

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

С.В.ЦЮЦЮРА

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ СТАНДАРТИЗАЦІЯ І ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Київ 2007

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

С.В.ЦЮЦЮРА

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ СТАНДАРТИЗАЦІЯ І ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності 6.010104 “Професійне навчання.
Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні”

Київ 2007

УДК 658.512.22.011.56 (075)

ББК 32.965 я (73)

Ц 108

Рецензенти: О.В.Ізмайлова, канд. техн. наук, доцент

А.В.Красовська, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.Б.Задоров, канд. техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри інформаційних
технологій, протокол № 20 від 18.06.2007 року.*

Видається в авторській редакції.

Цюцюра С.В.

Ц108 Взаємозамінність стандартизація і технічні вимірювання: Конспект лекцій. – К.: КНУБА, 2007. - 72 с.

Розглянуті питання пов'язані з вивченням основ стандартизації, метрології та технічних вимірювань, категорій стандартів, послідовності розробки, оформлення, затвердження та впровадження стандартів, органів та служб стандартизації і метрології, системи забезпечення єдності вимірювань та контролю якості продукції; оформлення, стандартів норм і правил.

Значну увагу приділено питанням забезпечення комплексного підходу до питань стандартизації та взаємозамінності в інформаційних технологіях.

Призначений для бакалаврів спеціальності 6.010104 “Професійне навчання. Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні”.

УДК 658.512.22.011.56 (075)

ББК 32. 965 я (73)

© С.В.Цюцюра, 2007

© КНУБА, 2007

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Лекція 1 Основи стандартизації. Система стандартизації в Україні	7
1.1 Суть стандартизації	7
1.2 Основні поняття та визначення в галузі стандартизації	8
1.3 Розроблення та застосування стандартів	13
1.4 Правила застосування стандартів та її роль в розвитку народного господарства країни	15
1.5 Категорії та види стандартів	18
Питання для самоперевірки	21
Лекція 2. Теоретичні та методичні основи стандартизації	22
2.1. Принципи стандартизації	22
2.2. Методи стандартизації	24
Питання для самоперевірки	29
Лекція 3 Стандартизація систем управління якістю "Продукту"	30
3.1. Міжнародні стандарти на системи забезпечення якості "Продукту"	30
3.2 Вдосконалення стандартизації систем забезпечення якості "Продукту"	36
Питання для самоперевірки	43
Лекція 4. Властивості і характеристика якості продукції і послуг	45
4.1 Основні поняття якості "Продукту"	45
4.2. Життєвий цикл та класифікація "Продукту"	46
4.3. Показники якості "Продукту"	48
Питання для самоперевірки	50

Лекція 5. Основи технічних вимірювань	52
5.1 Основні терміни, вживані в метрології та технічних вимірювання	52
5.2 Класифікація вимірювань	53
5.3 Основні характеристики вимірювань	55
5.4 Фізичні величини і одиниці вимірювання фізичних величин	56
5.5 Еталони і зразкові засоби вимірювань	57
Питання для самоперевірки	58
Лекція 6. Засоби вимірювань (ЗВ) та їх характеристики	59
6.1 Класифікація засобів вимірювання	59
6.2 Метрологічні характеристики засобів вимірювань та їх нормування	63
6.2.1 Параметри вхідного і вихідного сигналів ЗВ, величини, що впливають, функції впливу	65
6.2.2 Характеристики перетворення. Швидкодія ЗВ	66
6.2.3 Чутливість, поріг чутливості, роздільна здатність ЗВ ...	67
6.2.4 Похибка засобів вимірювань	68
Питання для самоперевірки	69
Список використаної літератури	71

ВСТУП

Дисципліна "Взаємозамінність стандартизація і технічні вимірювання" присвячена висвітленню основних питань методології проведення, оформлення, використання стандартизації в управлінні виробництвом та інформаційних технологіях.

В результаті вивчення дисципліни необхідно оволодіти механізмом управління науковими дослідженнями та концепцією управління якістю; знати основні аспекти, методи та принципи досліджень.

Студент повинен вміти: користуватись основними поняттями та видами наукових досліджень; визначати особливості та основні етапи проведення досліджень; оформити, дотримуючись стандартів норм і правил, документацію з наукових досліджень.

Дисципліна "Взаємозамінність стандартизація і технічні вимірювання" викладається для бакалаврів спеціальності 6.010104 "Професійне навчання. Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні".

Базою для вивчення дисципліни є професійно-орієнтовані та спеціальні дисципліни учбового плану спеціальностей 6.010104 "Професійне навчання. Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні": Прикладна математика; Методи синтезу та оптимізації; Менеджмент; Методологія розробки програмних продуктів та великих програмних систем; Теорія алгоритмів та обчислювальні методи; Математичне забезпечення; Теорія управління; Інформаційне забезпечення; та ін.

Лекція 1. Основи стандартизації. Система стандартизації в Україні

1.1 Суть стандартизації

Суть стандартизації полягає в забезпеченні технічної і ефективної діяльності на всіх рівнях виробництва з розробки та використання обов'язкових норм і правил, спрямованих на зростання технічного прогресу та одержання високої якості готової продукції в різних галузях промисловості: будівництві, машинобудуванні, приладобудуванні, літакобудуванні, хімічній та харчовій промисловості і ін. Об'єктивність та точність оцінки якості продукції залежить від метрологічного забезпечення, технічних вимірювань, стандартизації, тощо.

Закон України "ПРО СТАНДАРТИЗАЦІЮ" від 17 травня 2001 року №2408–III встановлює правові та організаційні засади стандартизації в Україні і спрямований на забезпечення єдиної технічної політики у цій сфері.

Підготовка сучасних бакалаврів і спеціалістів будь-якої галузі промисловості не можлива без знань основ метрології, стандартизації та сертифікації, діючих основних нормативних документів, єдності вимірювань основних параметрів, вибору засобів вимірювань для об'єктів автоматизації.

В Україні розвивається та удосконалюється законодавча база, щодо підвищення якості продукції. Останнім часом прийнято низку нормативних актів, які сприяють поліпшенню правового регулюванню управління якістю продукції. Посилено правовий статус органів, які здійснюють нагляд за якістю продукції, процесів, робіт та послуг.

Удосконалення правової основи забезпечення якості продукції та неодмінною умовою для успішного вирішення важливих соціальною економічних завдань. Підвищення якості продукції, процесів, робіт та послуг сприяє поширенню темпів розвитку народного господарства і соціально–економічного становища країни.

Стандартизація пов'язана з технічними, прикладними та економічними науками. Невід'ємною частиною стандартизації є метрологія. Стандартизація, метрологія і вимірювальна техніка – основні ланки, рівень і темпи розвитку яких впливає на якість промислової продукції. В основу метрології і вимірювальної техніки покладено закони фізики, математичні методи. Стандартизація широко використовує різні математичні ряди. Принцип закономірних рядів застосовують для визначення геометричних розмірів і технічних показників різних виробів. Математичні методи потрібні для обробки даних досліджень та контролю, для формулювання відносин і закономірностей при вивченні різних явищ.

Економічні науки щільно пов'язані зі стандартизацією. Так, проблеми з

економії сировини і матеріалів, зниження витрат на одиницю продукції, підвищення продуктивності праці, ефективності виробництва, тощо обов'язково враховується під час вирішення різних питань із стандартизації. Економічні задачі стандартизації охоплюють методологію визначення ефективності виробництва, прогнозування, планування, відношення між затратами, визначають вплив стандартизації на економіку країни.

Стандартизація як наука характеризується тісною взаємодією з технологією та рядом складних наукових дисциплін в області якості технології, праці та продукції, кількісного їх вимірювання.

Одним із основних завдань стандартизації є систематизація і узагальнення накопиченого фактичного матеріалу таких теоретичних наук як хімія, фізика, математика. При сучасних поглядах на цілі і завдання стандартизації основу її складають цілісні комплекси теоретичних і прикладних наук, які об'єднані поняттями фізико-хімічних, технохімічних, біофізичних та інших наук.

1.2 Основні поняття та визначення в галузі стандартизації

Для успішної діяльності в галузі стандартизації, як і в інших галузях науки і техніки, потрібна точна, науково обґрунтована термінологія. Невпорядкованість термінології перешкоджає взаєморозумінню спеціалістів, створенню єдиних методик, негативно впливає на впровадження обчислювальної техніки в управлінні народним господарством.

Питанню стандартизації термінології надається велике значення як за кордоном, так і в нашій країні. Потреба у стандартизації науково-технічної термінології обумовлюється тим, що терміни, поняття та визначення є невід'ємною частиною нормативної, технічної, проектно-конструкторської і технологічної документації.

В Україні впорядкування і стандартизацію термінології здійснюють "Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики" Держстандарту України (УкрНДІССІ), Академія наук України, галузеві науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади і науково-технічні підприємства. Розроблено комплекс стандартів термінології в основних галузях знань та галузях народного господарства.

Визначення терміна "стандартизація" пройшло тривалий еволюційний шлях. Уявлення людей про стандартизацію формувалось в процесі розвитку науки і техніки, вдосконалюванні форм і методів виробництва. З поширенням науково-технічних та економічних зв'язків на національному та міжнародному рівнях відбувалося уточнення терміну "стандартизація" паралельно з

розвитком самої стандартизації. На різних етапах цей термін відображав досягнутий рівень її розвитку. Термін "стандартизація" з'явився в українському технічному словнику в післяреволюційні роки під впливом зарубіжного досвіду промислового виробництва.

