 10 балів). Найбільш вагомому показнику експерт може дати 10 балів. За цим методом коефіцієнт вагомості розраховується за формулою:

$$\bar{a}_I = \frac{\sum_{K=1}^n M_{IK}}{\sum_{I=1}^n \sum_{K=1}^n M_{IK}}$$

При необхідності, експерт може оцінювати вагомість показників не тільки цілими але й дробними числами, а також оцінювати вагомість однаковим числом балів.

Використовуючи *метод парного співставлення*, експерт порівнює показники якості за їх вагою по парам, визначаючи в кожній парі найбільш важливий. Загальна кількість пар для  $n$  показників:

$$C = \frac{n(n-1)}{2}$$

Результати парного співставлення кожного експерта заносяться в матрицю (табл. 13.1.).

Таблиця 13.1.

Матриця парного співставлення

Назва показника	Номер показника	1	2	3	4	...	$n-1$	$n$
	1	-	0	1	1	...	0	1
	2	1	-	1	0	...	1	0
	3	0	0	-	1	...	1	1
	4	0	1	0	-	...	0	1
...	...	...	...	...	...	-	...	...
	$n-1$	0	1	0	0	...	-	0
	$n$	1	0	0	1	...	1	-

В таблиці приведено приклад заповнювання експертом матриці парного співставлення. В матриці показник номер 2 більш вагомий ніж показник 1, тому в клітинці 1-2 (горизонтальній) ставиться число 0, а в клітинці 2-1

(горизонтальній) ставиться число 1. Аналогічна процедура відбувається для всіх інших пар показників, при цьому більш вагомому показнику ставиться 1, а менш вагомому 0.

Коефіцієнт вагомості на основі заповненої матриці розраховується за формулою:

$$\bar{a}_I = \frac{\sum_{I=1}^n \sum_{K=1}^n C_{IK}}{C \times N},$$

де  $C_{IK}$  - число одиниць (переваг) вагомості  $I^{GO}$  показника якості над вагомістю показника  $I + 1$ .

Узгодженість думок експертів про вагомість кожного з показників якості оцінюється за допомогою коефіцієнта варіації

$$v_I = \frac{\sigma_{a_I}}{\bar{a}_I} = \sqrt{\frac{\sum_{K=1}^N (a_{IK} - \bar{a}_I)^2}{N - 1}} \times \frac{1}{\bar{a}_I}.$$

У випадку, коли:

$v_I = 0,26 - 0,35$  - узгодженість думок експертів по відношенню до величини вагомості  $I^{GO}$  показника якості нижче середньої;

$v_I = 0,16 - 0,25$  - узгодженість середня;

$v_I = 0,11 - 0,15$  - узгодженість вище середньої;

$v_I \leq 0,10$  - узгодженість висока.

В цілому, якщо коефіцієнт варіації  $v_I \leq 0,25$  то думки експертів вважаються узгодженими.

Крім того, узгодженість думок експертів перевіряється за допомогою критерію узгодженості:

$$D = 1 - \frac{\sum_{K=1}^N \sum_{I=1}^n |a_{IK} - a_I|}{2} \times \frac{1}{N}.$$

Загалом, узгодженість думок експертів вважається достатньою у випадку коли  $D \geq 0,5$ .

Наряду з розглянутими методами визначення параметрів вагомості показників якості продукції можливо

використовувати і інші. Але, незалежно від методів визначення параметрів вагомості у всіх випадках повинні виконуватися такі умови:

параметр найбільш вагомий показника якості має найбільше значення;

показники якості однакової вагомості мають рівні величини параметрів вагомості;

властивість продукції, яка найменше задовольняє потреби споживачів, має найменше значення параметра вагомості.

### ***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Умови застосування експертних методів у процесі оцінки якості продукції.

2. Як формується склад експертної групи?

3. Задачі технічного персоналу в процесі проведення експертної оцінки.

4. Яким чином ухвалюються рішення експертами?

5. Як оцінюється точність експертних висновків?

6. Що показує параметр вагомості показника якості?

7. Наведіть найбільш розповсюджені методи визначення параметрів вагомості показників якості за допомогою експертів.

8. Поясніть сутність методу парного співставлення при визначенні параметрів вагомості.

## **Тема 14. Статистичні методи контролю якості продукції.**

### **Інструменти управління якістю**

#### **План**

1. Статистичний вхідний та вихідний контроль.

2. Статистичний контроль якості продукції, пов'язаний виключно з браком.

3. Однократний вибірковий контроль

4. Методи та інструменти управління якістю продукції



#### 14.1. Статистичний вхідний та вихідний контроль

Досягнення ідеальної якості виробів в цілому і їх складових частин на практиці неможливо, а високий рівень наближення до неї дуже дорого обходиться як для виробника так і для споживача. Крім того, в більшості випадків, отримувати абсолютно точне значення величини параметра якості не має ніякого сенсу ні з практичної ні з економічної точки зору.

Так вага одного кілограма фасованих виробів продуктів харчування коливається в межах  $\pm 2\%$ , або  $\pm 20$  грамів. Найбільш вірогідна вага, при цьому, дорівнює 1000 грамів. Більш точне фасування вимагає більш точного обладнання, а також більш жорстких вимог до технологічного процесу, зокрема до вологості продукту, температурного режиму та інших його параметрів.

Так як розподілення ваги в цьому випадку підпорядковується нормальному закону, то вірогідність одержати 980 грамів продукту замість 1 кг для споживача не перевищує 0,27 % і така ж сама вірогідність одержати 1020 грамів. В гіршому випадку споживач втрачає на придбанні одного кілограма фасованих макаронних виробів 4 копійки (при середній вартості 2 грн. за 1 кг).

Більш точне обладнання і перебудова технологічного процесу викличе збільшення вартості продукту в розмірах, які перевищують можливі (маловірогідні) втрати споживача від «недовіру». Тому, в цьому випадку, коливання фактичної ваги в межах  $\pm 20$  грамів на 1 кг цілком задовольняє і споживачів і виробників. Інша річ, коли мова йдеться про більш вартісні товари або значні обсяги продажу.

При виготовленні будь - якої продукції встановлюються допустимі межі коливання величини параметрів якості (не тільки ваги) від ідеального (номінального) значення. На практиці ці допуски встановлюються в таких межах, щоб виріб або його складова частина задовольняли потреби споживача і одночасно їх можливо досягнути на сучасному етапі розвитку науки і технологічної бази виробництва.

Таким чином, чисельна величина значення параметра якості виробу, який виготовляється, знаходиться в межах допуску і в загальному випадку:

$$\Delta X_1 \leq \bar{X} - X_i \leq \Delta X_2,$$

а при симетричному допуску:

$$\bar{X} - X_i \leq \Delta X,$$

де  $\bar{X}$  - номінальна (середня) величина параметра якості;

$X_i$  - дійсна величина параметра якості;

$\Delta X, \Delta X_1, \Delta X_2$  - допуски величини параметра якості.

В процесі контролю величин параметрів якості на стадії виготовлення виробу, головна задача як правило, полягає в виявленні тих виробів, значення параметрів яких знаходяться за межами допустимих. Такі вироби визнаються дефектними (бракованими), не придатними для подальшого використання, а вироби, величини параметрів яких лежать в межах допусків – якісними.

Дійсні значення величини параметрів якості продукції залежать від багатьох факторів, пов'язаних з процесами проектування виробів, технології виробництва, методів контролю і випробування продукції.

Для забезпечення необхідної якості продукції потрібен ретельний аналіз і усунення тих факторів, які можуть погіршити значення її параметрів. В процесі проектування виробу необхідно досягти того, щоб його конструкція була оптимальною як з точки зору виконання свого функціонального призначення так і з точки зору технології виробництва, можливості досягти високих показників якості.

В процесі наладки технологічного обладнання і процесу в цілому, його параметри повинні бути виставлені таким чином, щоб дійсні значення параметрів якості виготовленої продукції однозначно знаходилися в межах допусків:

$$X - \Delta X_1 \leq X_i \leq X + \Delta X_2,$$

де  $\Delta X_1$  - менший, а  $\Delta X_2$  - більший допуски зі своїми знаками.

Величини допусків встановлюються стандартами різних рівнів і повинні бути мінімальними. При наладці технологічного

процесу необхідно зменшити коливання величини параметрів якості виробу по кожній операції від причин пов'язаних безпосередньо з технологією виробництва продукції і зменшити ймовірність появи браку.

Процес випробування виробів і контролю параметрів якості повинен здійснюватися за методиками, які забезпечують потрібну точність і не допускають, або зменшують до мінімуму вірогідність прийомки дефектної (бракованої) продукції [63].

Для забезпечення потрібних величин параметрів якості готової продукції необхідно урахувати і усувати можливі помилки, які виникають при проектуванні, виготовленні і контролі якості виробів [92].

#### **14.2. Статистичний контроль якості продукції, пов'язаний виключно з браком**

Один з варіантів усунення браку – це контроль всіх без винятку одиниць продукції, але це не гарантує 100% усунення можливих дефектів. Процес технічного контролю сам по собі має певні неточності і допускає певний відсоток браку. Це пов'язано насамперед з помилками вимірювання і точністю інструментів та приборів для контролю.

Тому, якщо в процесі виробництва можливий відсоток бракованих виробів у розмірі 5%, а технічний контроль має вірогідність виявлення дефектних виробів 95%, то в результаті контролю всіх одиниць виробленої продукції буде пропущено  $0,05 \times 0,05 \times 100\% = 0,25\%$  дефектних виробів. Це складає 2,5 дефектних виробу на 1000 випущених одиниць продукції. Навіть повторний контроль уже перевіреної партії продукції пропустить  $0,0025 \times 0,05 \times 100\% = 0,0125\%$  дефектних виробів, що складає 1,25 виробу на кожні 10000 одиниць продукції.

Крім того, в результаті навіть суцільного контролю параметрів якості всіх одиниць виробленої продукції і визначення придатних і бракованих виробів, у випадку коли їх чисельні значення близькі до межі допустимих, можливі помилки двох видів, пов'язані з помилками вимірів і точністю інструментів і приладів:

1) бракується придатний виріб (помилка першого роду, або ризик виробника);

2) бракований виріб визнається якісним (помилка другого роду або ризик споживача).

Наприклад, проводиться контроль довжини виробу з номінальним розміром  $l_N = 100$  та допуском за 6 квалітетом, що складає  $\Delta X = 0,022$  мм. В результаті вимірювання, яке проводилося за допомогою інструмента з помилкою вимірювання 0,002 мм, отримано число  $l_i = 100,021$  мм. Виріб визнається придатним, так як отримана величина знаходиться в межах допустимої, але враховуючи помилку вимірювального інструмента, дійсна величина параметра знаходиться в межах  $l_i = 100,021 \pm 0,002$  мм. Таким чином, виріб визнається придатним не зважаючи на те, що його дійсна величина може дорівнювати  $l_i = 100,023$  і лежати за межами допуску.

В цьому випадку, коли виріб визнається придатним, незважаючи на те що дійсна величина параметра знаходиться за межами допуску, припускається помилка другого роду.

У випадку, коли в результаті вимірювання отримано число  $l_i = 100,023$  мм, виріб бракується, не зважаючи на те, що його дійсна величина може дорівнювати  $l_i = 100,021$  мм і знаходитися в межах допуску. В цьому випадку, коли виріб визнається бракованим, а його дійсна величина заходить в допустимих межах, припускається помилка першого роду.

Проведення технічного контролю параметрів якості потребує значних коштів і чим повніше охоплюються ним вироби, тим більш вартісний цей процес. Тому на практиці 100% контролю піддаються вироби, функціонування яких пов'язано з безпекою і здоров'ям людини, або ті дефекти яких можуть призвести до значних економічних збитків.

Крім того, 100% контроль якості продукції неможливо здійснювати у випадках, коли визначення параметрів пов'язане з псуванням або руйнуванням виробу. Наприклад, дійсну міцність будівельних матеріалів неможливо визначити не знищивши сам виріб, так як опосередковані методи не дають точного

результату. Тому перевірка на опір деформації, електростатичну силу, горючість і таке інше можливо проводити тільки на вибірковій кількості одиниць продукції.

В більшості випадків при проведенні статистичного контролю параметрів виходять з того положення, що так як неможливо досягти ідеальної якості, то допускається певний рівень дефектів, для перевірки якого можливо розробити методи вибіркового контролю.

При проведенні статистичного контролю параметрів не робиться спроб знайти причину або природу дефектів, а тільки визначають їх присутність. Ті вироби, параметри яких знаходяться за межами допустимих, вважаються дефектними або бракованими і вони підлягають вилученню з подальшого використання. Так як питання полягає в виявленні бракований чи придатний до використання виріб (партія виробів) то сукупність величин його параметрів підкоряються біноміальному розподіленню. Але, так як розмір вибірки, як правило, буває відносно великим, а доля дефектів відносно мала, то для аналізу використовується розподілення Пуассона.

Всі вибіркові методи контролю параметрів якості пов'язані з ризиком помилок. Ризики помилкового відхилення придатної (помилка першого роду) і прийняття дефектної партії (помилка другого роду) з'являються не тільки у випадках коли дійсні величини параметрів продукції знаходяться на межі допустимих. При цьому, в першому випадку додаткові витрати несе виробник, а в другому відповідно споживач. Тому ризик першого роду називають ризиком виробника, а другого – ризиком споживача.

Як правило, процес технічного контролю параметрів якості і оцінки вибірки з партії виробів проводиться на останніх стадіях технологічного процесу або прийнятті партії продукції споживачем. При цьому існують 3 варіанти рішень:

- прийняти партію, у випадку коли дефектів (бракованої продукції) не виявлено, або відсоток дефектів малий і задовольняє споживача;

- взяти нову вибірку і провести повторний контроль, у випадку коли кількість дефектів відносно мала але перевищує допустимі межі;

- забракувати партію.

У випадку коли партія бракується, можливі такі варіанти:

- 100% контроль партії продукції і відправка всіх дефектних виробів у відходи;
- 100% контроль партії продукції і пере класифікація або переробка дефектних виробів;
- відправка на переробку всієї партії;
- пере класифікація всієї партії продукції за нижчим класу якості.

### 3. Однократний вибірковий контроль

Проста вибірка являє собою випадок, коли із партії в  $N$  виробів відбирається для контролю  $n$  зразків. Вся партія виробів визнається придатною, якщо кількість дефектних виробів у виборці не перевищує допустимого числа  $C$ . Такі методи вибіркового контролю називають вибірками  $N, n, c$ .

Головним показником ефективності вибіркового контролю параметрів є його робоча характеристика, або здатність розрізняти дефектні і придатні партії. Цю характеристику можливо зобразити у вигляді графіка залежності відсотка прийнятих партій від відсотка дефектів в партії. На рис. 14.1 зображена ідеальна робоча характеристика для ситуації, коли допустимим рівнем дефектів вважається 2,8 %.

На практиці таку характеристику досягти не реально.

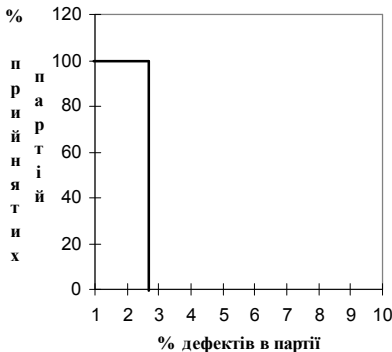


Рис. 14.1 - Ідеальна робоча характеристика.

Розглянемо випадок, коли розмір партії  $N = 100000$ , а допустимий відсоток бракованих виробів дорівнює 2%. Для вибірки  $n = 200$  з максимально допустимим числом бракованих виробів  $c = 4$  робоча характеристика визначається шляхом розрахунків вірогідності появи більш ніж 4 дефектів в 100 виробих для різних відсотків бракованих виробів у партії. Вірогідність появи  $A$  дефектів в партії, при розподіленні значень параметрів по закону Пуассона, розраховується як:

$$P_{(n)} = \frac{a^n \times e^{-a}}{n!},$$

де  $a$  - середня кількість можливих дефектів у партії виробів;

$$e = 2,71.$$

#### 4. Методи та інструменти управління якістю продукції

Сучасний розвиток методів управління якістю продукції знайшов своє відображення в стандарті ISO/TR 10017:2003 [64].

В стандарті рекомендується використовувати такі статистичні методи як:

- описова статистика,
- планування експериментів,
- перевірка гіпотез,
- вимірювальний аналіз,
- аналіз можливостей процесу,
- регресійний аналіз,
- аналіз надійності,
- вибіркового контролю,
- моделювання,
- карти статистичного контролю процесу (карти СКП),
- статистичне призначення допуску,
- аналіз часових рядів.

Ці рекомендації не заперечують і інших методів для кожного конкретного випадку.

Найбільш розроблені і найчастіше використовуються на сьогоднішній день статистичні методи управління якістю

продукції. Серед них найпоширенішими є сім методів, які отримали назву «7 інструментів якості»:

- 1 – гістограми;
- 2 – часові ряди;
- 3 – діаграми Парето;
- 4 – причино – наслідкові діаграми (діаграма К. Ісікави);
- 5 – контрольні листки;
- 6 – контрольні карти;
- 7 – діаграми розсіювання.

### *1.) Гістограми.*

Гістограми використовуються у разі необхідності представити розподіл даних, які характеризують величину параметру якості виробу. Гістограма представляє собою стовпчастий графік (рис. 14.2) на якому по осі абсцис відкладаються значення параметра якості, а по осі ординат – частоти цих значень.

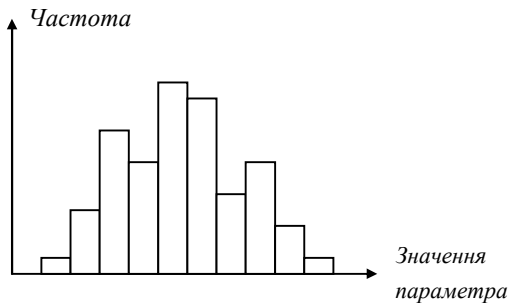


Рисунок 14.2 - Гістограма.

За допомогою гістограми можливо отримати інформацію про можливе теоретичне розподілення, оцінити ступінь симетрії розмаху даних відносно середнього значення.

### *2.) Часові ряди.*

Часові ряди (тренди) представляють собою лінійні графіки (рисунок 14.3) на яких, точки наносяться в тому порядку, в якому вони були отримані. Їх використовують для оцінки змін певного процесу та динаміки його розвитку.



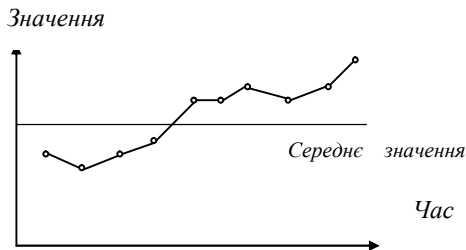


Рисунок 14.3 - Часовий ряд.

### 3.) Діаграми Парето.

Діаграма Парето представляє собою стовпчастий графік (рисунок 14.4) на якому по осі абсцис розташовуються операції технологічного процесу в порядку зниження їх впливовості на показник, що досліджується.

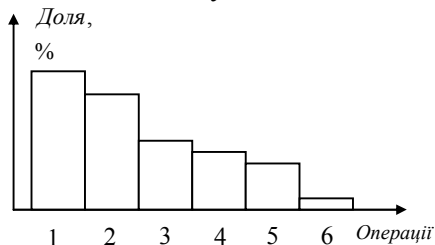


Рисунок 14.4 - Діаграма Парето

Побудова діаграми Парето виконується у такому порядку:

- встановлюється повний перелік причин (операцій технологічного процесу, номенклатурних позицій запасів та ін.);
- за результатами аналізу статистичної інформації за певний період визначається чисельна оцінка впливу  $A_i$  кожної окремої причини (операції технологічного процесу, номенклатурної позиції запасу та ін.) на кількість дефектних деталей в абсолютних величинах;
- розраховується доля у відсотках впливу кожної причини (операції технологічного процесу, номенклатурної позиції запасу та ін.) на показник, що досліджується

$$\Delta, \% = \frac{A_i}{\sum A_i} \times 100\% ;$$

- по осі абсцис розташовують причини (операції технологічного процесу, номенклатурної позиції запасу та ін.) в порядку зменшення їх впливу на показник, що досліджується;

- по осі ординат відкладають долю у відсотках кожної причини (операції технологічного процесу, номенклатурної позиції запасу та ін.) в сумарній кількості дефектних деталей.

Діаграма Парето допомагає виявити причини (операції технологічного процесу, номенклатурної позиції запасу та ін.), на які потрібно звернути увагу в першу чергу для зменшення кількості дефектних деталей.

#### 5.) *Причино – наслідкові діаграми.*

Причино – наслідкові діаграми використовують для дослідження і аналізу всіх можливих причин, які впливають на якість того чи іншого показника або виробу в цілому. Найвідомішою діаграмою цього типу є діаграма К. Ісікави [81], розроблена у 1953 році.

В її основі лежить багаторівнева класифікація причин, які можуть впливати на якість.

Результат будь-якого виробничого процесу залежить від багатьох факторів, які можливо об'єднати у шість груп:

а) причини, які обумовлені технологічним обладнанням, інструментами та пристроями (*Machine* - машини);

б) причини, які обумовлені матеріалами, що використовуються для виготовлення товару (*Material* - матеріал);

в) причини, які обумовлені людськими факторами (*Men* - людина);

г) причини, які обумовлені методами технології (*Method* – методи технології);

д) причини, які обумовлені станом навколишнього середовища (*Medium* - середовище);

е) причини, які обумовлені технічними засобами контролю (*Means* - засоби).

По першим буквам (англійських слів) ці групи причин отримали назву „6М”.

Діаграма Ісікави (у спрощеному вигляді), яка показує взаємний зв'язок причин появи дефектних виробів в процесі виробництва, наведена на рисунку 14.5.

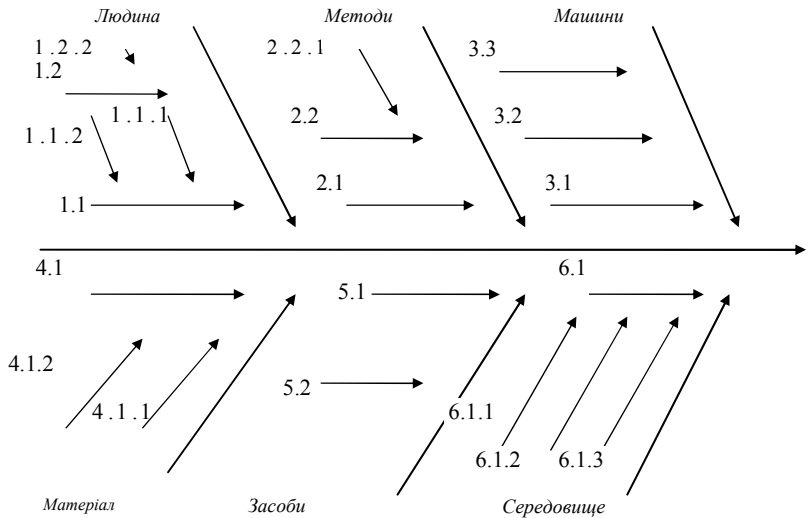


Рисунок 14.5 - Діаграма К. Ісікави

Побудова діаграми відбувається таким чином:

а) визначається група факторів, яка впливає на якість продукту, наприклад, група причин, які обумовлені людськими факторами. Для цієї групи присвоюється номер 1 і на діаграмі всі фактори, які можуть належати до неї зображують скелетною гілкою першого порядку (на діаграмі це пряма лінія направлена до осової скелетної лінії). З точки зору класифікації причин – це перший, найвищий ієрархічний рівень.

б) для обраної групи встановлюються фактори на другому, нижчому ієрархічному рівні, їм присвоюють номери 1.1, 1.2 і т.д. Для обраного прикладу такими комплексними причинами можуть бути : 1.1 – недостатня кваліфікація; 1.2 – недостатня мотивація.

в) кожен з факторів другого ієрархічного рівня можливо розглянути на ще нижчому, третьому рівні. Для обраного прикладу на третьому рівні факторами, що обумовлюють недостатню кваліфікацію будуть: 1.1.1 – відсутність знань; 1.1.2 – відсутність досвіду. Кожному з цих факторів присвоюють свій номер.

г) кожен з факторів третього ієрархічного рівня можливо розглянути на ще нижчому, четвертому рівні. Таким чином можливо розглядати причини на все нижчих ієрархічних рівнях до моменту, коли буде виявлено найнижчий рівень, який можливо вважати найменшим або неподільним.

Аналогічно йде побудова скелету діаграми для всіх 6М.

Діаграма К. Ісікави може використовуватися і для вирішення проблем в багатьох інших галузях, коли потрібно виявляти основні причини явища або результату.

#### б.) *Контрольні листки та контрольні карти.*

*Контрольні листки* (табл. 14.1) використовуються для збору даних з метою вивчення вибірки спостережень. Він дозволяє відповісти на питання: „Як часто виникає певне явище?”.

Таблиця 14.1.