У 1952 р. Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) створено Комітет з вивчення наукових принципів стандартизації, який здійснює розробку та перегляд визначення найважливіших термінів в галузі стандартизації. Починаючи з 1962 р., коли ISO прийняла перше визначення терміна "стандартизація", періодично відбувалось його уточнення, що відображало розвиток стандартизації. Сучасний термін - має наступне визначення: *"стандартизація"* – це діяльність з метою досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній галузі шляхом встановлення положень для загального і багаторазового використання реально існуючих чи можливих завдань.

Предметом стандартизації як науки є варіанти повторювальних ситуацій чи інформація по ці варіанти. Тому стандартизацію слід розглядати як одну із складових частин загальної науки з управління – кібернетики (науки про системи і методи управління), як одного із методів переробки інформації з метою знаходження оптимального, обов'язкового рішення. На основі обробки великої кількості різних варіантів, рішення однієї й тієї ж повторюваної задачі за допомогою методів стандартизації виробляються обов'язкові оптимальні вимоги, норми, правила, що заносяться у стандарти чи інші нормативні документи.

Об'єкт стандартизації – це предмет, який підлягає стандартизації. До об'єктів стандартизації належать продукція, процеси, послуги, які однаковою мірою стосуються будь-якого матеріалу, компонента, обладнання, системи, їх сумісності, а також правила, поняття, визначення, процедури, функції, методи, що служать предметом роботи зі стандартизації і можуть бути охарактеризовані кількісно і якісно за допомогою понять, визначень, умовних одиниць тощо. На всі об'єкти стандартизації розробляються стандарти.

Стандартизація – встановлення та застосування правил з метою впорядкування діяльності у певній галузі на користь і при участі всіх зацікавлених сторін, зокрема, для досягнення загальної оптимальної економії при додержанні умов експлуатації (використання) та вимог безпеки. Стандартизація базується на досягненнях науки, техніки, передового досвіду і визначає основу не тільки сучасного, але й майбутнього розвитку, вона нерозривно пов'язана з прогресом у суспільному виробництві.

Мета стандартизації – оптимальне впорядкування об'єктів стандартизації. Перед стандартизацією може стояти одна або декілька конкретних задач, що забезпечують відповідність продукції, процесів або

послуг своєму призначенню. Такими задачами можуть бути: управління різноманітністю систем (уніфікація), застосування, сполучення, взаємозамінність, охорона здоров'я, забезпечення безпеки, охорона оточуючого середовища, захист продукції, досягнення взаєморозуміння, підвищення економічних показників, торгівля.

Метою стандартизації в Україні є забезпечення безпеки для життя та здоров'я людини, тварин, рослин, а також майна та охорони довкілля, створення умов для раціонального використання усіх видів національних ресурсів та відповідності об'єктів стандартизації своєму призначенню, сприяння усуненню технічних бар'єрів у торгівлі.

Головна задача стандартизації – створювати системи нормативно-технічної документації (НТД), що визначають прогресивні вимоги до продукції, яка виготовляється для потреб народного господарства, населення, оборони держави та експорту, до її розробки, вироблення та застосування, а також контроль за достовірністю використання цієї документації.

Державна політика у сфері стандартизації базується на таких *принципах*: забезпечення участі фізичних і юридичних осіб в розробленні стандартів та вільного вибору ними видів стандартів при виробництві чи постачанні продукції, якщо інше не передбачено законодавством; відкритості та прозорості процедур розроблення і прийняття стандартів з урахуванням інтересів усіх зацікавлених сторін, підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників; доступності стандартів та інформації щодо них для користувачів; відповідності стандартів законодавству тощо.

До системи НТД поряд із стандартами і технічними умовами (ТУ) входять інші документи *стандартизації*, затверджені Держстандартом України, будівельні норми і правила (БНіП), затверджені Мінбудархітектури.

Міжнародну організацію із *стандартизації* утворено в 1946 р., а Міжнародну електротехнічну комісію – у 1906 р. В останні роки вони об'єднались на паритетних засадах. Основна мета ISO/МЕК – забезпечити розвиток стандартизації та суміжних з нею галузей для сприяння міжнародному обміну "Продукту" і послугами, а також розвитку співробітництва в інтелектуальній, науково–технічній та економічній діяльності.

Нині членами ISO є 91 держава, членами МЕК – 41 з усіх регіонів світу. В організаціях ISO і МЕК працюють 3240 технічних органів, в тому числі 244 технічних комітетів (ТК).

ISO і МЕК затверджено біля 10000 міжнародних стандартів, приблизно стільки ж знаходиться на різних ступенях підготовки та затвердження.

Система ISO/МЕК є найбільшою з існуючих міжнародних технічних організацій і поширює свою діяльність на всі галузі економіки і науки – від

стандартних форм реєстрації до валютних кодів, від будівництва до дорожньо-транспортних засобів.

Стандартизація, метрологія і вимірювальна техніка – три основні ланки, рівень і темпи розвитку яких чинять випереджаючий вплив на якість всієї промислової продукції.

До технічних вимірювань, пов'язаних з точністю і взаємозамінністю в машинобудуванні, поки що відносять лише лінійні та кутові вимірювання. Результати вимірювання виражають у прийнятих одиницях.

Одиниці фізичних величин (ГОСТ 8.417–81) визначені Міжнародною системою одиниць (СІ), яка складається з семи *основних*: метр – *м* (довжина), кілограм – *кг* (маса), секунда – *с* (час), ампер – *А* (сила електричного струму), кельвін – *К* (термодинамічна температура), моль – моль (кількість речовини), кандела – *Кд* (сила світла) та двох додаткових: радіан – рад (плоский кут), стерадіан – *срп* (тілесний кут). 17 твірних одиниць мають спеціальне призначення.

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

Стандарт є результатом конкретної роботи зі стандартизації, яка виконується на основі досягнень науки, техніки та практичного досвіду, і має визначений юридичний статус на всіх рівнях управління народним господарством.

У системі нормативної документації технічні умови посідають особливе місце, адже вони є основним документом на постачання продукції. Технічні умови (ТУ) встановлюють певні вимоги до конкретної продукції і є невід'ємною часткою комплексу технічної документації на продукції, в якій належить визначати комплексність показників. Ці показники повинні забезпечувати повна характеристику споживчих властивостей виробів і можливість всебічного визначення та контролю якості виробів, які підлягають виготовленню та постачанню споживачам.

Керівний нормативний документ (КНД) – нормативні документ, який встановлює норми, правила, вимоги організаційного методичного та загальнотехнічного характеру. До КНД належать методичні вказівки, методики розрахунків, типові положення про служби та порядок проведення робіт тощо. ТУ та КНД можуть розроблятися для розвитку стандартів, а також при їх відсутності на ту чи іншу продукцію (процес, послугу).

Стандарти, ТУ та КНД містять показники, що можуть бути охарактеризовані кількісно та якісно. Вони називаються показникам стандартів. *Показники стандартів* – це характеристика об'єктів

стандартизації, яка виражаються за допомогою умовних одиниць позначень чи понять. До показників стандартів належать показник розмірів виробів, хімічного складу, фізичних властивостей маси, експлуатаційної якості, економічності, надійності, нешкідливості, безпеки тощо.

Стандартизація залежно від масштабів роботи діє на різні рівнях в окремих країні, між державами, у регіонах. У зв'язку з цим існують наступні види стандартизації: національна, міжнародне міждержавна та регіональна.

Міжнародна стандартизація – стандартизація, яка проводиться на міжнародному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів усіх країн. У роботі з міжнародної стандартизації можуть брати участь декілька (дві чи більше) суверенних держав. Результатом роботи з міжнародної стандартизації є міжнародні стандарти, прийняті міжнародною організацією зі стандартизації.

Міждержавна стандартизація – стандартизація, участь в якій беруть країни СНД. Результатом роботи з міждержавної стандартизації є міждержавні стандарти (ГОСТ). *Міждержавний стандарт* – стандарт, прийнятий країнами, що приєдналися до "Угоди про проведення погодженої політики в галузі стандартизації, метрології та сертифікації", і застосований ними безпосередньо. Міждержавні стандарти діють в усіх країнах СНД. Міждержавна стандартизація може служити прикладом регіональної стандартизації, а стандарти з позначенням індексу ГОСТ – регіональними стандартами.

Регіональна стандартизація – стандартизація, участь в якій є відкритою для відповідних органів країн лише одного географічного або економічного регіону. Результатом роботи з регіональної стандартизації є регіональні стандарти, які прийняті регіональною міжнародною організацією зі стандартизації.

Національна стандартизація – стандартизація, яка здійснюється на рівні однієї конкретної держави. Результатом роботи національної стандартизації є національні стандарти, прийняті національним органом зі стандартизації однієї держави. Національна стандартизація – стандартизація, що проводиться на рівні однієї країни.

На національному рівні існують наступні види стандартизації: державна та галузева.

Державна стандартизація – стандартизація, яка здійснюється урядовими органами і розповсюджується на усі підприємства держави, незалежно від форми власності. Результатом її роботи є державний стандарт.

Галузева стандартизація – стандартизація, яка здійснюється органами, компетентними в даній галузі народного господарства. Результатом роботи є галузевий стандарт.

Поряд з вищенаведеними термінами та визначеннями, стандартизація використовує такі терміни, як сумісність, безпека, охорона навколишнього природного середовища та інші.

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

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

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

1.3 Розроблення та застосування стандартів

Наслідком діяльності в галузі стандартизації є створення нормативних документів. Через нормативні документи стандартизація впливає на сфери трудової діяльності людини, на розвиток народного господарства країни, прискорення науково-технічного прогресу, економію та раціональне використання сировини, матеріалів, енергетичних ресурсів, підвищення якості продукції (процесів, робіт, послуг).