Контрольний лист перевірки дефектів

Дефекти	Серпень				Всього
	2	3	4	5	
маси	IIIIII	III	II	IIIIII	25
довжини	III	II	IIIIII	III	20
висоти	IIIIII	II	II	IIII	18
ширини	II	IIIIIIII	IIII	II	21
Всього	22	20	20	22	84

#### *Контрольні карти.*

У 1925 році В. Шухарт запропонував метод статистичного контролю за ходом технологічних процесів на основі використання властивостей нормального закону розподілення випадкових величин і побудови контрольних карт.

На сьогоднішній день існують три основні типи контрольних карт:

- контрольні карти В. Шухарта;
- контрольні карти приймального контролю;
- адаптивні контрольні карти.

Контрольні карти В. Шухарта (рисунок 14.6) застосовуються головним чином для того, для контролю і оцінки стану технологічного процесу, хоча карти цієї категорії можуть використовуватися і як засіб приймального контролю.

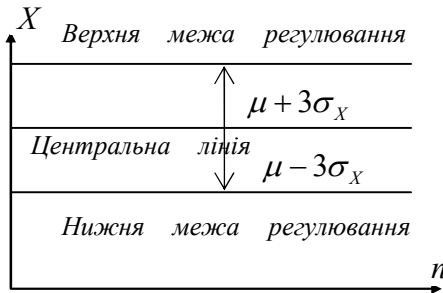


Рисунок 14.6 - Схема контрольної карти В. Шухарта

Контрольні карти приймального контролю призначені для встановлення відповідності виготовленої продукції існуючим до неї вимогам.

Адаптивні контрольні карти використовуються для регулювання технологічного процесу за допомогою прогнозу тенденцій його розвитку і здійснення попереджувального налагодження на основі таких передбачень.

Залежно від статистичних характеристик, на основі яких конструюють контрольні карти В. Шухарта, розрізняють такі їх види:

- а) Контрольні карти для кількісних змінних:
  - карта середніх значень  $\bar{X}$  та розмахів  $R$  ;
  - карта середніх значень  $\bar{X}$  та стандартних відхилень  $S$  ;
  - карта окремих значень  $X$  та ковзних розмахів  $MR$  ;
  - карта медіан та карта розмахів  $R$  .

б) Контрольні карти для альтернативних змінних:

- карта частки дефектів ( $p$  - карта) або карта кількості дефектних виробів ( $np$  - карта);

- карта кількості дефектів на виріб ( $c$  - карта) або карта середньої кількості дефектів на одиницю продукції ( $u$  - карта).

Контрольні карти для кількісних змінних мають переваги у порівнянні з іншими:

- більшість процесів та їх результати мають кількісні характеристики, які можливо вимірювати;

- кількісне значення ознаки якості технологічного процесу містить більше інформації ніж атрибутивне твердження «так» чи «ні»;

- результати виконання процесу можливо проаналізувати не зважаючи на його специфіку;

- загальні витрати на проведення контролю за допомогою карт кількісних змінних, як правило менші порівняно із використанням карт для альтернативних змінних. Це досягається за рахунок значно менших розмірів вибірок.

Контрольні карти приймального контролю є графічним методом оцінювання процесу і застосовуються головним чином з метою встановити, чи можливо очікувати, що вимірювані характеристики задовольняють вимоги, встановлені до товару чи послуги.

б.) *Діаграми розсіювання.*

Діаграми розсіювання – використовують для оцінки можливого зв'язку між двома змінними (рисунок 14.7).

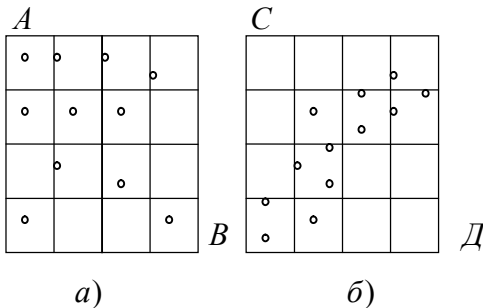


Рисунок 14.7 - Діаграма розсіювання

Як видно з рисунка 14.7, зв'язок між змінними А та В практично відсутній, а між змінними С та Д можливий і, доволі тісний, прямий зв'язок. За допомогою кореляційного аналізу можливо встановити більш точно форму і тісноту зв'язку у вигляді математичної формули.

***Питання для перевірки знань студентів.***

2. Наведіть 3 варіанти рішень за результатами контролю якості продукції.

3. Чому контроль всіх без винятку одиниць продукції не гарантує 100% усунення можливих дефектів?

4. Поясніть суть однократного вибіркового контролю.

1. Які статистичні методи управління якістю продукції на сьогоднішній день найчастіше використовуються?

2. Поясніть області застосування гістограм.

3..

4. У яких випадках доцільно використовувати контрольні листки?

5. Для яких цілей використовується діаграма Парето?

6. Для чого використовують причино – наслідкові діаграми?

7. Поясніть принцип побудови причино – наслідкових діаграм.

8. Для чого використовують контрольні карти?

9. Поясніть принцип побудови контрольних карт.

10. Поясніть принцип побудови діаграми розсіювання.

11. Для чого використовують діаграми розсіювання?

12. Поясніть сутність методу аналізу форм відказів (дефектів), їх наслідків і критичності.

**Тема 15. Сертифікація продукції**

**План**

1. Загальні поняття в галузі сертифікації
2. Основи сертифікації продукції в Україні.
3. Моделі (схеми) сертифікації продукції в Україні

## 1. Загальні поняття в галузі сертифікації

Сертифікація в загально прийнятій міжнародній термінології визначається як встановлення відповідності. В перекладі з латинської «сертифікація» означає «зроблено вірно» (*certum* – вірно, *facere* – робити). В документах ISO «сертифікація відповідності – дія третьої сторони, яка доводить, що забезпечується необхідна впевненість утому, що відповідним чином ідентифікована продукція, процес або послуга відповідає конкретному стандарту або іншому нормативному документу».

Згідно з Законом України [4] «Про підтвердження відповідності»: *сертифікація* - процедура, за допомогою якої визнаний в установленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції, систем якості, систем управління якістю, систем управління довкіллям, персоналу встановленим законодавством вимогам (технічним регламентам).

Результатом сертифікації є сертифікат відповідності або декларація про відповідність.

***Сертифікат відповідності*** - документ, оформлений у відповідності з правилами системи сертифікації, який підтверджує, що продукція, системи якості, системи управління якістю, системи управління довкіллям, персонал відповідає встановленим вимогам конкретного стандарту чи іншого нормативного документа, визначеного законодавством.

***Декларація про відповідність*** - документально оформлена в установленому порядку заява виробника, де дається гарантія відповідності продукції вимогам, встановленим законодавством.

Терміни «*сертифікат якості*» та «*сертифікат на систему управління якістю*» є неофіційними термінами, що використовуються в практиці, як синоніми до терміну сертифікат відповідності. Юридичним документом, який видається Заявнику уповноваженим органом по сертифікації, який і відповідає за достовірність наведеної в сертифікаті інформації є «*сертифікат відповідності*».

***Технічний регламент*** - закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси



чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких обов'язкове. Він може також містити вимоги до термінології, позначок, пакування, маркування чи етикетування, які застосовуються до певної продукції, процесу чи способу виробництва.

**Система сертифікації** – система, яка має власні правила процедури та управління для проведення сертифікації відповідності.

**Знак відповідності** – захищений у відповідному порядку знак, який застосовується або видається у відповідності із правилами системи сертифікації. Він засвідчує, що забезпечується необхідна впевненість у тому, що продукція відповідає конкретному стандарту або іншому нормативному документу.

Сертифікація продукції є однією з форм державного регулювання економіки з метою захисту прав споживачів. Ринкова економіка не забезпечує автоматично захист цих прав, а скоріше стимулює їх порушення, особливо в країнах з недостатнім розвитком ринкових відносин. Тому, практично в усіх країнах, загальне керівництво процесом сертифікації здійснюється на державному рівні (з різним ступенем державного впливу).

Системи сертифікації продукції загалом можуть діяти як на національному (державному), так і регіональному або міжнародному рівні. Основою для цих систем сертифікації є стандарти відповідного рівня. Результати національної сертифікації, як правило, визнаються тільки на рівні однієї держави.

У процесі сертифікації продукції у міжнародній практиці використовуються різні її форми: обов'язкову, добровільну, споживчу та сертифікацію своєї продукції безпосередньо виробником.

Обов'язкова сертифікація здійснюється для перевірки відповідності продукції обов'язковим вимогам стандартів [6], які пов'язані з забезпеченням:

- безпеки продукції для життя та здоров'я населення;
- охорони навколишнього середовища;
- техніки безпеки і гігієни праці;

- сумісності та взаємозамінності продукції.

Перелік продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації, як правило, затверджується законодавчо на державному рівні.

Добровільна сертифікація здійснюється за ініціативи виробника на основі договірних відносин між ним та органами зі сертифікації.

Споживча сертифікація продукції проводиться за ініціативи спілок споживачів, організацій або громадян і призначена для інформування споживачів про якість товарів та послуг [67].

Самостійна сертифікація (декларування відповідності) здійснюється за ініціативи самого підприємства, яке виготовляє продукцію. У результаті цього процесу підприємство само виготовляє сертифікат, у якому заявляє, що продукція відповідає вимогам певних нормативних документів.

У міжнародній практиці обсяги добровільної, споживчої та самостійної сертифікації продукції значно перевищує обсяги обов'язкової.

Загальне керівництво процесами сертифікації, як правило, здійснюють державні органи, але разом з державними системами існує велика кількість не державних систем, які створені різними асоціаціями виробників та приватними компаніями і виконують всі роботи по сертифікації продукції.

## **2. Основи сертифікації продукції в Україні**

Національним органом по сертифікації продукції в Україні є Державний комітет України з питань технічного регулювання і споживчої політики, який забезпечує функціонування державної системи сертифікації продукції УКРСЕПРО [42].

В склад системи УКРСЕПРО входять:

- національний орган по сертифікації Держспоживстандарт України;

- науково-технічна комісія;

- органи по сертифікації продукції, систем якості, персоналу;

- аудитори;

- науково-методичний і інформаційний центр;

- територіальні центри Держспоживстандарту;

- Український учбово-науковий центр зі стандартизації, метрології, стандартизації.

В рамках цієї системи, станом на 2009 рік, роботи проводять близько 150 органів зі сертифікації продукції (робіт, послуг) та більш ніж 800 випробувальні лабораторії (центри).

Головною організацією в системі Держспоживстандарту, яка проводить роботи в галузі розробки науково - методичних та організаційних засад сертифікації продукції, послуг та систем якості є Український науково - дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики (УкрНДІССІ). У функції якого входить також інформаційне забезпечення підприємств і організацій з питань сертифікації.

Законодавчу базу державної системи сертифікації складають:

Закони України:

- 1) «Про захист прав споживачів» від 12.05.91 р.;
- 2) «Про внесення змін до Декрету Кабінету Міністрів «Про стандартизацію і сертифікацію» від 11.06.97 р.;
- 3) «Про підтвердження відповідності» від 17.05.2001 р.;
- 4) «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» від 17.05.2001 р.
- 5) «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» від 01.12.2005 р.

Декрет Кабінету Міністрів «Про стандартизацію і сертифікацію» від 20. 05. 93 р., яким закладені правові основи сертифікації в Україні [6]. Цим Декретом зокрема передбачено:

Стаття 13. Види сертифікації та її мета

Сертифікація продукції в Україні поділяється на обов'язкову та добровільну. Сертифікація продукції здійснюється уповноваженими на те органами з сертифікації - підприємствами, установами і організаціями з метою:

- 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.

#### Стаття 14. Державна система сертифікації

Державну систему сертифікації створює Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації (Держспоживстандарт України) - національний орган України зі сертифікації, який проводить та координує роботу щодо забезпечення її функціонування, а саме:

- визначає основні принципи, структуру та правила системи сертифікації в Україні;
- затверджує переліки продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, та визначає терміни її запровадження;
- призначає органи з сертифікації: продукції;
- акредитує органи з сертифікації та випробувальні лабораторії (центри), атестує експертів-аудиторів;
- 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 по стандартизації, метрології та сертифікації (Держспоживстандарт України) в межах своєї компетенції несе відповідальність за дотримання правил і порядку сертифікації продукції.

#### Стаття 15. Обов'язкова сертифікація

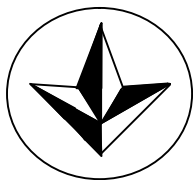
1. Сертифікація на відповідність обов'язковим вимогам нормативних документів проводиться виключно в державній системі сертифікації.

2. Обов'язкова сертифікація в усіх випадках повинна включати перевірки та випробування продукції для визначення її характеристик і подальший державний технічний нагляд за сертифікованою продукцією.