Нормативний документ (НД) – документ, що встановлює правила, загальні принципи чи характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів. НД розробляються на об'єкти стандартизації, які обов'язкові для використання в певних галузях діяльності, в установленому порядку і затверджуються компетентними органами. До НД належать стандарти, технічні умови, зводи правил, регламенти, керівні документи, державні класифікатори тощо.

Слово "*стандарт*" в буквальному розумінні означає норма, зразок, мірило, а в широкому – це зразок або еталон якості, через який держава здійснює наукове обґрунтоване управління якістю. Стандарт є основним нормативним документом у галузі стандартизації. Правильне визначення цього терміну має важливе значення. Згідно з ДСТУ 1.0 цей термін має таке визначення: ***стандарт*** – *нормативний документ, розроблений на засадах відсутності протиріч з істотних питань з боку більшості зацікавлених сторін і затверджений визнаним органом, у якому встановлені для загального та багаторазового використання правила, вимоги, загальні принципи чи характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів для досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній*

галузі. Стандарти можуть бути розроблені як на матеріальні предмети ("Продукт", еталони, зразки тощо), так і на норми, правила, вимоги до об'єктів організаційно-методичного та загальнотехнічного характеру

Стандарти повинні відповідати потребам ринку, сприяти розвитку вільної торгівлі, підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної продукції та бути викладені таким чином, щоб їх неможливо було використовувати з метою введення в оману споживачів продукції, якої стосується стандарт, чи надавати перевагу виробнику продукції залежно від місця її виготовлення.

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

Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації з урахуванням суспільної потреби у стандартах, державних пріоритетів, пропозицій технічних комітетів стандартизації та інших суб'єктів стандартизації щороку формує програму робіт із стандартизації (далі – програма), яка включає перелік національних стандартів, прийнятих до розроблення. Програма публікується один раз на шість місяців в офіційному виданні центрального органу виконавчої влади у сфері стандартизації та розміщується в інформаційних мережах.

Правила та порядок розроблення, схвалення, прийняття, перегляду, зміни та припинення дії національних стандартів, які встановлюються центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації, повинні передбачати:

- 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 зацікавлених сторін.

Під час схвалення або прийняття національного стандарту центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації визначає дату надання стандарту чинності з урахуванням часу на виконання підготовчих заходів щодо його впровадження.

Перелік національних стандартів, схвалених та прийнятих протягом

місяця, публікується наступного місяця в офіційному виданні центрального органу виконавчої влади у сфері стандартизації.

Міжнародні (регіональні) стандарти запроваджуються як національні стандарти за умови їх прийняття центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації.

Прийняття міжнародного (регіонального) стандарту – це опублікування національного стандарту, що ґрунтується на відповідному міжнародному (регіональному) стандарті, чи підтвердження того, що міжнародний (регіональний) стандарт має той самий статус, що і національний стандарт, із зазначенням будь-яких відхилень від міжнародного (регіонального) стандарту.

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 пропозиції про перегляд, зміни чи скасування стандартів до центрального органу виконавчої влади 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 стандартизації або іншого суб'єкта стандартизації відповідно до цього Закону.

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.

1.4 Правила застосування стандартів та їх роль в розвитку народного господарства

Стандарти застосовуються на добровільних засадах, якщо інше не встановлено законодавством. Стандарти застосовуються безпосередньо чи шляхом посилання на них в інших документах.

Обов'язковим застосування стандартів чи їх окремих положень є для:

- суб'єктів господарювання, якщо це передбачено в технічних

регламентах чи інших нормативно–правових актах;

- учасників угоди (контракту), щодо розроблення, виготовлення чи постачання продукції ("Продукту"), якщо в ній (ньому) є посилання на певні стандарти;

- виробника чи постачальника "Продукту", якщо він склав декларацію про відповідність "Продукту" певним стандартам або застосував позначення цих стандартів у її маркуванні;

- виробника чи постачальника, якщо його "Продукт" сертифікована щодо дотримання вимог стандартів.

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

Характерною особливістю стандартизації є те, що сфера її дії та застосування, рівень розвитку знаходяться у широкому діапазоні. Немає такої сфери діяльності людини, до якої б не була причетна стандартизація. Адже з поширенням і поглибленням пізнання, розвитком науки і техніки, удосконаленням виробництва масштаби робіт значно зростають і поширюється сфера використання принципів стандартизації (рис. 1.1).

Усі європейські держави, Канада й США в серпні 1975 р. у Гельсінкі вирішили проблему міжнародної гармонізації стандартів як важливого засобу ліквідування перешкод у торгівлі та промисловому співробітництві знайшла відбиття в завершальному акті. Технічними комітетами України зі стандартизації розроблено понад 500 термінологічних стандартів в усіх галузях діяльності, що дозволило сформуванню основи української науково–технічної термінології. В Україні станом на 1 січня 2003 р. надано чинності понад 3000 державним (національним) стандартам, близько 85% з яких гармонізовані з міжнародними.

Головний інформаційний фонд стандартів забезпечує ефективний доступ до міжнародних, міждержавних (країн СНД) і національних нормативних документів. У Головному інформаційному фонді стандартів Держстандарту України на сьогоднішній день зберігається понад 178 тис. нормативних документів.

У Національному автоматизованому інформаційному фонді стандартів зберігається понад 184 тисяч нормативних документів, які постійно поновлюються.

Державна стандартизація в Україні спрямована на забезпечення: єдиної технічної політики в усіх галузях народного господарства; відповідності "Продукту" (процесів) світовому рівню якості; та інтересам виробників та споживачів "Продукту" (процесів); економії всіх видів ресурсів; гармонізації національних нормативних документів зі світовими аналогами; відповідності

вимог нормативних документів законодавчим актам; сприяння виходу української продукції на світовий ринок.



Рис. 1.1 Структура стандартизації як галузі науково-технічної діяльності.

Поряд з державною широко використовується галузева стандартизація яка, набуває подальшого розвитку стандартизація на рівні підприємств. Основними чинниками, які впливають на розвиток національної системи стандартизації, метрології та сертифікації є багатовекторна зовнішня політика, яка спрямована на інтеграцію України в Європейський союз.

З 1 березня 1998 р. набула чинності Угода про партнерство та

співробітництво між Україною та Європейським Союзом, цілий ряд статей якої передбачають зближення української системи технічного регулювання з європейською. Такий розвиток технічного регулювання відповідає політичному курсу України на інтеграцію до європейських та трансатлантичних структур, приєднання до Генеральної угоди по тарифам і торгівлі (GATT) та вступу до WTO.

Держстандарт України ініціював прийняття Постанови Кабінету Міністрів України від 19.03.97 р. № 244 "Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів з метою зближення системи національного технічного регулювання з європейською. Постанова являє собою розгорнений план зближення українського законодавства, норм і правил, що визначають вимоги до продукції, з міжнародними і європейськими та передбачає розробку 25 Законів України, а також підготовку 14 галузевих програм оновлення нормативної бази з урахуванням міжнародних та європейських стандартів.

1.5 Категорії та види стандартів

Комплекс нормативних документів (НД) ДСС України включає різноманітні стандарти, в яких встановлені вимоги до конкретних об'єктів стандартизації. Залежно від об'єкта стандартизації, складу, змісту, сфери діяльності та призначення НД поділяються на категорії та види.

Нормативний документ – документ, який встановлює правила, загальні принципи, характеристики різних видів діяльності або їх результатів. Цей термін охоплює такі поняття як "стандарт", "кодекс ustalеної практики" та "технічні умови".

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

Категорії нормативних документів. Залежно від об'єкта стандартизації та сфери діяльності нормативні документи зі стандартизації розподіляються за такими категоріями:

- державні стандарти України – ДСТУ;
- галузеві стандарти України – ГСТУ;
- стандарти науково–технічних та інженерних підприємств і спілок України – СТТУ;
- технічні умови України – ТУ У;

– стандарти підприємств – СТП.

Державні стандарти України (ДСТУ) – це нормативні документи, які діють на території України і застосовуються усіма підприємствами незалежно від форми власності та підпорядкування, громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності, міністерствами (відомствами), органами державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється дія стандартів. ДСТУ для України, як і для будь-якої держави світу, є національним стандартом, який затверджується Держстандартом України, в галузі будівництва – Мінбудархітектурою України. ДСТУ мають міжгалузеве використання і запроваджуються переважно на "Продукт" масового чи серійного виробництва, на норми, правила, вимоги, терміни та поняття, позначення й інші об'єкти, потребує регламентування для забезпечення оптимальної якості "Продукту", а також для єдності та взаємозв'язку різних галузей науки, техніки, виробництва та культури.

До державних стандартів прирівнюються державні будівельні норми та правила, а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації. Республіканські стандарти колишнього УРСР застосовуються як державні стандарти України до часу їх заміни або скасування.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги. До обов'язкових належать:

– вимоги, що забезпечують безпечність "Продукту" для життя, здоров'я, майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього природного середовища та вимоги методів випробувань цих показників;

– вимоги техніки безпеки та гігієни праці з посиланням на відповідні норми і правила;

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

– положення, що забезпечують технічну єдність під час розроблення, виготовлення, експлуатації (застосування) "Продукту".

Обов'язкові вимоги ДСТУ підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами та громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності, на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендовані вимоги ДСТУ є обов'язковими для виконання, якщо:

– це передбачено чинними актами законодавства;

– ці вимоги включено до договорів на розроблення, виготовлення та поставку "Продукту";

– виробником (постачальником) "Продукту" документально заявлено про відповідність "Продукту" цим стандартам.

Галузеві стандарти України (ГСТУ) розробляють на "Продукт", послуги в разі відсутності ДСТУ, чи за потребою встановлення вимог, які перевищують або

доповнюють вимоги державних стандартів. Вимоги ГСТУ не повинні протистояти обов'язковим вимогам ДСТУ. ГСТУ є обов'язковими для всіх підприємств і організацій даної галузі, а також для підприємств і організацій інших галузей (замовників), які використовують чи застосовують "Продукт" цієї галузі.