3. Випробування з метою обов'язкової сертифікації повинні проводитися акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами) методами, які визначені відповідними нормативними документами, а за відсутності цих документів методами, що визначаються органом із сертифікації чи органом який виконує його функції.

Стаття 16. Сертифікат і знак відповідності державній системі сертифікації під час проведення сертифікації та у разі позитивного рішення органу : сертифікації заявникові видається сертифікат та право маркувати продукцію спеціальним знаком відповідності.

Форма, розміри і технічні вимоги до знаку відповідності визначаються державним стандартом ДСТУ 2296-93 [17] (рисунок 15.1).



Об'єкти обов'язкової  
сертифікації



Об'єкти добровільної  
сертифікації

Стаття 17. Обов'язки виробників, постачальників, виконавців, продавців продукції при обов'язковій сертифікації.

Виробники, постачальники, виконавці, продавці продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації та реалізується на території України, зобов'язані:

- провести у встановлені терміни і порядку сертифікацію продукції;

- забезпечувати виготовлення продукції згідно з вимогами нормативного документа, на відповідність якому вона сертифікована;

- реалізувати продукцію виключно за наявності сертифіката відповідності;

- припиняти або зупиняти реалізацію сертифікованої продукції, якщо виявлено, що вона не відповідає вимогам нормативного документа, на відповідність якому вона сертифікована, або якщо термін дії сертифіката закінчився або дія сертифіката припинена або зупинена рішенням органу з сертифікації.

Стаття 22. Добровільна сертифікація

1. Добровільна сертифікація може проводитися на відповідність продукції: вимогам, що не віднесені актами законодавства та нормативними документами до обов'язкових вимог, з ініціативи виробника, продавця, споживача, органів державної виконавчої влади, громадських організацій та окремих громадян на договірних умовах між заявником та органом із сертифікації.

2. Добровільну сертифікацію мають право проводити підприємства, організації, інші юридичні особи, що взяли на себе функції органу з добровільної сертифікації, а також органи, що акредитовані в державній системі сертифікації.

3. Правила добровільної сертифікації встановлюються органами з добровільної сертифікації, які подають Державному комітетові України по стандартизації, метрології та сертифікації інформацію для їх реєстрації у встановленому комітетом порядку.

Оснoву системи сертифікації УКРСЕПРО складають державні стандарти України (таблиця 15.1.).

У системі УКРСЕПРО проводиться як обов'язкова, так і добровільна сертифікація [3]. В процесі обов'язкової сертифікації визначається відповідність параметрів продукції (робіт, послуг) обов'язковим вимогам нормативних документів (технічних регламентів). Як правило це вимоги, що забезпечують: безпеку продукції для життя, здоров'я і майна громадян; охорону навколишнього середовища; вимоги до техніки безпеки і гігієни праці та інші.

Вся інша продукція за бажанням виробника може пройти процедуру добровільної сертифікації в системі УКРСЕПРО.

В процесі добровільної сертифікації продукції, що не включено в «Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні», яка проводиться в системі УКРСЕПРО, визначається відповідність параметрів продукції вимогам нормативних документів, які вказані Заявником. Як правило, це мають бути вимоги безпеки, приведені в нормативних документах, що діють в Україні або інші вимоги які не являються обов'язковими. Загалом, добровільна сертифікація проводиться за процедурами обов'язкової сертифікації в системі УКРСЕПРО.

Таблиця 15.1.

## Стандарти «Системи сертифікації УКРСЕПРО»

Номер стандарту	Назва стандарту «Системи сертифікації УКРСЕПРО»
ДСТУ 3410-96	Основні положення
ДСТУ 3411:2004	Вимоги до органів з сертифікації продукції та порядок їх призначення і надання повноважень на діяльність у системі
ДСТУ 3412-96	Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації
ДСТУ 3413-96	Порядок проведення сертифікації продукції
ДСТУ 3414-96	Атестація виробництва. Порядок проведення
ДСТУ 3415-96	Реєстр Системи
ДСТУ 3416-96	Порядок реєстрації об'єктів добровільної сертифікації
ДСТУ 3417-96	Процедура визнання результатів сертифікації продукції, що імпортується
ДСТУ 3418-96	Вимоги до аудиторів та порядок їх атестації
ДСТУ 3419-96	Сертифікація систем якості. Порядок проведення
ДСТУ 3420-96	Вимоги до органів з сертифікації систем якості та порядок їх акредитації
ДСТУ 3498-96	Бланки документів. Форма та опис
ДСТУ 3957-2000	Порядок обстеження виробництва під час проведення сертифікації продукції

Проведення робіт по добровільній сертифікації і наявність сертифікату відповідності дозволяє виробникам значно підвищити конкурентоспроможність своєї продукції, дозволяє ефективніше брати участь в тендерних конкурсах, активніше просувати продукцію на ринку України.

Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні станом на 2009 рік, включає 36 однорідних видів продукції та послуг (таблиця 15.2.). При цьому, цей перелік періодично переглядається у бік зменшення. Так на момент ухвалення у 2005 році в нього було включено 38 однорідних видів продукції та послуг.

Таблиця 15.2.

Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні

№ п/п	Група однорідної продукції та номер у переліку
1.	1. Електропобутове та аналогічне обладнання і комплектувальні вироби
2.	2. Світлотехнічна продукція і комплектувальні вироби до неї
3.	3. Ручні електромеханічні машини, переносні верстати та інструмент слюсарно-монтажний з ізольованими рукоятками
4.	4. Апаратура радіоелектронна побутова
5.	5. Засоби обчислювальної техніки
6.	6. Спеціальні засоби самозахисту
7.	7. Обладнання технологічне для харчової, м'ясо-молочної промисловості, підприємств торгівлі, громадського харчування та харчоблоків
8.	8. Медична техніка
9.	9. Іграшки
10.	10. Мийні засоби
11.	11. Трактори малогабаритні
12.	12. Обладнання металообробне та деревообробне
13.	13. Зварювальне обладнання
14.	14. Велосипеди, коляски дитячі
15.	15. Засоби охоронного призначення
16.	16. Засоби зв'язку
17.	17. Посуд з чорних та кольорових металів, фарфору, фаянсу та скла
18.	18. Засоби автоматизації та механізації контрольно-касових операцій і конторське обладнання
19.	19. Побутова апаратура, що працює на твердому, рідкому та газоподібному паливі
20.	20. Продукція протипожежного призначення
21.	21. Дорожні транспортні засоби, їх складові частини та приладдя
22.	22. Техніка сільськогосподарська



Подовження таблиці 15.2.

23.	23. Підймальні споруди та кранова продукція
24.	25. Товари легкої промисловості
25.	26. Харчова продукція та продовольча сировина
26.	27. Нафтопродукти
27.	28. Будівельні матеріали, вироби та конструкції
28.	29. Труби та балони
29.	30. Готельні послуги та послуги харчування, що надаються суб'єктами туристичної діяльності
30.	31. Засоби індивідуального захисту працівників
31.	32. Хімічні джерела струму
32.	33. Техніка радіаційна
33.	35. Зброя вогнепальна мисливська та спортивна
34.	36. Вироби піротехнічні побутові
35.	37. Кабельно-провідникова продукція
36.	38. Арматура трубопровідна

Крім того у повному переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні приведені: коди товарної номенклатури ДКПП, УКТЗЕД; позначення нормативних документів, на відповідність яким проводиться сертифікація; нормативні документи (номер пункту або показники), що встановлюють обов'язкові вимоги.

Обов'язкова сертифікація продукції в системі УКРСЕПРО проводиться відповідно до затверджених наказом Держспоживстандарту «Правил обов'язкової сертифікації однорідних видів продукції (послуг)» (таблиця 15.3.).

Таблиця 15.3.

Групи продукції на які встановлені «Правила обов'язкової сертифікації однорідних видів продукції (послуг)»

№ п/п	Група однорідної продукції	Дата та номер наказу
1.	Тютюнові вироби	13 вересня 1996 р. № 378
2.	Алкогільні напої	13 вересня 1996 р. № 379
3.	Нафта та нафтопродукти	16 січня 1997 р. № 19

Подовження таблиці 15.3.

4.	Дорожні транспортні засоби, їх складові та приладдя	25 січня 2002 р. № 48
5.	Машини сільськогосподарські для рослинництва, тваринництва, птахівництва і кормо виробництва	17 січня 1997 р. № 24
6.	Кранова продукція	24 січня 1997 р. № 37
7.	Обладнання металообробне та деревообробне	7 квітня 1997 р. № 186
8.	Технічні засоби охоронної та охоронно-пожежної сигналізації	10 квітня 1997 р. № 191
9.	Будівельні матеріали, вироби та конструкції	12 квітня 1997 р. № 192
10.	Засоби обчислювальної техніки	25 червня 1997 р. № 366
11.	Продукція протипожежного призначення	27 червня 1997 р. № 374
12.	Послуги з ремонту та технічного обслуговування дорожніх транспортних засобів та їх складових	28 серпня 1997 р. № 520
13.	Електрообутове та аналогічне обладнання і комплектувальні вироби	12 вересня 1997 р. № 567
14.	Труби та балони	12 грудня 1997 р. № 777
15.	Послуги харчування	27 січня 1999 р. № 37
16.	Готельні послуги	27 січня 1999 р. № 37
17.	Послуги автомобільного транспорту	19 березня 1999 р. № 119/156
18.	Засоби індивідуального захисту працюючих	14 червня 1999 р. № 322

### 3. Моделі (схеми) сертифікації продукції в Україні

Порядок проведення робіт у процесі обов'язкової сертифікації продукції [45, 46] в системі УКРСЕПРО відбувається відповідно до прийнятої моделі (схеми) (таблиця 15.4.). При цьому розрізняють сертифікацію одиничного виробу (або партії продукції), та сертифікацію продукції, яка випускається серійно.

Таблиця 15.4.

## Моделі (схеми) сертифікації продукції в системі УКРСЕПРО

Модель (схема) сертифікації продукції	Обов'язкові види робіт, які проводяться за обраною схемою						Документи, які видаються за результатами сертифікації, термін дії сертифікату
	Аналіз документації	Обстеження виробництва	Атестація виробництва	Сертифікація системи менеджменту якості (СМЯ)	Сертифікаційні випробування зразків продукції	Технічний нагляд на період дії сертифікату	
Одинична партія продукції (одиничний виріб)	не проводиться	не проводиться	не проводиться	не проводиться	Випробування зразків продукції	не проводиться	Сертифікат на конкретні заявлені вироби; в сертифікаті вказується конкретні заводські номери або розмір партії. Термін дії сертифікату до одного року.
Моделі (схеми) сертифікації продукції, що випускається серійно							
Схема на основі аналізу документації, представленої заявником	Проводиться аналіз документації на продукцію; додається документація по сертифікованій СМЯ	не проводиться	не проводиться	Підприємств о має сертифікован у СМЯ	Випробування зразків продукції у порядку, встановленому органом по сертифікації	Проводиться в продовж терміну дії сертифікату	Сертифікат відповідності. Термін дії сертифікату до одного року.
Схема на основі обстеження виробництва	На початок атестації виробництва необхідно мати комплект документації на продукцію і її виробництво	Проводиться за ініціативою заявника або за рішенням органу по сертифікації у порядку встановленому ДСТУ 3957-2000	не проводиться	не проводиться	Випробування зразків продукції у порядку, встановленому органом по сертифікації	Проводиться в продовж терміну дії сертифікату	Сертифікат відповідності. Термін дії сертифікату до двох років

Подовження таблиці 15.4

Схема на основі атестації виробництва	На початок атестації виробництва необхідно мати повний комплект документації на продукцію і її виробництво	Не проводиться	Проводиться за ініціативою заявника або за рішенням органу по сертифікації у порядку встановленому ДСТУ 3414-96	Не проводиться	Випробування зразків продукції у порядку, встановленому органом по сертифікації	Проводиться в продовж терміну дії сертифікату	Сертифікат відповідності. Термін дії сертифікату до трьох років
Схема з сертифікацією системи менеджменту якості	На початок атестації виробництва необхідно мати повний комплект документації на СМЯ	Не проводиться	Проведення аудиту на виробництві	Проводиться органом по сертифікації у порядку встановленому ДСТУ 3419-96	Випробування зразків продукції у порядку, встановленому органом по сертифікації	Проводиться в продовж терміну дії сертифікату	Сертифікат відповідності. Термін дії сертифікату до п'яти років

Для продукції іноземного виробництва, яка включена в «Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні», при перетині кордону України потрібен сертифікат відповідності, виданий відповідною організацією в Системі УКРСЕПРО. Без сертифікату відповідності перетин продукцією кордону України не допускається.

Сертифікація продукції іноземного виробництва здійснюється згідно з «Порядком проведення робіт з сертифікації продукції іноземного виробництва, що виготовляється серійно», затверджених наказом Держспоживстандарту № 633 від 18.08.98.

Порядок митного оформлення товарів, які підлягають обов'язковій сертифікації в Україні і завозяться на митну територію України, регламентований Постановою Кабінету Міністрів України від 14.05.2008 №446.

В загальному випадку проведення робіт зі сертифікації передбачає:

а) подачу в орган по сертифікації заявки на проведення сертифікації продукції з документацією для сертифікації та вказати модель (схему). Перелік документів, що додаються до заявки встановлюється в кожному конкретному випадку з урахуванням особливостей продукції, яка підлягає сертифікації.

Згідно з ДСТУ 3411-96 [43] органами з сертифікації можуть бути акредитовані державні організації, що мають статус юридичної особи та можуть бути визнані третьою стороною. Організація може бути акредитована як орган з сертифікації, якщо вона є незалежною від розробника, виробника, постачальника, споживача і має компетентність, яка дозволяє їй проводити сертифікацію у заявленій галузі акредитації. Діяльність органу з сертифікації здійснюється під керівництвом Національного органу з сертифікації на підставі укладеної з ним угоди;

б) в органі по сертифікації розглядається заявка на сертифікацію продукції, проводиться аналіз супровідної документації і ухвалюється рішення по заявці зі вказівкою моделі (схеми) сертифікації;

в) проводиться відбір і ідентифікація зразків продукції для сертифікаційних випробувань;

г) проводяться сертифікаційні випробування зразків продукції та аналіз отриманих результатів, на основі яких, ухвалюється рішення про можливість видачі сертифікату відповідності;

д) сертифікована продукція заноситься в реєстр системи УКРСЕПРО, видається сертифікат відповідності та укладається ліцензійна угода з замовником на основі «Типової ліцензійної угоди». Форма сертифікатів відповідності в системі УКРСЕПРО встановлюються ДСТУ 3498-96 [44] однаковою як для обов'язкової так і добровільної сертифікації.

е) проводиться технічний нагляд за сертифікованою продукцією.

У моделі *сертифікації* *одиночного виробу* (або партії продукції) передбачаються сертифікаційні випробування цього виробу (або партії) і видається сертифікат на конкретні заявлені

вироби; в якому вказується конкретні заводські номери або розмір партії. Термін дії цього сертифікату не перевищує одного року.

*Модель сертифікації серійної продукції на основі аналізу документації, представленої заявником без обстеження виробництва.*

При використанні даної схеми, сертифікат відповідності видається на підставі результатів аналізу документації, яку подає заявник, і позитивних результатів сертифікаційних випробувань зразків продукції, відібраної на підприємстві виробника або у постачальника. Термін дії сертифікату - до одного року.

Схема застосовується тільки для підприємств, які мають сертифіковану СМЯ (за стандартами серії ISO 9000). Для цього підприємство надає додаткову документацію яка стосується СМЯ і включає: процедури, інструкції по організації вхідного контролю матеріалів, сировини і комплектуючих, вихідного контролю готової продукції, протоколи випробувань готової продукції.

Технічний нагляд в період дії сертифікату відповідності включає періодичне проведення контрольних випробувань зразків продукції і при необхідності проведення перевірки виробництва.

*Модель сертифікації серійної продукції з обстеженням виробництва.*

Порядок проведення робіт по обстеженню виробництва встановлений в ДСТУ 3957-2000 [45].

Перед проведенням цих робіт Заявник разом із Заявкою повинен подати в Орган сертифікації комплект документів відповідно до переліку.

Результати робіт по обстеженню виробництва передбачають здобуття кількісної оцінки стабільності показників продукції, визначення відповідності фактичного стану виробництва вимогам документації, підтвердження можливості підприємства виготовляти продукцію відповідно до вимог нормативних документів, що діють в Україні, і визначення порядку проведення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції.

При позитивних результатах обстеження виробництва і позитивних сертифікаційних випробувань зразків продукції видається сертифікат відповідності на термін до двох років.

*Модель сертифікації серійної продукції з атестацією виробництва.*

Атестація виробництва проводиться органом по сертифікації продукції у порядку встановленому ДСТУ 3414-96 [62]. Перед проведенням цих робіт Заявник разом із Заявкою повинен подати в орган сертифікації повний комплект технічної документації на продукцію і її виробництво (включаючи нормативну документацію, конструкторську документацію, або документацію, що визначає склад продукції, технологічну документацію). Склад технічної документації визначається особливостями продукції і технологією її виробництва.

Атестація виробництва передбачає отримання кількісної оцінки стабільності показників продукції з параметрами, що відповідають вимогам нормативних документів, і визначення порядку проведення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції.

При позитивних результатах атестації виробництва і позитивних сертифікаційних випробуваннях видається сертифікат відповідності на продукцію на термін дії до трьох років.

Сертифікація продукції за схемою з атестацією виробництва в системі УКРСЕПРО для іноземних виробників що імпортують продукцію в Україну, як правило, не рекомендується і проводиться дуже рідко. Це пояснюється тим, що вимоги до комплекту документів і вмісту інструкції по атестації технічних можливостей, які регламентуються ДСТУ 3414-96 [62], досить складні і суттєво відрізняються від вимог, що пред`являються до СМЯ (ISO 9001).

Тому для виробників за межами України буває дуже не просто розробити цей комплект документів. І, у випадку, коли на виробництві вже запроваджена СМЯ, сертифікована за ISO 9001, набагато простіше провести сертифікацію продукції в системі УКРСЕПРО за схемою що передбачає сертифікацією системи менеджменту якості.

*Модель сертифікації серійної продукції за схемою з сертифікацією СМЯ.*

Сертифікація (оцінка) СМЯ проводиться з метою підтвердження відповідності системи управління якістю підприємства вимогам ДСТУ ISO 9001 – 2001. Роботи проводяться органами, акредитованими в Системі УКРСЕПРО у порядку, встановленому ДСТУ 3419-96 [46].

Сертифікація СМЯ забезпечує впевненість в тому, що: виробник здатний постійно випускати продукцію, яка стабільно відповідає вимогам нормативних документів; всі чинники, що впливають на якість продукції, знаходяться під постійним контролем; підприємство постійно приймає заходи щодо запобігання виготовлення продукції незадовільної якості; поліпшення якості продукції і поліпшення задоволеності замовників є органічною складовою діяльності підприємства.

Процес сертифікації СМЯ виробництва складається з наступних етапів:

- на підставі опитувальної анкети проводиться попередня (заочна) оцінка СМЯ;
- остаточна перевірка і оцінка СМЯ, яка передбачає проведення аудиту виробництва;
- реєстрація та видача сертифікату на СМЯ;
- технічний нагляд за сертифікованою СМЯ виробництва, який здійснюється органом по сертифікації впродовж терміну дії сертифікату.

При позитивних результатах сертифікації заявникові видається сертифікат на СМЯ, термін дії якого до 5 років.

Проведення випробувань з метою сертифікації.

Випробування продукції з метою сертифікації в системі УКРСЕПРО проводяться випробувальними лабораторіями (центрами), акредитованими Національним Агентством з Акредитації України відповідно до вимог національного стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025 [53] на право проведення видів випробувань, які передбачені нормативними документами на продукцію, або на право проведення випробувань цієї продукції. Ці лабораторії (центри) включаються до списку, який заноситься у Реєстр. При цьому, акредитованою може бути



будь-яка лабораторія, що виявила бажання пройти акредитацію, незалежно від її галузевої підпорядкованості та форм власності.

Основними вимогами до випробувальної лабораторії в системі УКРСЕПРО є її технічна компетентність та незалежність від розробників, виробників (постачальників) та споживачів (покупців) продукції (процесів, послуг). За діяльністю акредитованих випробувальних лабораторій здійснюється інспекційний контроль Держспоживстандартом України (органом з акредитації) або за його дорученням – територіальними центрами стандартизації, метрології та сертифікації.

Зразки (проби) продукції для випробувань, їх кількість і правила відбору встановлює орган по сертифікації продукції в залежності від виду продукції. Замовник подає всю технічну документацію на продукцію, склад якої встановлюється Орган по сертифікації.

*Випробування з метою сертифікації імпортової продукції проводяться тими ж, що і вітчизняна продукція, випробувальними лабораторіями (центрами), акредитованими в системі УКРСЕПРО.*

У разі отримання негативних результатів випробування хоча б по одному з показників, як для імпортової так і для вітчизняної продукції, сертифікаційні випробування припиняються, інформація про негативні результати передається заявникові і в Орган по сертифікації, який анулює заявку. Повторні випробування проводяться тільки після подання нової заявки і надання в Орган по сертифікації переконливих доказів про проведення підприємством заходів, які усунули причин, що викликали невідповідність продукції.

Технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції.

Проведення технічного нагляду, за змістом робіт близько до процедур обстеження виробництва або атестації виробництва чи перевірки СМЯ виробництва (залежно від застосованої схеми сертифікації продукції).

Технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції і функціонуванням сертифікованої СМЯ виробництва

здійснюється, як правило, на протязі терміну дії сертифікатів. При цьому проводяться контрольні випробування сертифікованої продукції.

Періодичність контрольних випробувань, їх обсяг і порядок проведення, періодичність оцінки стану виробництва, а також ефективності функціонування атестованого виробництва або сертифікованої системи управління якістю виробництва встановлює Орган по сертифікації у кожному конкретному випадку. Для цього ним розробляється програма технічного нагляду. У відповідності з цією програмою проводиться технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції (СМЯ), як правило – один раз на рік.

Результати контрольних випробувань, проведених під час технічного нагляду, можуть бути враховані при видачі сертифікату відповідності на новий термін.

Взаємне визнання результатів робіт з сертифікації

Україною укладено двосторонні міжурядові Угоди про співробітництво в сфері стандартизації, метрології та сертифікації більш ніж з 30 країнами світу. Але взаємне визнання результатів робіт з сертифікації (сертифікатів відповідності) перш за все вимагає гармонізації нормативної бази. На сучасний момент нормативна база України значно відрізняється від аналогічних документів як Європейського союзу так і більшості інших країн.

Тому угоди про взаємне визнання результатів робіт по сертифікації укладено перш за все з країнами – колишніми республіками СРСР, з якими Україна має загальну нормативну базу (стандарти СРСР). Це: Російська Федерація, Республіка Білорусь, Республіка Узбекистан, Республіка Вірменія, Киргизька Республіка, Грузія, Азербайджанська Республіка, Республіка Казахстан, Туркменістан, Республіка Молдова, Республіка Таджикистан. При цьому, визнання сертифікатів відповідності, виданих країнами СНД, поширюється лише на продукцію, що виробляється в цих країнах.

Система УКРСЕПРО не передбачає можливість визнання сертифікатів відповідності, виданих в Росії або іншій країні

СНД, на продукцію, вироблену в третій країні, наприклад, в Європі.

***Питання для перевірки знань студентів.***

1. Яка продукція підлягає обов'язковій сертифікації в системі УКРСЕПРО?
2. Які цілі ставить підприємство у процесі добровільної сертифікації?
3. Поясніть поняття «сертифікація» продукції.
4. Ким повинні проводитися випробування з метою обов'язкової сертифікації в системі УКРСЕПРО?
5. Які підприємства, організації, інші юридичні особи мають право проводити добровільну сертифікацію?
6. Які організації входять до складу системи УКРСЕПРО?
7. Наведіть переваги кожної з моделей (схем) сертифікації в системі УКРСЕПРО.
8. З яких етапів складається процес сертифікації СМЯ виробництва?
9. Які основні вимоги висуваються до випробувальної лабораторії в системі УКРСЕПРО?
10. Від чого залежить зміст робіт з технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції?

**ТЕСТИ**  
**для самоконтролю знань**  
**з курсу «Основи стандартизації та управління якістю»**

1. Стандартизація, яка проводиться на рівні однієї конкретної держави:
  - А) державна;
  - Б) регіональна;
  - В) галузева;
  - Г) національна;
  - Д) міжнародна.
2. Документ, що встановлює правила, загальні принципи чи характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів:
  - А) нормативно - технічний документ;
  - Б) нормативний документ;
  - В) стандарт;
  - Г) кодекс ustalеної практики.
3. Стандарти колишнього СРСР до часу їх заміни або скасування застосовуються як:
  - А) ГСТУ
  - Б) ДСТУ
  - В) СТТУ
  - Г) СТП
4. Головні ряди переважних чисел:
  - А) R5, R10, R20, R40;
  - Б) R5, R10;
  - В) R20, R40;
  - Г) R10, R20, R40, R80;
  - Д) R80, R160.
5. Відповідно до рекомендацій МЕК в радіоелектроніці найбільш широко використовують ряди переважних чисел:
  - А) E3, E6, E12, E24;
  - Б) ряди E;
  - В) ступінчаті;
  - Г) Ra5, Ra10, Ra20, Ra40.
6. Метод створення машин, приладів та обладнання з окремих стандартних уніфікованих вузлів, які багаторазово

використовуються при створенні різних виробів на підставі геометричної та функціональної взаємозамінності:

- А) уніфікація;
- Б) взаємозамінність;
- В) агрегування;
- Г) комплексна стандартизація.