Стандарти науково–технічних та інженерних "товариств (спілок) України (СТТУ) розробляють за потребою розповсюдження та впровадження систематизованих, узагальнених результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних у певних галузях знань чи сферах професійних інтересів. Вимоги СТТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ.

Підприємства застосовують СТТУ добровільно, а окремі громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності, якщо вважають доцільним використовувати нові передові засоби, технології, методи та інші вимоги, які містяться в цих стандартах. Використання СТТУ для виготовлення "Продукту" можливе лише за згодою замовника або споживача цієї "Продукту", що закріплено договором або іншою угодою.

Технічні умови (ТУ) – документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати "Продукти", процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом. Цей нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, що регулюють стосунки між постачальниками (розробником, виробником) і споживачем (замовником) "Продукту", для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або за потребою конкретизації вимог зазначених документів), їх затверджують на "Продукт", яка знаходиться в стадії освоєння і виробляється невеликими партіями. ТУ розробляються на один чи декілька конкретних виробів, матеріалів, речовин, послугу чи групу послуг. Запроваджують ТУ в дію на короткі строки, термін їх дії обмежений або встановлюється за погодженням із замовником. Підприємства використовують ТУ незалежно від форми власності та підлеглості, громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності – за договірними зобов'язаннями або ліцензіями на право виготовлення та реалізацію "Продукту" (надання послуг).

Стандарти підприємств - розробляються на "Продукт" (процес, послугу), яку виробляють і застосовують (надають) лише на конкретному підприємстві. СТП не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ. Об'єктами СТП є складові частини "Продукту", технологічне оснащення та інструмент; технологічні процеси; послуги, які надають на даному підприємстві; процеси організації та управління виробництвом. СТП – основний організаційно–методичний документ у діючих на підприємствах системах управління якістю "Продукту". Як СТП можуть використовуватися міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн на підставі міжнародних угод про співробітництво.

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

Стандарти на "Продукт", послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або певної "Продукту", послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню. У них наводяться технічні вимоги до якості "Продукту" (послуг) при її виготовленні, постачанні та використанні; визначаються правила приймання, способи контролю та випробування, вимоги до пакування, маркування, транспортування, зберігання "Продукту" або якості послуг що надаються.

Питання для самоперевірки

1. Роль та значення стандартизації для розвитку економіки країни.
2. Який розвиток отримала стандартизація під час переходу до машинного виробництва у XIX–XX ст.?
3. Коли почали створюватися національні та міжнародні організації зі стандартизації?
4. Назвати етапи розвитку світової стандартизації.
5. Назвати основні етапи розвитку стандартизації в країні.
6. Назвати мету і задачі стандартизації.
7. Які головні завдання у галузі стандартизації повинні вирішуватися в Україні?
8. З якими науками пов'язана стандартизація?
9. Коли і ким було визначено поняття "стандартизація"?
10. Основні терміни та визначення стандартизації.
11. Що відноситься до об'єктів стандартизації?
12. Що є предметом стандартизації?

Лекція 2. Теоретичні та методичні основи стандартизації

2.1. Принципи стандартизації

Як галузь знань „*стандартизація*” – наука, що вивчає зв'язки і взаємозалежності тих чи інших явищ, які існують в природі та в суспільстві. Стандартизація є складним багатогранним видом діяльності, що враховує у комплексі усі взаємопов'язані явища та факти, які впливають на процес розробки нормативних документів, і забезпечує їх використання в матеріальному виробництві, науці, культурі, освітянській діяльності тощо. Тому у стандартизації сформувався своя теорія, принципи та методи, які використовуються для рішення проблем, що стоять перед суспільством.

Вивчення і систематизація принципів стандартизації – одна із важких проблем. Різні автори у своїх роботах наводять принципи стандартизації, виходячи із конкретного виду діяльності (виробничої, економічної, соціальної). Принципи стандартизації розглядаються відповідно до її загальної діяльності, незалежно від сфери та виду її діяльності.

Згідно з теорією і практичною діяльністю стандартизації для використання поставлених перед нею задач слід виділити низку методичних принципів: плановість, перспективність, оптимальність, динамічність, системність, обов'язковість.

Принцип плановості забезпечується шляхом складання перспективних і поточних планів з розробки, розвитку і проведення робіт зі стандартизації. Планування в галузі стандартизації є складовою частиною системи державного планування. Планування слід здійснювати для послідовного, системного розвитку народного господарства, правильного розподілення ресурсів. Ефективність планування є однією з ланок управління народним господарством, засобом забезпечення темпів розвитку економіки країни, гарантією успішного створення матеріально–технічної бази промисловості.

Планування здійснюється шляхом складання на науковій основі перспективних і поточних планів для усіх рівнів народного господарства, координації і контролю за виконанням, досягнення високих кінцевих результатів при правильному розподіленні матеріальних і грошових ресурсів. Об'єм і спрямованість планів зі стандартизації визначається завданнями, які стоять перед народним господарством на конкретний період. Плани включають програми комплексної стандартизації та метрологічного забезпечення.

Принципи перспективності забезпечуються розробкою і випуском *випереджаючих стандартів*, в яких запроваджуються підвищені норми та

вимоги до об'єктів стандартизації відносно досягнутого рівня. До того ж норми та вимоги, які запроваджуються у стандартах, будуть оптимальними в майбутньому. Випереджаючі стандарти містять норми і вимоги, що перевищують існуючий рівень, і тим самим орієнтують науку і виробництво на динамічний розвиток науково-технічного прогресу. Базою для розробки випереджаючих стандартів є науково-технічні прогнози.

Випереджаючі стандарти дають змогу планувати процес підвищення якості, надають розробникам і споживачам інформацію щодо параметрів виробів у майбутньому. Ці стандарти являють собою, певною мірою, програму організації виробництва щодо випуску "Продукту" підвищеної якості. У той же час на розробників випереджаючих стандартів покладено велику відповідальність за правильність прогнозування розвитку науки та техніки на визначений період.

Принцип оптимальності передбачає вироблення й прийняття таких норм, правил та вимог, що забезпечують народному господарству оптимальні витрати ресурсів: сировинних, матеріальних, енергетичних, економічних, соціальних. Під час вирішення різних завдань та проблем найвища результативність буде досягнута тоді, коли із великої кількості можливих варіантів рішень будуть відібрані найбільш раціональні та економічні, тобто оптимальні варіанти. А це, своєю чергою, сприяє підвищенню ефективності виробництва та продуктивності праці.

Принцип динамічності передбачає періодичну перевірку стандартів та іншої нормативної документації, внесення до них змін, а також своєчасний перегляд і відміну стандартів. Чинні стандарти підлягають перевірці згідно з рядком в інформаційних даних. Під час перевірки визначають науково-технічний рівень стандартів. За потребою розробляють пропозиції щодо оновлення застарілих показників, норм, характеристик, вимог, термінів, визначень, позначень, одиниць фізичних величин. Результати перевірки можуть слугувати підставою для перегляду стандарту.

При періодичній оцінці та перегляду стандартів важливо визначити їх відповідність існуючим і можливим потребам споживачів, врахувати зміни вимог споживачів. Якщо стандарти не будуть враховувати потреби суспільства, то вони виявляться непотрібними, більш того – вони будуть перешкодою для подальшого прогресу.

Наприклад, особливо швидко застарівають стандарти на "Продукти" народного споживання, що пов'язані зі зміною вимог споживачів, їх матеріальним становищем, рівнем та відношенням роздрібних цін на різні "Продукти", швидкоплинністю моди тощо. Тому основне завдання стандартизації – розробляти такі стандарти на "Продукти" народного споживання, які б сприяли усуненню подібних диспропорцій у реалізації

виробів і давали б змогу більш гнучко регулювати якість продукції, що значно підвищить попит на неї.

Принцип системності забезпечується розробкою нормативних документів на об'єкти стандартизації, що належать до певної галузі та встановлюють взаємопогоджені вимоги до усіх об'єктів на підставі загальної мети. Цей принцип визначає розробку стандартів чи іншої нормативної документації як елемента системи і приводить до упорядкування закономірно розташованих і взаємопов'язаних конкретних об'єктів стандартизації в єдину систему. При цьому вони пов'язані між собою внутрішньою сутністю.

Для вивчення об'єкта у цілому слід знайти загальні закономірності, які об'єднують у ньому різні властивості. Не менш важливою передумовою розвитку системних досліджень є створення укрупнених комплексів. До них належать автоматизовані потокові технологічні лінії, комплексні системи управління, міжгалузеві системи стандартів тощо.

Успішна розробка великих комплексних проблем суспільства, системний підхід до їх вирішення та впровадження отриманих результатів у народне господарство сприяє подальшому науково-технічному прогресу і розвитку економіки країни.

Принцип обов'язковості визначає законодавчий характер стандартизації. В Україні стандарти та інша нормативна документація мають обов'язковий характер, їх повинні дотримуватись усі підприємства і організації незалежно від форми власності. За порушення вимог стандартів, іншої нормативної документації передбачена юридична відповідальність згідно з чинним законодавством. Юридична відповідальність залежно від виду порушення може бути дисциплінарна, матеріальна чи кримінальна.

Відповідальність за випуск у продаж неякісного, нестандартного чи некомплектного "Продукту" настає незалежно від того, чи вони надійшли у такому виді від виробника або постачальника, чи зіпсовані у магазині, або під час зберігання на складі, чи базі. Кримінальним визнається вже сам випуск такої продукції у продаж.

2.2. Методи стандартизації

На основі принципів стандартизації була сформована система її методів. Стандартизація в своїй діяльності використовує різноманітні методи, найбільш значними з яких є уніфікація, агрегування, типізація, які забезпечують взаємозамінність і спеціалізацію на різних рівнях.

Уніфікація – найбільш поширений та ефективний метод стандартизації, який передбачає приведення об'єктів до одноманітності на основі встановлення раціонального числа їх різновидів. Уніфікація спрямована на

зниження кількості різновидів виробів за рахунок їх комбінування та змін конструкцій. Це раціональне скорочення числа типів, видів і розмірів виробів однакового функціонального призначення.

Уніфікація, доцільність якої економічно обґрунтована, повинна завершуватись стандартизацією уніфікованих виробів. При цьому слід пам'ятати, що уніфікація здійснюється з урахуванням перспективи удосконалення окремих деталей.

Уніфікація дає змогу знизити вартість виробництва нових виробів, підвищити серійність та рівень автоматизації виробничих процесів, знизити трудомісткість виготовлення, організувати спеціалізовані виробництва. Основою уніфікації є систематизація та класифікація.

Систематизація – це розподілення предметів, "Продукту", явищ чи понять у визначеному порядку та послідовності, які утворюють чітку систему, зручну для використання. Прикладами такої систем можуть слугувати періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва, Міжнародна система одиниць фізичних величин (СІ), Сонячна система. Державна система стандартизації, граматична система мови, система управління якістю, система дорожнього руху, тощо.

Класифікація – це розподілення предметів, "Продукту", явищ чи понять за групами, розрядами, класами залежно від їх загальних істотних ознак. Мета класифікації – об'єднання окремих, розрізнених, здавалося б, неоднакових предметів і явищ у споріднені групи. У результаті класифікації множину об'єктів перетворюється в упорядковану, побудовану за визначеними правилами систему, що значно полегшує здійснення робіт зі стандартизації. Наукова класифікація має винятково велике теоретичне і практичне значення для будь-якої науки.

Державні класифікатори України; Міжнародна класифікація стандартів (ІСО); класифікація міждержавних стандартів, тощо.

Найбільш елементарним видом уніфікації є *симпліфікація* – усунення невиправданої різноманітності однойменних об'єктів шляхом простого скорочення кількості їх різновидів до технічно і економічно необхідної з точки зору задоволення існуючих потреб суспільства. Симпліфікація використовується для раціонального обмеження номенклатури об'єктів при розробці обмежувальних стандартів. Робота з симпліфікації ґрунтується на статистиці, яка виявляє типорозміри і типові конструкції виробів, що найчастіше використовуються. Симпліфікація веде до спрощення виробництва шляхом виключення зайвих типорозмірів деталей, особливо в галузі технологічного оснащення, зайвих видів звітів та документації, об'єднання норм запасів матеріалів та інше.

Розрізняють наступні види уніфікації: типорозмірна, внутрішньотипова,

міжтипова. *Типорозмірна уніфікація* здійснюється у виробках однакового функціонального призначення, які відрізняються один від одного числовим значенням головного параметра. *Внутрішньотипова уніфікація* здійснюється у виробках одного й того ж функціонального призначення, що мають однакове числове значення головного параметра, але відрізняються конструктивним виконанням складових частин. *Міжтипова уніфікація* здійснюється у виробках різного типу і конструктивного виконання.

Робота з уніфікації може здійснюватись на різних рівнях: міжгалузевому, галузевому і заводському. Міжгалузєва уніфікація проводиться в масштабі декількох галузей промисловості; галузева в рамках однієї галузі промисловості; заводська – проводиться в рамках одного підприємства. Останнім часом успішно розвивається міжнародна уніфікація.

Робота з уніфікації виконується у певній послідовності. У першу чергу слід визначити напрямок, вид і рівень об'єкта уніфікації, потім провести збір і аналіз уніфікованих виробів, класифікувати елементи відповідно до поставлених завдань. Далі розробляються: нова конструкція чи вибирається одна з існуючих уніфікованих конструкцій якості, яка може замінити всі раніше використовувані; стандарт на необхідні елементи чи деталі. Завершальним етапом роботи з уніфікації є організація спеціалізованого виробництва згідно з розробленим стандартом.

Рівень уніфікації виробів або їх складових частин визначається за допомогою системи показників, із яких обов'язковим є коефіцієнт застосування на рівні типорозмірів.

Агрегативання – метод стандартизації, який полягає в утворенні виробів шляхом компонування їх із обмеженої кількості стандартних і уніфікованих деталей, вузлів і агрегатів, що мають геометричну та функціональну взаємозамінність. Агрегативання забезпечує поширення області застосування машин шляхом заміни їх окремих вузлів і блоків, можливістю компонувати машини, прилади, устаткування різного функціонального призначення з окремих вузлів. Цей метод дає змогу також збільшити номенклатуру машин і устаткування, що виробляється за рахунок модифікації їх основних типів і утворення різних виконань.

Метод агрегативання використовується при створенні контрольно-вимірювальних приладів, які можуть компонуватись із уніфікованих блоків, датчиків, вимірювальних головок, елементів пневматичних приладів; у радіоелектроніці – при проектуванні різноманітної радіоелектронної апаратури на основі прогресивного функціонально-вузлового методу.

Типізація – метод стандартизації, спрямований на розробку типових конструктивних, технологічних, організаційних й інших рішень на основі загальних технічних характеристик для деяких виробів, процесів, методів

управління. Цей метод називають методом "базових конструкцій", адже у процесі типізації вибирається об'єкт, найбільш характерний для цієї сукупності, з оптимальними властивостями. При визначенні конкретного об'єкта-виробу, технологічного процесу чи організаційного питання вибраний об'єкт (типовий) може зазнавати лише деяких часткових змін або доробки. Типізація є поширенням великої кількості функцій на малу кількість об'єктів, тому що забезпечує зберігання тільки типових об'єктів із цієї сукупності.

Типізація технологічних процесів включає аналіз можливих технологічних рішень при виготовленні деталей класифікаційної групи та проектування оптимального типового процесу для кожної групи. Основним методом типізації технологічних процесів слід вважати метод технологічної послідовності, який ґрунтується на узагальненості технологічних процесів.

У результаті робіт під час типізації виробляються і закріплюються в нормативному документі відповідні характеристики тих чи інших процесів, виробів та організаційно-методичних питань. Типізація дає змогу скоротити час на проектування і розробку тих чи інших рішень.

Взаємозамінність – це придатність одного виробу, процесу, послуги для використання замість іншого виробу, процесу, послуги з метою виконання одних і тих же вимог. Взаємозамінність досягається за рахунок обробки креслень виробу шляхом розмірних розрахунків, підбору необхідних матеріалів, установлення відповідних технічних вимог, а також застосування таких методів обробки, при яких рознесення розмірів деталей вкладається в поле допуску. Взаємозамінність забезпечується шляхом встановлення в стандартах, кресленнях та іншій нормативній документації єдиних номінальних розмірів для сполучення деталей та виробів, відповідних допустимих меж розмірів, геометричних форм і регламентації вимог щодо якості матеріалів за механічними, фізичними та хімічними вимогами тощо. Усе це дає змогу незалежно використовувати деталі та вузли, посідати своє місце у складальній одиниці та забезпечувати нормальну, безперебійну роботу готового виробу.

Функціональні вимоги найбільш повно враховуються при застосуванні методу функціональної взаємозамінності. Під цим методом розуміють визначення точності геометричних та фізико-хімічних параметрів деталей і вузлів на основі суворо встановлених зв'язків між цими параметрами та експлуатаційними показниками.

Розрізняють повну, неповну, зовнішню і внутрішню взаємозамінність. *Повна* взаємозамінність забезпечується додержанням параметрів з такою точністю, яка допускає складання і заміну будь-яких пов'язаних деталей, вузлів і агрегатів без додаткових заходів обробки, регулювання. При повній взаємозамінності спрощуються процеси складання та ремонту і створюються

умови для автоматизації, спеціалізації. *Неповна* взаємозамінність характеризується можливістю проведення таких додаткових заходів при складанні, як груповий підбір деталей, використання компенсаторів, регулювання положень, припасування. *Зовнішня* взаємозамінність – це взаємозамінність купованих, кооперованих деталей та вузлів за експлуатаційними показниками, а також розмірами і формою приєднаних поверхонь, за якими взаємопов'язані вузли основного виробу поєднуються між собою, а також купованими і кооперованими. *Внутрішня* взаємозамінність – це взаємозамінність деталей, що складають окремі вузли, складові частини і механізми, що входять до виробу.

Рівень взаємозамінності виробництва характеризується коефіцієнтом взаємозамінності, який дорівнює відношенню трудомісткості виготовлення взаємозамінних деталей і частин до загальної трудомісткості виготовлення виробу. Він є показником технічного рівня виробництва. Взаємозамінність дає змогу організовувати серійне та масове виробництво на основі кооперації, розвивати спеціалізоване виробництво окремих деталей, вузлів і агрегатів, впроваджувати автоматизацію і механізацію виробничих процесів. Нормативною базою взаємозамінності є стандартизація.

З розвитком економічних зв'язків між країнами і поширенням міжнародної торгівлі великого значення набуває забезпечення взаємозамінності у міжнародному масштабі. У зв'язку з цим велика увага приділяється питанням взаємозамінності у діяльності міжнародних організацій зі стандартизації. Уніфікація, агрегування, типізація і взаємозамінність є базою для розвитку робіт зі спеціалізації.

Спеціалізація – це організаційно-технічні заходи, спрямовані на створення виробництв чи підприємств з реалізації однотипного "Продукту" в масовому чи великосерійному масштабі з використанням оптимальної технології при мінімальній собівартості й найкращій якості.