7. Міжнародні стандарти ISO та МЕК:

- А) носять характер рекомендацій;
- Б) обов'язкові для виконання країнами – членами ООН;
- В) обов'язкові для виконання всіма країнами;
- Г) обов'язкові для економічно розвинутих країн.

8. Теоретичною базою сучасної стандартизації є:

- А) теорія ймовірності;
- Б) ряди переважних чисел;
- В) теорія масового обслуговування;
- Г) керівні документи Держстандарту.

9. Функціонування системи стандартизації України здійснює:

- А) Кабінет міністрів України;
- Б) Міждержавна Рада зі стандартизації країн СНД;
- В) УкрСЕПРО;
- Г) Держстандарт України;
- Д) ISO.

10. Стандартизація, участь в якій є відкритою для відповідних органів усіх країн:

- А) міждержавна;
- Б) регіональна;
- В) країн, які приймають участь;
- Г) міжнародна.

11. Затвердження та реєстрація стандарту:

- А) надання позначення стандарту;
- Б) умова розробки стандарту;
- В) стадія розробки стандарту.
- Г) надання категорії стандарту.

12. Основний уповноважений орган, який здійснює держнагляд за виконанням стандартів в промисловості:

- А) Кабінет міністрів;
- Б) Держстандарт;

- В) Міністерство економіки;
- Г) Міністерство зовнішньоекономічної діяльності.

13. Об'єктами стандартизації є:

- А) продукція державних підприємств;
- Б) товари широкого вжитку;
- В) продукція приватних підприємств;
- Г) експортна продукція;
- Д) всі варіанти вірні.

14. ДСТУ є обов'язковим:

- А) для всіх організацій і установ України;
- Б) для державних підприємств;
- В) для всіх підприємств і організацій, які діють на території

України;

Г) для приватних підприємств, які випускають продукцію народного споживання.

15. Ряди переважних чисел базуються на основі:

- А) геометричної прогресії;
- Б) арифметичної прогресії;
- В) випадкових величин;
- Г) вірні варіанти А) і Б);
- Д) вірні варіанти А), Б), В).

16. Кількість переважних чисел в десятинному інтервалі для ряду  $R_{10}$  складає:

- А) 5;
- Б) 10;
- В) 15;
- Г) 20.

17. Ряди переважних чисел  $R_a$  вираховуються за формулою:

- А)  $a_i = a_1 + q$ ;
- Б)  $a_i = a_1 \times q$ ;
- В)  $a_i = a_1 \times q^{n-1}$ ;
- Г)  $a_i = a_1 + q^n$ .

18. Продукція, що витрачається при використанні:

- А) сировина і матеріали;
- Б) сировина та природне паливо;

- В) вироби, що ремонтуються;  
Г) сировина, природне паливо, матеріали та продукти і вироби, що витрачаються;  
Д) вироби, що не ремонтуються.
19. Органолептичний метод оцінювання якості:  
А) використовується при оцінці якості тільки разом з інструментальним методом;  
Б) не використовується при оцінці якості;  
В) є різновидністю експертного методу;  
Г) використовується самостійно як метод вимірювання;  
Д) один з соціологічних методів.
20. Оцінка якості визначає кількісно:  
А) відносну якість;  
Б) технічний рівень якості;  
В) рівень якості;  
Г) показник якості;  
Д) ознаку продукції.
21. Якісна або кількісна характеристика властивостей чи станів продукції:  
А) параметр;  
Б) показник;  
В) ознака;  
Г) дефект;  
Д) споживча властивість.
22. Необхідні умови забезпечення якості:  
А) людські;  
Б) технологічні;  
В) адміністративні;  
Г) людські, технологічні, адміністративні;  
Д) технологічні, людські.
23. Ряди переважних чисел використовують для встановлення значень параметрів продукції:  
А) промислового призначення;  
Б) побутового призначення;  
В) технічних виробів;  
Г) для будь-якої продукції.
24. Для оцінки рівня якості продукції використовують методи:

- А) експертний;
- Б) розрахунковий;
- В) соціологічний;
- Г) експертний, розрахунковий, соціологічний;
- Д) розрахунковий, соціологічний.

25. Ряд чисел 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0 – це ряд переважних чисел:

- А) R5;
- Б) R10;
- В) R20;
- Г) R40;
- Д) R80.

26. Приведені числа переважного ряду в інтервалі значень від 1,0 до 10 - 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0 наведіть числа цього ряду для інтервалу від 0,1 до 1,0:

- А) 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,8; 1,0;
- Б) 0,1; 0,16; 0,25; 0,40; 0,63; 1,0;
- В) 0,1; 0,25; 0,35; 0,40; 1,0;
- Г) 0,1; 0,16; 0,25; 0,63; 1,0;

27. Оптимальний рівень якості продукції для споживача порівняно з оптимальним рівнем для виробника:

- А) вищий;
- Б) нижчий;
- В) однакові;
- Г) не пов'язані між собою;
- Д) вищий або нижчий в залежності від обставин.

28. Показники призначення продукції:

- А) довжина, собівартість, технологічна трудомісткість;
- Б) колір, вага, ціна;
- В) швидкість, місткість кузова, висота підйому;
- Г) всі наведені.

29. Показники надійності:

- А) швидкість, собівартість;
- Б) напрацювання на відмову; коефіцієнт готовності;
- В) ціна, собівартість, габарити;
- Г) вірні варіанти А) і Б).

30. Ергономічні показники якості характеризують відповідність продукції:



- А) силовим можливостям людини;
- Б) енергетичним можливостям людини;
- В) економічним можливостям людини;
- Г) Вірні відповіді А) і Б);
- Д) Вірні відповіді А), Б) і В).

31. До об'єктивних методів оцінки якості продукції відносять:

- А) розрахунковий;
- Б) експертний;
- В) соціологічний;
- Г) експериментальний;
- Д) вірні відповіді А) і Г);
- Е) вірні відповіді Б) і Г).

32. Економічні показники якості продукції це:

А) ціна, виробнича собівартість, питомі витрати на одиницю продукції;

Б) питомі витрати електроенергії на одиницю продукції, технологічна трудомісткість;

В) матеріалосміність продукції, коефіцієнт використання матеріалу, габаритні розміри;

Г) всі варіанти вірні.

33. Базові (еталонні) показники якості це:

А) прогнозні показники якості продукції;

Б) рекомендовані міжнародними організаціями;

В) найкращі показники досягнуті на цей час;

Г) прогресивні показники стандартів і технічних умов;

Д) всі відповіді вірні.

34. Коефіцієнт вагомості показника якості:

А) показує наскільки важливий показник у сукупності параметрів, які характеризують якість;

Б) відноситься тільки до показників призначення (наприклад ваги);

В) рідко використовується для оцінки рівня якості продукції;

Г) використовується тільки в експертному методі оцінки.

35. Соціологічний метод використовується для визначення:

А) показників якості товарів приватних підприємств;

Б) чисельних значень показників призначення;

- В) показників якості товарів широкого вжитку;  
 Г) тільки показників харчової промисловості.

36. Посадка виконана в системі вала:

$$\text{А) } \frac{H8}{f7}; \text{ Б) } \frac{H8}{h7}; \text{ В) } \frac{F8}{f7}; \text{ Г) } \frac{E8}{h8}.$$

37. Посадка виконана в системі отвору:

$$\text{А) } \frac{E8}{f7}; \text{ Б) } \frac{H8}{h7}; \text{ В) } \frac{F8}{f7}; \text{ Г) } \frac{E8}{h8}.$$

38. Позасистемна посадка:

$$\text{А) } \frac{H8}{f7}; \text{ Б) } \frac{H8}{h7}; \text{ В) } \frac{F8}{f7}; \text{ Г) } \frac{E8}{h8}.$$

39. Основна умова отримання посадки з гарантованим натягом:

$$\text{А) } D_{\max} < d_{\min}; \text{ Б) } D_{\min} > d_{\max}; \text{ В) } D_{\min} < d_{\min}; \text{ Г) } d_{\max} > D_{\max} > d_{\min}.$$

40. Основна умова отримання посадки з гарантованим зазором:

$$\text{А) } d_{\max} > D_{\max} > d_{\min}; \text{ Б) } D_{\min} > d_{\max}; \text{ В) } D_{\max} < d_{\min}; \text{ Г) } D_{\max} < d_{\min}.$$

41. Основна умова отримання перехідної посадки:

$$\text{А) } d_{\max} > D_{\max} > d_{\min}; \text{ Б) } D_{\min} > d_{\max}; \text{ В) } D_{\max} < d_{\min}; \text{ Г) } D_{\max} < d_{\min}.$$

42. Гарантований зазор якої посадки більше:

$$\text{А) } \frac{H8}{f8}; \text{ Б) } \frac{H8}{c8}; \text{ В) } \frac{H8}{d8}; \text{ Г) } \frac{H8}{e8}.$$

43. Гарантований натяг якої посадки більше:

$$\text{А) } \frac{H7}{r6}; \text{ Б) } \frac{H7}{p6}; \text{ В) } \frac{H7}{s6}; \text{ Г) } \frac{H7}{u6}.$$

44. Середній натяг якої посадки більше:

$$\text{А) } \frac{H8}{f8}; \text{ Б) } \frac{H8}{f7}; \text{ В) } \frac{H8}{f6}; \text{ Г) } \text{величина середнього натягу}$$

однакова для всіх наведених посадок.

45. Середній зазор якої посадки більше:

А)  $\frac{H7}{s8}$ ; Б)  $\frac{H7}{s7}$ ; В)  $\frac{H7}{s6}$ ; Г) величина середнього зазору

однакова для всіх наведених посадок.

46. Гарантований зазор якої посадки більше:

А)  $\frac{H8}{f7}$ ; Б)  $\frac{H8}{c6}$ ; В)  $\frac{H8}{d8}$ ; Г)  $\frac{H8}{e7}$ .

47. Гарантований натяг якої посадки більше:

А)  $\frac{H7}{r8}$ ; Б)  $\frac{H7}{p6}$ ; В)  $\frac{H7}{s7}$ ; Г)  $\frac{H7}{u6}$ .

48. Об'єктами стандартизації є:

А) продукція, процеси та послуги, зокрема матеріали, складники;

Б) обладнання, системи, їх сумісність;

В) правила, процедури, функції, методи чи діяльність;

Г) всі відповіді вірні.

49. У відповідності з якими нормативними документами здійснює свою діяльність Держстандарт України?

А) стандартами ДСТУ ISO серії 9000;

Б) Законом України «Про захист прав споживачів»;

В) Декретом Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію» і Законом України «Про стандартизацію»;

Г) домовленостями про проведення узгодженої політики в області стандартизації, метрології і сертифікації в рамках міждержавної ради країн СНД.

50. Забезпечення сумісності, взаємозамінності, надійності, норм безпеки та екологічних вимог, єдності характеристик і властивостей якості продукції, процесів і послуг – це:

А) випробування продукції;

Б) сертифікація продукції і систем управління якістю;

В) стандартизація;

Г) система управління якістю продукції.

## Питання для проведення модульного контролю

### Модуль 1

1. Предмет і задачі курсу «Основи стандартизації і управління якістю».
2. Історія розвитку стандартизації.
3. Законодавча база стандартизації.
4. Організація робіт по стандартизації продукції на Україні.
5. Задачі, обов'язки і права Держстандарту України по сертифікації продукції і стандартам.
6. Структура органів Держстандарту України.
7. Головні напрямки розвитку стандартизації.
8. Наукові і теоретичні основи сучасної стандартизації.
9. Науково - технічна інформація як основа розвитку прогресивної стандартизації.
10. Рівні стандартизації продукції: міжнародний, національний, державний, галузевий, окремого підприємства.
11. Комплексні системи стандартизації.
12. Випереджаюча стандартизація, економічна ефективність стандартів з перспективними параметрами.
13. Порядок розробки і впровадження стандартів.
14. Галузеві системи стандартизації.
15. Організація контролю за додержанням стандартів, ТУ і правил метрології.
16. Єдина система конструкторської документації - ЕСКД. Головні вимоги до документації.
17. Технологічна стандартизація виробів і оснастки.
18. Уніфікація, типізація і стандартизація технологічних процесів.
19. Взаємозамінність – основа сучасного машинобудування.
20. Допуски та посадки в машинобудуванні.
21. Методика визначення ефективності стандартизації.
22. Стандартизація як основа управління якістю продукції на підприємстві.