Залежно від об'єктів спеціалізації вона може бути предметною, подетальною, технологічною і функціональною.

Предметна спеціалізація полягає у тому, що на окремих підприємствах зосереджується випуск певного "Продукту", який відповідає профілю підприємства. Предметна спеціалізація – це початкова форма спеціалізації виробництва. *Подетальна спеціалізація* полягає в тому, що у процесі виготовлення виділяється виробництво окремих деталей чи вузлів. Цей вид спеціалізації економічно найбільш вигідний. *Технологічна спеціалізація* – це виділення окремих стадій технологічного процесу в спеціалізовані заводи, цехи, ділянки. При технологічній спеціалізації збільшуються масштаби виробництва, підвищується продуктивність праці, знижується собівартість "Продукту", раціонально використовуються засоби виробництва.

Функціональна спеціалізація виникла як наслідок розподілу і кооперування праці у галузі допоміжного обслуговування виробництва. Наприклад, спеціалізований ремонт комп'ютерної техніки, автомобілів, побутової техніки тощо.

Залежно від галузі розповсюдження спеціалізація може бути заводською, галузевою, міжгалузевою і міжнародною.

Питання для самоперевірки

1. Що забезпечують принцип плановості та принципи перспективності?
2. Що передбачають принцип оптимальності та принцип динамічності?
3. Що визначають принцип системності та принцип обов'язковості?
4. Що таке уніфікація? Охарактеризуйте її. Наведіть приклади її застосування.
5. Які види уніфікації розрізняють?
6. Що таке агрегування? З якою метою воно використовується?
7. Що таке типізація? Як ще називають цей метод?
8. Що таке взаємозамінність? Охарактеризуйте її.
9. Що таке спеціалізація? На які види вона розподіляється?

Лекція 3 Стандартизація систем управління якістю

3.1. Міжнародні стандарти на системи забезпечення якості "Продукту"

Світовий досвід управління якістю сконцентрований в пакеті міжнародних стандартів ISO 9000–9004, прийнятих Міжнародною організацією по стандартизації (ISO) в березні 1987 р. і оновлених в 1994 р.

Стандарт ISO 9000 містить керівні вказівки по вибору і використанню стандартів відповідно до конкретної ситуації в діяльності підприємства. *Стандарт ISO 9004* – це методичні вказівки для загального керівництва якістю на підприємстві, а *стандарти ISO 9001–9003* – це моделі систем забезпечення якості на різних стадіях виробничого процесу.

В ISO 9000 підкреслюється, що усередині підприємства або підприємства забезпечення якості – предмет загального керівництва. Але якщо йдеться про укладення контракту, то стан системи забезпечення якості у експортера служить мірою довіри до нього з боку контрагента, мірою упевненості в надійності партнера. У зв'язку з цим в контракті може бути передбачений оцінка системи забезпечення якості у експортера на відповідність одному із стандартів ISO 9001–9003 до укладення контракту. Оцінку може проводити або сам імпортер, або нейтральна організація за домовленістю сторін. Оцінка не знадобиться, якщо система сертифікована і контрагент визнає сертифікат відповідності.

Практика конкурентноздатних підприємств показала, що якісний товар, відповідний запитам покупців, може бути виготовлений лише з урахуванням комплексного дослідження ринку, і цей досвід втілений в стандарті: "петля якості" починається з маркетингу (рис. 3.1) і закінчується маркетингом.

Система забезпечення якості складається із заходів і дій, які розповсюджуються на всі стадії петлі якості. Організаційна структура системи управління якістю включається в загальний процес управління діяльністю підприємства.

Роль *функції маркетингу* в системі управління якістю полягає у пошуках і виборі цільового ринку, встановленні вимог до якості "Продукту", визначенні потреби в товарі (послужі), місткості ринку, в складанні докладної характеристики споживачів даного ринкового сегменту. Ця інформація необхідна для випуску потрібної кількості "Продукту", повністю відповідного особливостям попиту покупців за якістю, ціні, термінам поставки "Продукту" (послужі).

Сегмент ринку, на якому працює підприємство, цикл життя "Продукту"

постійно вивчаються для своєчасного виявлення змін в попиті, тенденцій розвитку попиту і ухвалення відповідних управлінських рішень для забезпечення належного рівня якості "Продукту". Маркетингова служба надає підприємству інформацію про вимоги ринку до "Продукту", у тому числі про експлуатаційні характеристики і надійність виробів, рівень дизайну, колір, упаковку, про діючі стандарти і технічні регламенти, про методи перевірки якості і т.п. Ці відомості стають основою для подальших робіт по проектуванню нових виробів або модифікації "Продукту", що випускаються.

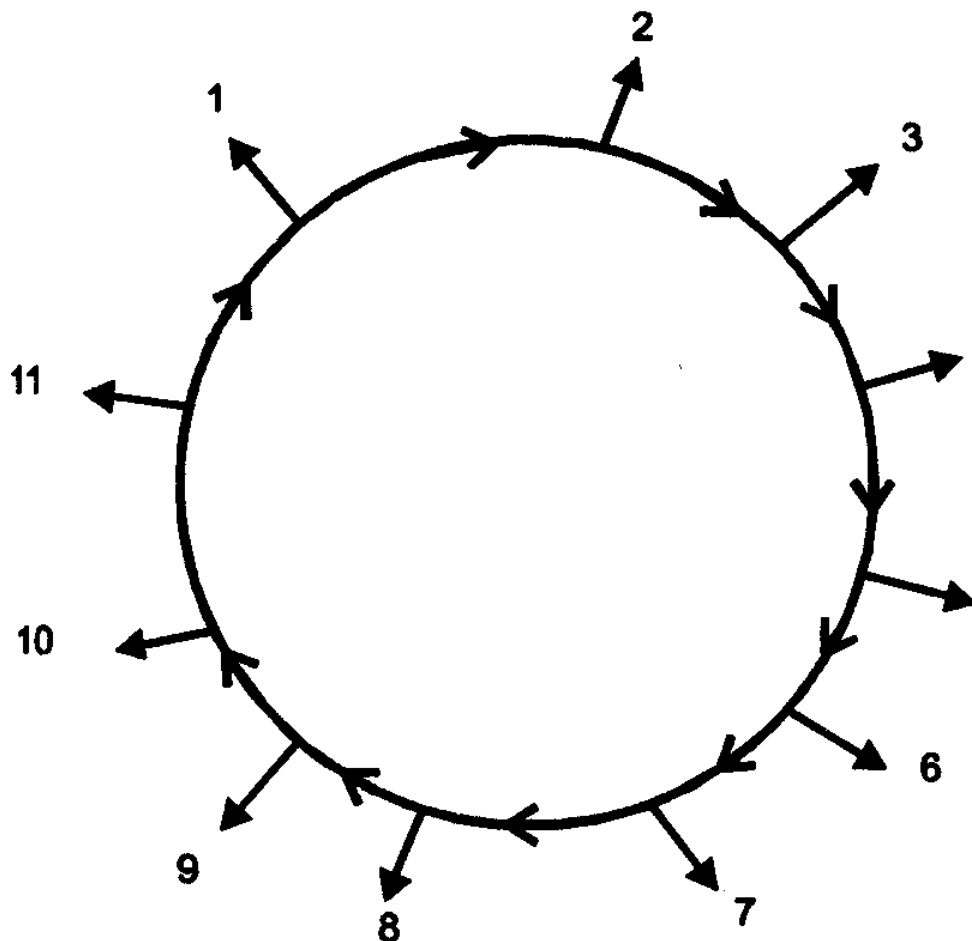


Рис 3.1 Модель "Петля якості". Урахування комплексного дослідження ринку.
Де 1 – Маркетинг. Пошуки і вивчення ринку; 2 – Проектування і розробка технічних вимог до "Продукту"; 3 – Матеріально–технічне постачання; 4 – Підготовка і розробка виробничих процесів; 5 – Виробництво "Продукту"; 6 – Контроль і випробування; 7 – Упаковка і зберігання; 8 – Реалізація і розподіл; 9 – Монтаж і експлуатація; 10 – Технічна допомога в обслуговуванні; 11 – Утилізація після використання

Маркетингова функція забезпечує постійний зворотний зв'язок із споживачами, що дозволяє своєчасно ухвалювати необхідні рішення в області управління якістю.

Міжнародні стандарти ІСО 9000 встановлюють *ступінь відповідальності керівництва за якість*. Керівництво підприємства відповідає за розробку політики в області якості, за створення, упровадження і функціонування системи управління якістю, що повинно чітко визначатися і оформлятися документально. До обов'язків керівництва відносяться підбір фахівців і виділення необхідних ресурсів для виробничого, контрольо-вимірального і випробувального устаткування, програмного забезпечення ЕОМ. Керівництво повинне встановлювати необхідний рівень компетенції, стежити за своєчасністю підвищення кваліфікації персоналу. На керівників підприємства покладається обов'язок виявляти ті показники якості "Продукту", які впливають на його ринкову стійкість. Керівництво відповідає і за визначення мети, яка обумовлює рішення про виробництво нових "Продукту" або надання нових послуг на користь споживачів. Випуск нових "Продукту" і надання додаткових послуг пов'язаний з підготовкою нових програм якості, за що також відповідально керівництво підприємства.

Особливість сучасної системи управління якістю полягає в наявності в її структурі внутрішньої перевірки системи, аналізу і оцінки її ефективності.