23. Визначення оптимального рівня уніфікації і стандартизації продукції.

24. Розрахунок площинних розмірних ланцюгів.

Модуль 2

1. Задачі, які вирішує метрологія.

2. Шкали вимірювань.

3. Закони розподілення величин.

4. Похибки вимірювань.

5. Якість продукції, чинники та показники, які впливають на її підвищення.

6. Класифікація показників якості.

7. Методи визначення якості продукції та її технічного рівня.

8. Сертифікація продукції. Основні терміни та визначення.

9. Системи сертифікації: сертифікат заяви та сертифікат підтвердження.

10. Міжнародна система сертифікації продукції. Міжнародні організації по стандартизації та сертифікації продукції.

11. Організація роботи на Україні по сертифікації продукції.

12. Напрямки розвитку робіт по сертифікації продукції на Україні.

13. Статистичні методи контролю якості при сертифікації продукції.

14. Методика випадкового відбору проб при сертифікації продукції.

15. Визначення зв'язку між якістю технічних виробів та якістю технології їх виробництва.

12. Головні інструменти контролю якості продукції.

13. Діаграма Парето.

14. Діаграма К. Ісікави.

15. Контрольні карти.

16. Методи аналізу форм дефектів, їх наслідків та критичності.

## Глосарій

**Агрегатування** – це метод створення нових машин, приладів, обладнання, виробів шляхом компоновки їх з окремих стандартних або уніфікованих вузлів, деталей і механізмів, які багаторазово використовуються при створенні різної продукції на підставі геометричної та функціональної взаємозамінності.

**Базовий показник (якості)** – це показник, притаманний зразку продукції, який прийнято в якості еталона.

**Безвідмовність** – властивість об'єкта безперервно зберігати працездатний стан на протязі певного часу або виконувати певний обсяг роботи без відмов.

**Бракування** – дія, яку виконують з невідповідною продукцією, щоб не допустити її передбачене використання.

**Випереджуюча стандартизація** – встановлення підвищених норм та вимог до параметрів об'єктів стандартизації, які згідно з науковими прогнозами будуть оптимальними у майбутньому.

**Взаємозамінність** – це принцип конструювання, виробництва, експлуатації та ремонту виробів, який забезпечує можливість зборки (або заміни при ремонті) незалежно виготовлених деталей, що утворюють сполучення у збірних одиницях і агрегатах при виконанні вимог, які встановлюються до точності геометричних, механічних, електричних та інших параметрів якості, за якими експлуатаційні показники роботи виробу повинні бути оптимальними та знаходитися в заданих межах.

**Верхнє межове відхилення** - алгебраїчна різниця між найбільшим межовим розміром та номінальним розміром. Умовно позначається  $es$  ( $es = d_{нб} - d_N$ ) - для валу та  $ES$  ( $ES = D_{нб} - D_N$ ) - для отвору.

**Відносний показник якості** – це відношення одиничного (комплексного)  $P_i$  показника якості продукції, що оцінюється, до базового  $P_o$  показника.

**Вимога** означає – сформульована потреба або очікування, загальнозрозумілі або обов'язкові.

**Властивість продукції** – це об’єктивна особливість продукції, яка проявляється при її створенні, експлуатації або використанні.

**Дефект** – невиконання заданої або очікуваної вимоги, що стосується продукції (послуги), включаючи вимогу безпеки.

**Дійсний розмір** – розмір, який встановлено в результаті вимірів із допустимою похибкою.

**Довговічність** - властивість об’єкта зберігати працездатність до межового стану при дотриманні встановленої системи технічного обслуговування та ремонтів.

**Допуск** – різниця між найбільшим та найменшим межовими розмірами або абсолютна величина алгебраїчної різниці між верхнім та нижнім відхиленням. Умовно позначається  $T_d$  ( $T_d = d_{но} - d_{нм}$ ) - для валу та  $T_D$  ( $T_D = D_{но} - D_{нм}$ ) - для отвору.

**Допуск посадки**  $T_{\Delta}$  — різниця між найбільшим та найменшим зазором або натягом

**Зазор** – різниця розмірів отвору та валу, якщо розмір отвору більше розміру валу.

**Зберігаємість** – здатність виробу зберігати працездатність до початку експлуатації.

**Знак відповідності** – захищений у відповідному порядку знак, який застосовується або видається у відповідності із правилами системи сертифікації.

**Зсунуті ряди** – ряди параметрів та розмірів, які утворюються з основних або додаткових починаючи з  $n^{20}$  члена ряду.

**Інтегральний показник якості** – це комплексний показник, який відображає співвідношення загального корисного ефекту від експлуатації або використання продукції  $\sum \Pi$  до загальних витрат  $\sum B$  на її розробку, виготовлення та експлуатацію.

**Кваліметрія** – наукова дисципліна, яка вивчає методологію і проблематику кількісної оцінки якості.

**Керівні нормативні документи** (КНД) - нормативно - технічні документи, які встановлюють норми, правила, вимоги

організаційно – методичного характеру (методичні вказівки, методики розрахунків, методики вимірювань та випробувань, положення про служби та інші).

**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.

**Коефіцієнт готовності** – доля часу, протягом якого виріб знаходиться в працездатному стані в сталому процесі експлуатації

**Комплексна стандартизація** продукції – це встановлення та застосування взаємопов'язаних за рівнем вимог до якості готових виробів, а також до необхідної для їх виготовлення сировини, матеріалів, комплектуючих, вузлів і всього комплексу процесів, які забезпечують створення і доведення продукції до споживача та її оптимальне використання.

**Комплексний показник якості** відноситься до двох або декількох властивостей продукції.

**Межові розміри** – два гранично допустимі розміри, між якими повинен знаходитися або яким може бути рівним дійсний розмір годної деталі.

**Межове відхилення** – алгебраїчна різниця між межовим та номінальним розміром. Розрізняють верхнє та нижнє межове відхилення.

**Метод повної взаємозамінності** – це метод, за яким потрібна точність замикаючої ланки розмірного ланцюга досягається при включенні в нього або заміні в ньому будь-якої ланки без вибору або підгонки розміру.

**Надійність** – це властивість технічних об'єктів виконувати свої функції і зберігати на протязі часу величини встановлених експлуатаційних показників в потрібних межах при дотриманні певних режимів роботи, умов зберігання, транспортування, використання, технічного обслуговування та ремонтів. Термін «надійність» вживається лише для загального описування в не кількісних термінах.



**Нижнє межове відхилення** - алгебраїчна різниця між найменшим межовим розміром та номінальним розміром. Умовно позначається  $ei$  ( $ei = d_{нм} - d_N$ ) - для валу та  $EI$  ( $EI = D_{нм} - D_N$ ) - для отвору.

**Номінальний розмір** - розмір який приймається за початок відрахування і відносно якого визначаються межові розміри

**Нормативний документ** - документ, що встановлює правила, загальні принципи чи характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів. Цей термін охоплює такі поняття, як «стандарт», «кодекс ustalеної практики» та «технічні умови».

**Натяг** - різниця розмірів валу та отвору до зборки, якщо розмір валу більше розміру отвору.

**Найбільший натяг** - різниця між найбільшим межовим розміром валу та найменшим межовим розміром отвору  $N_{нб} = d_{нб} - D_{нм}$ .

**Найменший натяг** - різниця між найменшим межовим розміром валу та найбільшим межовим розміром отвору  $N_{нм} = d_{нм} - D_{нб}$ .

**Найбільший зазор** - різниця між найбільшим межовим розміром отвору та найменшим межовим розміром валу  $S_{нб} = D_{нб} - d_{нм}$ .

**Найменший зазор** - різниця між найменшим межовим розміром отвору та найбільшим межовим розміром валу  $S_{нм} = D_{нм} - d_{нб}$ .

**Одиничний показник якості** відноситься тільки до однієї з властивостей продукції.

**Основополагаючі стандарти** регламентують організаційно - методичні та загально технічні положення, термінологію для певної галузі стандартизації, а також норми і правила, які забезпечують узгодженість різних видів діяльності в процесі розробки, виробництва, транспортування ті утилізації продукції, охорону навколишнього середовища, безпеку продукції.

**Основний отвір** - отвір, основне (нижнє) відхилення якого дорівнює нулю.

**Основний вал** - вал, основне (верхнє) відхилення якого дорівнює нулю

**Ознака (параметр) продукції** – це чисельна або якісна характеристика будь-яких властивостей чи станів продукції.

**Параметр продукції** – ознака продукції, яка кількісно характеризує її певні властивості.

**Переважні числа** – числа яким необхідно надавати перевагу порівняно з усіма іншими для встановлення величини параметрів об'єктів стандартизації (вимірювальної та випробувальної техніки, конструкцій і технологій, послуг і товарів, складових частин, матеріалів і сировини та інше).

**Похідні ряди** – ряди параметрів та розмірів, які утворюються з основних ( $R 5 ; R 10 ; R 20 ; R 40$ ) або додаткових ( $R 80 ; R 160$ ) за допомогою відбору кожного  $n^{20}$  члена ряду.

**Продукція** – результат процесу або діяльності підприємства. Цей результат може бути у вигляді послуги, переробних матеріалів, обладнання, інтелектуальної продукції або комбінації з них.

**Проект** – єдиний процес, що складається з сукупності скоординованих та контрольованих видів діяльності з датами початку та закінчення, здійснюється для досягнення мети, яка відповідає конкретним вимогам, і містить обмеження щодо термінів, вартості та ресурсів.

**Показник якості** – кількісна характеристика властивості продукції, яка входить в склад її якості і яка розглядається стосовно до певних умов її розробки, виробництва, експлуатації або використання.

**Посадка** - характер сполучення деталей, який визначається величиною зазорів або натягів у з'єднанні.

**Посадка з зазором** - посадки, при яких у сполученнях деталей забезпечується зазор, що характеризує більшу або меншу свободу відносного переміщення деталей.

**Посадка з натягом** - посадки, при яких у сполученнях деталей забезпечується натяг, що характеризує більшу або меншу ступінь спротиву взаємному відносному переміщенню деталей.

**Посадки в системі валу** - це посадки, в яких потрібні зазори або натяги отримують сполученням різних отворів із основним валом.

**Посадки в системі отвору** – це посадки, в яких потрібні зазори або натяги отримують сполученням різних валів із основним отвором.

**Перехідними посадками** називаються посадки, при яких у сполученнях деталей можливо отримати як найбільший зазор, так і найбільший натяг.

**Придатна продукція** – продукція, що задовольняє всім встановленим вимогам.

**Ремонт** – дія, яку виконують з невідповідною продукцією, щоб зробити її придатною для передбаченого використання.

**Ремонтпридатність** – властивість об'єкта, яка полягає в його пристосованості до попередження, виявлення та усунення відмов і пошкоджень при технічному обслуговуванні та ремонті.

**Розрахунковий** метод визначення чисельних значень показників якості продукції базується на використанні розрахунків на основі відомих теоретичних або емпіричних залежностей і даних, які отримані іншими методами.

**Системою допусків** є закономірно побудована сукупність допусків та посадок.

**Соціологічний** метод визначення чисельних значень показників якості продукції базується на збиранні та аналізі відгуків про неї фактичних або можливих споживачів продукції.

**Стандарти на продукцію та послуги** встановлюють технічні вимоги до певного виду в процесі її виробництва, поставки або використання. Вони встановлюють способи контролю та випробувань, вимоги до упаковки, маркування, зберігання продукції або якості послуг.

**Стандарти на процеси** встановлюють вимоги до послідовності та методів виконання окремих операцій (робіт) у певних процесах, які використовуються в різних видах діяльності.

**Стандарти на методи контролю** визначають технічні засоби, послідовність операцій, способи контролю (вимірювань, випробувань, аналізу) продукції, послуг, процесів.

**Ступінчаті ряди** – будуються з використанням різних геометричних або арифметичних прогресій для певних інтервалів ряду.

**Систематичні помилки** – постійні за величиною та напрямком або ж ті що змінюються по визначеному закону.

**Система якості** - сукупність технічних та організаційних заходів, які необхідні для забезпечення стабільно високої якості виробів при найнижчих можливих витратах.

**Сертифікація** в загально прийнятій міжнародній термінології визначається як встановлення відповідності. В перекладі з латинської «сертифікація» означає «зроблено вірно» (*certum* – вірно, *facere* – робити).