Внутрішню перевірку здійснюють що призначаються керівництвом підприємства компетентні фахівці. Вони зобов'язані оцінити ефективність кожного елемента системи відносно реалізації мети, поставленої перед системою управління якістю. Такі перевірки проводяться планово або унаслідок виявлення дефектів, організаційних змін на підприємстві. Перелік об'єктів, що підлягають контролю, і інші процедурні моменти встановлюються в плані перевірки, що розробляється керівництвом підприємства. В звіті за результатами перевірки приводяться конкретні випадки виявлення неналежної якості "Продукту" і висловлюються причини цього. Пропонуються коректуючі заходи, дається оцінка виконання пропозицій за наслідками попередніх перевірок.

Якщо внутрішні перевірки здійснюються силами фахівців самого підприємства, то *аналіз і оцінка ефективності системи управління якістю повинен проводитися компетентними незалежними особами, яких запрошує керівництво підприємства. Такий аналіз служить підприємству основою для вживання необхідних заходів по вдосконаленню системи відповідно до нових концепцій якості, у зв'язку із змінами на ринку або необхідністю освоєння нових технологій.*

Принципово важливою особливістю системи, пропонованою стандартами ІСО, є обов'язкові визначення і оцінка витрат на якість. *Аналіз*

витрат на якість можна розглядати як економічну оцінку ефективності системи, а результати такого аналізу беруться за основу при вдосконаленні програм забезпечення якості.

Щоб цей елемент системи працював, необхідна чітка класифікація витрат на якість. Інформація про витрати повинна бути в центрі постійної уваги керівництва підприємства як для контролю, так і для ув'язки цих витрат з іншими статтями витрат підприємства. На зарубіжних підприємствах витрати на якість розглядаються як основа встановлення розміру вкладень в систему забезпечення якості. Зниження витрат на якість – головна мета системного управління якістю.

Витрати на якість грають не останню роль і в конкурентних позиціях підприємства, будучи чинником, що визначає її можливості в умовах цінової конкуренції. Цій проблемі в зарубіжних країнах надається велика увага. Так, наприклад, до складу Американського суспільства по контролю якості входить Технічний комітет із витрат на забезпечення якості "Продукту". В рамках систем управління якістю витрати на якість звичайно класифікують на витрати виробника та інші витрати.

Витрати виробника складаються з попереджувальних, оцінних, витрат через внутрішні відмови, витрат через зовнішні відмови.

Попереджувальні витрати включають витрати, пов'язані з:

- плануванням якості; організацією і впровадженням системи управління якістю;
- розробкою вимог до контролю якості сировини і матеріалів, виробничих процесів і "Продукту", що випускається; підготовкою методик, інструкцій і т.п.;
- аналізом якості на довиробничій стадії. Сюди ж відносяться витрати на контроль технологічного процесу, контрольного і випробувального устаткування;
- витрати на створення програм навчання і підготовки кадрів в області управління якістю; витрати на вдосконалення систем забезпечення якості; різного роду організаційні витрати (заробітна платня управлінського апарату, витрати на відрядження і ін.).

Інші витрати на якість враховуються в управлінні якістю на підприємствах, вони значною мірою впливають на загальні витрати підприємства і нерідко включаються в основні статті витрат на комплексні системи забезпечення якості "Продукту". До них відносяться:

- непрямі витрати на якість, через виконання таких виробничих операцій, які можна цілком виключити, і їх існування пояснюється невпевненістю виробника як вироблювана "Продукт".;
- витрати постачальників на якість повинні обов'язково братися до уваги

споживачем сировини, оскільки вони впливають на рівень закупівельних цін;

- непередбачені витрати виражаються в зменшенні об'єму збуту внаслідок виникнення негативної реакції покупців на "Продукти" підприємства;
- витрати на апаратуру в рамках інформаційного забезпечення системи дуже зросли у зв'язку з автоматизацією контролю якості і використанням ЕОМ;
- витрати, пов'язані із споживанням "Продукту" надають багато уваги, оскільки зрештою вони відображаються на об'ємі збуту "Продукту".

Підприємства планують загальні витрати на якість. Розробка програми витрат, як правило, починається з визначення статті витрат на якість в рамках розглянутої вище класифікації. По кожній статті передбачається ведення звітності на основі аналізу і контролю. Повинні бути здійснений аналіз ефективності бухгалтерської ревізії витрат на якість, розробка коректуючих заходів і аналіз їх ефективності, а також обов'язкове інформування споживача про витрати на якість. За даними експертів, витрати на якість багатьох підприємств досягають 20% від суми продажів, причому спостерігається їх щорічне зростання на 5–7%. Упровадження ж ефективної системи управління якістю, працюючої за принципом попередження, а не виявлення дефектів, дозволяє понизити рівень витрат на якість до 2,5%.

Наступною принциповою особливістю системи управління якістю є посилені увага до *забезпечення якості при проектуванні і розробці технічних умов.*

Аналіз технічних умов на "Продукт" і вимог до якості послуг включає оцінку надійності, зручності монтажу і збірки, збереження і можливості утилізації. Повинні бути перевірені вимоги до маркуванню, етикетуванню, інструкціям по використанню і ін.

При *аналізі вимог до виробництва і технічного обслуговування* оцінюються можливість виготовлення "Продукту" за цим проектом і проведення технічного контролю проекту, готовність постачальників і технічні умови на що поставляються ними матеріали і комплектуючі вироби. Перевіряються також вимоги до упаковки, терміну придатності при зберіганні, навантажувально–розвантажувальним операціям.

Перевірка проекту, яка може проводитися одночасно з періодичним аналізом або незалежно від нього, базується на альтернативних розрахунках, випробуваннях дослідного зразка за чіткою програмою з фіксацією отриманих даних. Може бути також передбачений перевірка проекту третьою стороною.

Система забезпечення якості на стадії проектування повинна включати аналіз готовності виробництва до випуску нової або вдосконаленого

"Продукту". Повинні бути передбачені навчання персоналу грамотному використанню (експлуатації) "Продукту" і проведення перевірки перших зразків виробів, їх упаковки і етикетування.

В системі управління якістю необхідно також передбачати *зворотний зв'язок із споживачем*, оскільки його досвід експлуатації "Продукту" і досвід, накопичений в процесі виробництва, служать основою для внесення відповідних змін в проект. Наслідки цих змін, їх вплив на якість "Продукту" також підлягають оцінці.

В системі забезпечення якості передбачена така форма зворотного зв'язку, як *нагляд самого виробника за якістю "Продукту"*. З цією метою створюється механізм раннього виявлення відхилень від якості, що дозволяють одержувати дані про відмови і повернення "Продукту" і своєчасно вживати заходів корегуючої дії. Зворотний зв'язок повинен існувати протягом всього терміну служби виробу, що дає можливість постійно контролювати ступінь задоволення потреб покупця якістю "Продукту" або послуги.

Особливістю даної системи забезпечення якості "Продукту" є також можливість *вибору постачальників*, що широко використовується в практиці зарубіжних підприємств.

В світі широко використовують практику оцінки систем забезпечення якості "Продукту" у постачальників, а також оцінку самого постачальника. Ця процедура отримала назву *сертифікація постачальника*. Для цього підприємство-споживач розробляє стандарти для підприємства-постачальника на якість сировини і вихідних матеріалів, що поставляється, і протягом року контролює дотримання цих стандартів.

Найбільш дієвим способом забезпечення високої якості сировини і матеріалів, що поставляється, проведення регулярної атестації постачальника і оцінки якості його роботи.

Стандарт ISO 9004 містить також положення *"Про підготовку кадрів"*. Передбачається, що підготовка персоналу охоплює всі рівні від керівництва до персоналу. Для керівних кадрів важливо перш за все розуміння принципів системи забезпечення якості і критеріїв її ефективності. Середній ланці необхідний більш широкий круг знань. Їм необхідно навчитися правильно розуміти документацію, знати техніку безпеки, основи статистичних методів контролю. Корисно передбачити атестацію цієї категорії працівників. Офіційна атестація потрібна для фахівців, зайнятих контролем і випробуваннями проєкції.

Ще одна принципова особливість сучасної системи управління якістю полягає в забезпеченні можливості *зниження ризику юридичної відповідальності за якість*. З цією метою повинні бути передбачені:

- розробка і впровадження стандартів безпеки (і на їх основі – технічних умов на "Продукти" або послуги);
- проведення випробувань з метою оцінки дослідного зразка і проекту на безпеку;
- складання і аналіз інструкцій для покупців, етикетування і т.п.;
- розробка спеціальних способів стеження для своєчасного виявлення характеристик виробу, не відповідних вимогам безпеки; проведення планових досліджень якості "Продукту" з метою виявлення і усунення ризику порушення вимог безпеки.

В даному міжнародному стандарті підкреслюється також, що умовою успішної роботи з управління якістю є застосування статистичних методів на всіх стадіях "петлі якості": при аналізі ринку, проектуванні "Продукту", визначенні вимог до надійності, довговічності і терміну служби, управлінні технологічними процесами, визначенні рівня якості, складанні планів технічного контролю, аналізі дефектів і оцінці експлуатаційних характеристик виробу. Із статистичних методів найбільш часто застосовуються планування експерименту і аналіз чинника; дисперсійний і регресійний аналіз; оцінка безпеки і аналіз ризиків; карти контролю якості, вибіркового статистичного контролю та інше.

Таким чином, в стандартах ІСО серії 9000 надається особлива увага задоволенню запитів покупця, встановленню відповідальності, оцінці можливих ризиків і переваг.

3.2 Вдосконалення стандартизації систем забезпечення якості

На сьогоднішній день стандарти ІСО серії 9000 визнані практично всіма країнами світу, прийняті як національні і впроваджені безліччю підприємств. Відсутність сертифікату на систему якості стає головною перешкодою виходу підприємства на зовнішній ринок. Транснаціональні підприємства вимагають від субпостачальників обов'язкового впровадження на їх виробничих підприємствах міжнародних стандартів ІСО серії 9000.