**Сертифікат відповідності** – документ, оформлений у відповідності з правилами системи сертифікації, який вказує, що відповідним чином ідентифікована продукція, процес або послуга відповідає конкретному стандарту або іншому нормативному документу.

**Система сертифікації** – система, яка має власні правила процедури та управління для проведення сертифікації відповідності.

**Стандарт** (в загальному розумінні) – це нормативний документ, розроблений на засадах відсутності протиріч з істотних питань з боку більшості зацікавлених сторін і затверджений визнаним органом, в якому встановлені правила, вимоги, загальні принципи чи характеристики, що стосуються різних видів діяльності або їх результатів для досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній галузі.

**Технічний регламент** - закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим.

**Технічний стандарт** – нормативно - технічний документ, який встановлює вимоги до груп однорідної продукції і, в необхідних випадках, вимоги до конкретної продукції, правилам її розробки, виробництва, застосування, утилізації.

**Технічні умови** (ТУ) нормативно - технічний документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати

продукція, процеси чи послуги. Технічні умови, як правило, встановлюють на конкретну продукцію (марки, моделі, зразки) і можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

**Узагальнений показник якості** продукції відноситься до такої сукупності її властивостей по якій прийнято рішення оцінювати якість продукції.

**Уніфікація** (від латинського слова, яке означає об'єднання, приведення до єдиної форми або системи) – вибір оптимальної кількості різновидів продукції, процесів, послуг однакового призначення, а також значень їх параметрів та розмірів.

**Управління якістю** – «скоординована діяльність, яка полягає у спрямуванні та контролюванні організації щодо якості».

**Експериментальний** (різновиди: реєстраційний, вимірювальний) метод базується на безпосередньому вимірюванні показників якості або на виявленні і підрахуванні кількості різних подій та явищ за допомогою технічних вимірювальних пристроїв і контрольного обладнання.

**Експертний** метод застосовується в тому випадку, коли неможливо експериментальним та розрахунковим методами отримати об'єктивне і точне значення показника якості продукції. Він базується на встановленні величини показників якості за допомогою і на основі рішень, які приймаються групою кваліфікованих спеціалістів – експертів.

**Функціональний критерій** виробу  $\lambda_i$  - це корисна робота, яку машина виконує в конкретних умовах експлуатації, згідно з її призначенням, за визначений термін використання.

**Якість продукції** (ISO серії 9000 - 1994) – сукупність властивостей і характеристик продукції або послуг, які надають продукції або послугам здатності задовольнити обумовлені або передбачені потреби (споживачів).

**Якість** (ДСТУ ISO 9000-2001) – «ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги».

## Список літератури

1. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України // Урядовий кур'єр. - №54-55. - від 21 березня 1998 р.
2. Про стандартизацію: Закон України // Відомості Верховної Ради. – №31. – 2001. – с. 145.
3. Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності: Закон України // Відомості Верховної Ради. – N12. – 2006. – с. 101.
4. Про підтвердження відповідності. Закон України. // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2001, – N 32, – с. 169.
5. Про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення: Декрет Кабінету Міністрів України // Урядовий кур'єр. - №56.- від 20 квітня 1993 р.
6. Про стандартизацію та сертифікацію: Декрет Кабінету Міністрів України // Урядовий кур'єр. - №99.- від 20 травня 1993 р.
7. ДСТУ 1.0:2003 Національна стандартизація. Основні положення.
8. ДСТУ 1.2:2003 Національна стандартизація. Правила розроблення національних нормативних документів.
9. ДСТУ 1.3 : 2004 Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначання технічних умов.
10. ДСТУ 1.4 - 93 Державна система стандартизації України. Стандарт підприємства. Основні положення.
11. ДСТУ 1.5 : 2003 Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів.
12. ДСТУ 1.6:2004 Національна стандартизація. Правила реєстрації нормативних документів.
13. ДСТУ 1.7:2001 Національна стандартизація. Правила і методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів.
14. ДСТУ ГОСТ 1.1:2005 Міждержавна система стандартизації. Терміни і визначення.

15. ДСТУ ГОСТ 1.3:2005 Міждержавна система стандартизації. Правила і методи прийняття міжнародних і регіональних стандартів як міждержавних стандартів.

16. ДСТУ ГОСТ 1.5:2004 Міждержавна система стандартизації. Стандарти міждержавні, правила та рекомендації з міждержавної стандартизації. Загальні вимоги до побудови, викладу, оформлення, змісту та позначень.

17. ДСТУ 2296-93. Національний знак відповідності, форма, розміри, технічні вимоги та правила застосування.

18. ДСТУ 2500 – 94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків посадок.

19. ДСТУ 2681 – 94 Метрологія. Терміни та визначення.

20. ДСТУ 3215 – 95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення.

21. ДСТУ 3231 : 2007. Метрологія. Еталони одиниць вимірювань державні, первинні та вторинні. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування.

22. ДСТУ 3651.0 – 97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.

23. ДСТУ 3651.1 – 97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні положення, назви та позначення.

24. ДСТУ 3651.2 – 97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, назви та позначення.

25. ДСТУ 2708–94. Метрологія. Повірка засобів вимірювань. Організація і порядок проведення.

26. ДСТУ 3215–95. Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки.

27. ГОСТ 11472-69 Допуски и посадки. Классы точности 02-09.

28. ДСТУ 3400–96. Метрологія. Державні випробування засобів вимірювальної техніки.

29. ДСТУ 3278 - 95 СРППВ. Терміни та визначення.

30. ДСТУ 3021 – 95 Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення.
31. ДСТУ 2925-94 Якість продукції, оцінювання якості. Терміни та визначення.
32. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
33. ДСТУ 3230-95 Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення.
34. ДСТУ ISO 9000:2007 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
35. ДСТУ ISO 9001:2001 Системи управління якістю. Вимоги.
36. ДСТУ ISO 9004-2001 Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.
37. ДСТУ ISO 9004-2-96. Управління якістю та елементи системи якості. Частина 2. Настанови щодо послуг.
38. ДСТУ ISO 9004-3–98 Управління якістю та елементи системи якості. Частина 3. Настанови щодо перероблених матеріалів.
39. ДСТУ ISO 9004-4–98 Управління якістю та елементи системи якості. Частина 4. Настанови щодо поліпшення якості.
40. ДСТУ ISO/TS 16949:2005 Системи управління якістю. Специфічні вимоги до виробників автотранспортних засобів та запасних частин і приладдя до них щодо застосування ДСТУ ISO 9001–2001
41. ДСТУ ISO 22000:2007 Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга
42. ДСТУ 3410-96. Система сертифікації УкрСЕПРО. Основні положення
43. ДСТУ 3411-96. Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до органів з сертифікації продукції та порядок їх акредитації
44. ДСТУ 3498-96. Система сертифікації УкрСЕПРО. Бланки документів. Форма та опис
45. ДСТУ 3957-2000. Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок обстеження виробництва під час проведення сертифікації продукції.



46. ДСТУ 3419-96. Система сертифікації УкрСЕПРО. Сертифікація систем якості. Порядок проведення.
47. ГОСТ 3047-66. Допуски и посадки размеров менее 1 мм.
48. ГОСТ 14.202 – 73. Правила выбора показателей технологичности конструкций изделий.
49. ГОСТ 8032 – 84 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.
50. ГОСТ 6636 – 69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
51. ГОСТ 28608 - 90 «Резисторы постоянные для электронной аппаратуры. Общие технические условия».
52. ГОСТ 5720 - 75 «Подшипники шариковые радиальные сферические. Типы и основные размеры».
53. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
54. ГОСТ 19523 – 81 «Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт. Общие технические условия».
55. ГОСТ 22851-77. Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции.
56. ГОСТ 2.116-84. Карта технического уровня и качества продукции.
57. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
58. ДСТУ 2862-94. Надежность техники. Методы расчета показателей надежности.
59. ГОСТ 14.205 – 83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
60. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.
61. ДСТУ 3574-97. Патентний формуляр. Основи положення. Порядок складання та оформлення.
62. ДСТУ 3414–96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Атестація виробництва. Порядок здійснення
63. ГОСТ 24297-87 Входной контроль продукции. Основные положения.
64. ISO/TR 10017:2003. Руководство по статистическим методам применительно к ИСО 9001.

65. ГОСТ 6636 – 69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.

66. ГОСТ 2.307 – 68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

67. ДСТУ ISO/IEC Guide 28:2007 Оцінювання відповідності. Настанови щодо системи сертифікації продукції третьою стороною.

68. ДБН А.1.1-1-93. Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення.

69. ДБН А.1.1-2-93. Порядок розробки, вимоги до побудови, викладу та оформлення нормативних документів.

70. ДБН А.1.1-3-93. ССНБ. Порядок проведення експертизи, узгодження, затвердження, реєстрації, видання та скасування нормативних документів.

71. РД 50-64-84. Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции.

72. КНД 50-001-93 Інструкція. Порядок здійснення державного нагляду.

73. КНД 50-021-93 Інструкція. Порядок здійснення державного нагляду на стадії розроблення документації на продукцію.

74. Аристов О. В., Мишин В. М. Качество продукции: Учеб. пособие. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 142 с.

75. Бабанский А.В. Система непрерывного улучшения качества продуктов и процессов. — М.: Экоперспектива, 1999. — 237 с.

76. Басовский А.Е., Протасьев В.В. Управление качеством. - М.: Инфра-М, 2000. -212с.

77. Всеобщее управление качеством: Учебн. для вузов /О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, Ю.В. Зорин и др.; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

78. Гличев А.В. Основы управления качеством. – М.: Издательство АМИ, 1998. – 478 с.

79. Журавлев А.Н. Допуски и технические измерения: Учебник. – 7-е изд., испр.- М. : Высш. Школа, 1981.- 256 с.

80. Ильенкова С.Д. Управление качеством: Учебник для вузов.1-М.: ЮНИТИ, 2000. - 199 с.

81. Исикава К. Японские методы управления качеством: Сокр. пер. с англ./Под ред. А.В. Гличева. – М.: Экономика, 1988. – 216 с.
82. Мишин В.М. Управление качеством. - М. : Юнити-Дана, 2005 – 463 с.
83. Нойман Эрл., Хойсингтон Стивен Х. Качество на уровне Шесть Сигма /Пер. с англ.; Под ред. О.Б. Максимовой. – Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2004. – 440 с.
84. Огвоздин В.Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: Учебное пособие. - М.: ДИС, 1999. - 160 с.
85. Таныгин В.А. Основы стандартизации и управления качеством продукции. – 2-е изд., перераб. – М. : Издательство стандартов, 1989. – 208 с.
86. Радкевич Я. М., Лактионов Б. И. Метрология, стандартизация, взаимозаменяемость. Учебн. для вузов в 3х книгах. Московский горный университет. 2000.
87. Серый И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Колос, - 1981. – 351 с.
88. Тищенко О. Ф., Валединский А. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, - 1981. – 356 с.
89. Управление качеством: Учебн. для вузов. / С. Д. Ильенкова, Н. Д. Ильенкова, В. С. Мхитарян – М.: ЮНИТИ, 2001. – 199 с.
90. Управление качеством / Е. И. Семенова, В. Д. Коротнев, А. В. Пошатаев и др.; Под ред. Е. И. Семеновой. – М.: КолоСС, 2003. – 184 с.
91. Управление качеством и сертификация: Учебн. пособие / В. А. Васильев, Ш. Н. Каландаришвили, В. А. Новиков, С. А. Одинок; Под ред. В. А. Васильева. – М.: Интернет Инжиниринг, 2002. – 416 с.
92. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции: Сокр. пер. с англ. / Под ред. А.В. Гличева. – М.: Экономика, 1986. – 471 с.
93. Шаповал М.І. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації. К.: 1997.-231 с.

94. Яблонский О. П., Иванова В. А. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: Учебник / Серия «Высшее образование». – Ростов на Дону: Феникс, 2004. – 448 с.

95. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1979. - 298 с.

Навчально-методичне видання

**ЗАВГОРОДНИЙ Євген Євгенович  
СНІТКО Єлизавета Олександрівна**

# **ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

**Курс лекцій  
для студентів денної та заочної форм  
навчання спеціальності „Професійне навчання”**

За редакцією Снітко Є. О.  
Комп'ютерний макет – Завгородній Є. Є.  
Коректор – Ковальова Н. В.

---

Здано до склад. 06.09.2010 р. Підп. до друку 06.10.2010 р.  
Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman.  
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 14,18. Наклад 200 прим. Зам. № 146.

---

***Видавець і виготовлювач***

**Видавництво Державного закладу  
„Луганський національний університет імені Тараса Шевченка”**  
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. т/ф: (0642) 58-03-20.  
e-mail: [alma-mater@list.ru](mailto:alma-mater@list.ru)

*Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3459 від 09.04.2009 р.*