Про розповсюдження в світі цих стандартів свідчать цифри, що характеризують динаміку сертифікації систем якості на відповідність їх вимогам. Так, якщо в 1993 р. в світі було сертифіковане близько 50 000 систем, в 1995–100 000, то до початку 2007–1 250 000.

Усвідомивши, що отримання сертифікату на систему якості стало хоча і не цілком достатньою, але вельми необхідною умовою цивілізованого існування в сучасному світі, українські підприємства також впроваджують стандарти ІСО серії 9000. Причин такого відставання, на думку фахівців,

декілька. *По-перше*, ще трохи помітний на підприємствах "слід", залишений колишньою вітчизняною економікою (та і політичною системою) як в розумінні (концепції) якості, так і в методах управління. Сучасні підходи до управління якістю, надала сама концепція цього поняття, пов'язана з ринковою економікою, не відразу усвідомлюється керівниками підприємств. *По-друге*, упровадження і сертифікація системи якості – справа дорога і в сьогоднішніх умовах не по кишені багатьом українським підприємствам.

Підприємство повинне знати критерії оцінки його роботи. В цьому плані гідної уваги заслуговує досвід розвинених країн, де в конкурсі на національну премію за якість щорічно беруть участь більше 100 підприємств, а брошура з переліком критеріїв оцінки розходиться тиражем 200 тис. екземплярів. Виявилось, що підприємства, які не беруть участь в конкурсі, прагнуть дізнатися про критерії і використати їх для самооцінки. Це дає можливість підприємствам не тільки оцінити себе, але і порівнятися з лідерами, причому за конкретними напрямками, тобто встановити для себе певні напрями поліпшення роботи. Така самооцінка стала настільки популярною, що багато підприємств вимагають від субпідрядників не тільки сертифікат на систему якості, але і доказ застосування ними механізму самооцінки.

Іншим способом стимулювання українських підприємств можна рахувати конкурс на звання "Кращий менеджер якості". Мабуть, головним критерієм тут повинен бути саме стан системи якості, а значить упровадження стандартів ІСО серії 9000 і сертифікація системи.

Особливо актуальним визнано деяке ослаблення жорсткої формалізації окремих правил і процедур в управлінні якістю, необхідних для отримання сертифікату відповідності на систему якості. Важливо, щоб підприємства, які ухвалили рішення про впровадження системи управління якістю, усвідомили, що стандарти ІСО серії 9000 – свого роду методична інструкція про те, що слід робити, але питання про те, як це робити, повинно вирішити керівництво.

Практика показала доцільність подальшого вдосконалення стандартів ІСО серії 9000 у напрямі їх конкретизації і навіть деякого спрощення викладу. Це було зроблено в 2000 р. (редакція ІСО серії 9000–2000), готується ще один оновлений варіант. Технічний комітет ІСО, що займається цією проблемою, свою концепцію оновлення стандартів пов'язує з більш повною інтеграцією складових системи забезпечення якості з системою загального управління організацією. Це стосується і стандартів ІСО серії 10 000, пов'язаних з технологією забезпечення якості. В ньому увага зосереджена на наступних аспектах: управління процесом (враховуючи персонал, зв'язок із споживачем, збут "Продукту"); адміністрування і попереджувальні заходи.

В нову редакцію стандартів передбачається включити вісім принципів управління якістю, які визначені технічним комітетом:

- організаційна структура, встановлена відповідно до вимог споживача;
- керівництво персоналом;
- участь персоналу;
- орієнтація процесу;
- системний підхід до управління;
- постійне вдосконалення;
- фактичний підхід до ухвалення рішень;
- взаємовигідні відносини з субпостачальниками.

Ці принципи по суті є правилами з управління якістю з урахуванням їх постійного вдосконалення. Головним в цьому процесі як і раніше залишається споживач. На друге місце поставлено людський ресурс, тому велика роль відводиться навчанню, заохоченню і активній участі персоналу в процесі задоволення споживацьких переваг. Орієнтація процесу враховує зв'язок всієї роботи з обслуговуванням як внутрішніх, так і зовнішніх споживачів взаємодія між підрозділами самої підприємства будується по схемі "постачальник – споживач".

Стандартизація систем якості стимулює чітку організацію роботи підприємства з поліпшення якості, але при цьому стандарти повинні визнавати можливість нововведень, сприяючих підвищенню якості "Продукту" і вдосконаленню самих систем, тобто визнавати нові складові системи "законними" і не перешкоджаючими її сертифікації.

Той факт, що в даний час з'явилися нові концепції управління якістю, не зменшує значення і популярність широко визнаних в світі міжнародних стандартів ІСО серії 9000. Зростаючий ступінь конкурентної боротьби на світових товарних ринках примушує підприємства удосконалювати якість "Продукту" не тільки в технічному, але і в економічному аспекті; а в системах якості посилюється значущість такої складової, як "витрати на якість". Достатньо широко використовуються відомі концепції управління якістю це TQM (Total quality management) і QS 9000 (Quality system 9000). Але обидві ці концепції не суперечать міжнародним стандартам ІСО серії 9000 і можуть розглядатися як подальший розвиток і деталізація системного управління якістю.

Система TQM направлена на досягнення повної відповідності підходів до забезпечення якості функціональних служб і підрозділів підприємства, а також і її субпостачальників. Головний економічний ефект від впровадження TQM – це значне зниження витрат, пов'язаних з дефектами готових виробів; рівень дефектності в них виражається числом дефектів на мільйон виробів.

Стандарт QS 9000 по суті носить галузевий характер, оскільки розроблений і прийнятий трьома гігантами машинобудування: підприємствами Крайслер, Форд і Дженерал Моторс. Стандарт QS 9000

базується на ІСО 9000, але містить розроблені вказаними підприємствами вимоги, які носять як загально галузевий характер, так і більш конкретизований для кожної підприємства.

Вимоги до систем управління якістю визначені основним документом серії стандартів QS 9000 – промисловим стандартом QS 9000 "Вимоги до систем якості", згідно якій можна виділити три групи вимог:

- загальні, які відповідають стандартам ІСО серії 9000, а саме стандарту ІСО 9001;
- галузеві, які доповнюють і конкретизують загальні;
- специфічні, що пред'являються до своїх субпостачальників підприємствами Крайслер, Форд і Дженерал Моторс.

Окрім вказаного промислового стандарту, в документацію QS 9000 включається:

- опис процедури узгодження методів забезпечення якості з виробниками комплектуючих деталей і вузлів (процедура PPAP);
- методика оцінки діючої системи якості (QSA);
- керівництво "Статистичне управління процесами" (SPC);
- керівництво "Аналіз вимірвальних систем" (MSA);
- керівництво "Планування якості перспективної "Продукту"" (APQP);
- керівництво "Аналіз видів і наслідків відмов" (FMEA).

Процедура PPAP направлена на зведення до мінімуму втрат, характерних для початкового етапу виробництва нового "Продукту". В документі *PPAP* розглянуто одинадцять ситуацій, в яких узгодження виробничого процесу між субпостачальником і споживачем надаються їм комплектуючих обов'язково до початку виробництва. Включений також перелік документів, які зобов'язаний надати субпостачальник своєму споживачу по кожному виробу в будь-якій з цих ситуацій.

За наслідками процедури *PPAP* формується відношення до субпостачальника, тобто, в єстві, відбувається його вибір як партнер або відмова від співпраці: схвалення виробництва; тимчасове схвалення; відхилення.

Документ QSA призначений для оцінки діючої на підприємствах підприємства–власника системи забезпечення якості і встановлює можливі варіанти процедури оцінки:

- оцінка першою стороною (самооцінка);
- оцінка другою стороною (споживачем);
- оцінка третьою стороною (органом по сертифікації);
- аудит потенційного постачальника при його виборі (до укладення контракту на поставку комплектуючих).

Керівництво SPC містить роз'яснення по статистичних методах

управління виробничим процесом і переслідує мету попередження збоїв, аналізу їх причин для безперервного вдосконалення виробництва.

Керівництво MSA присвячено питанню забезпечення достовірності результатів оцінки готового продукту і виробничого процесу, що визначено як "якість результатів вимірювань".

Керівництво APQP призначено для уніфікації процесу планування якості у субпостачальників і споживача з метою задоволення запитів останніх. В ньому запропоновано шість етапів планування якості перспективного "Продукту", причому кожному етапу відповідають конкретні інтереси споживача, від ступеня задоволення яких залежатиме якість продукту.

Керівництво FMEA описує методи аналізу можливих відмов стосовно процесу розробки технології виробництва.

Система забезпечення якості розробляється і впроваджується на підприємстві після формування і документального оформлення політики керівництва підприємства в області якості.

Система забезпечення якості повинна діяти на всіх стадіях петлі якості, причому по характеру дії в системі можуть бути встановлено три напрями: забезпечення якості, управління якістю, поліпшення якості (рис. 3.2). Кожна з цих дій відрізняється характерним змістом. Забезпечення якості "Продукту" складається з планування і систематичного здійснення заходів, які повинні створити такі умови для реалізації кожного з етапів петлі якості, щоб якість "Продукту" відповідала заданим вимогам.

Плановані заходи звичайно включаються в програму забезпечення якості (наприклад, цільові науково-технічні програми підвищення якості "Продукту"). Програма розробляється під конкретний "Продукт" і містить завдання, що стосуються технічного рівня і якості "Продукту", вимоги із забезпеченню петлі якості необхідними ресурсами (устаткуванням, сировиною і допоміжними матеріалами, комплектуючими виробами, засобами вимірювань, виробничим персоналом тощо). Повинні бути також продуманий заходи по реалізації встановлених вимог рис 3.2.

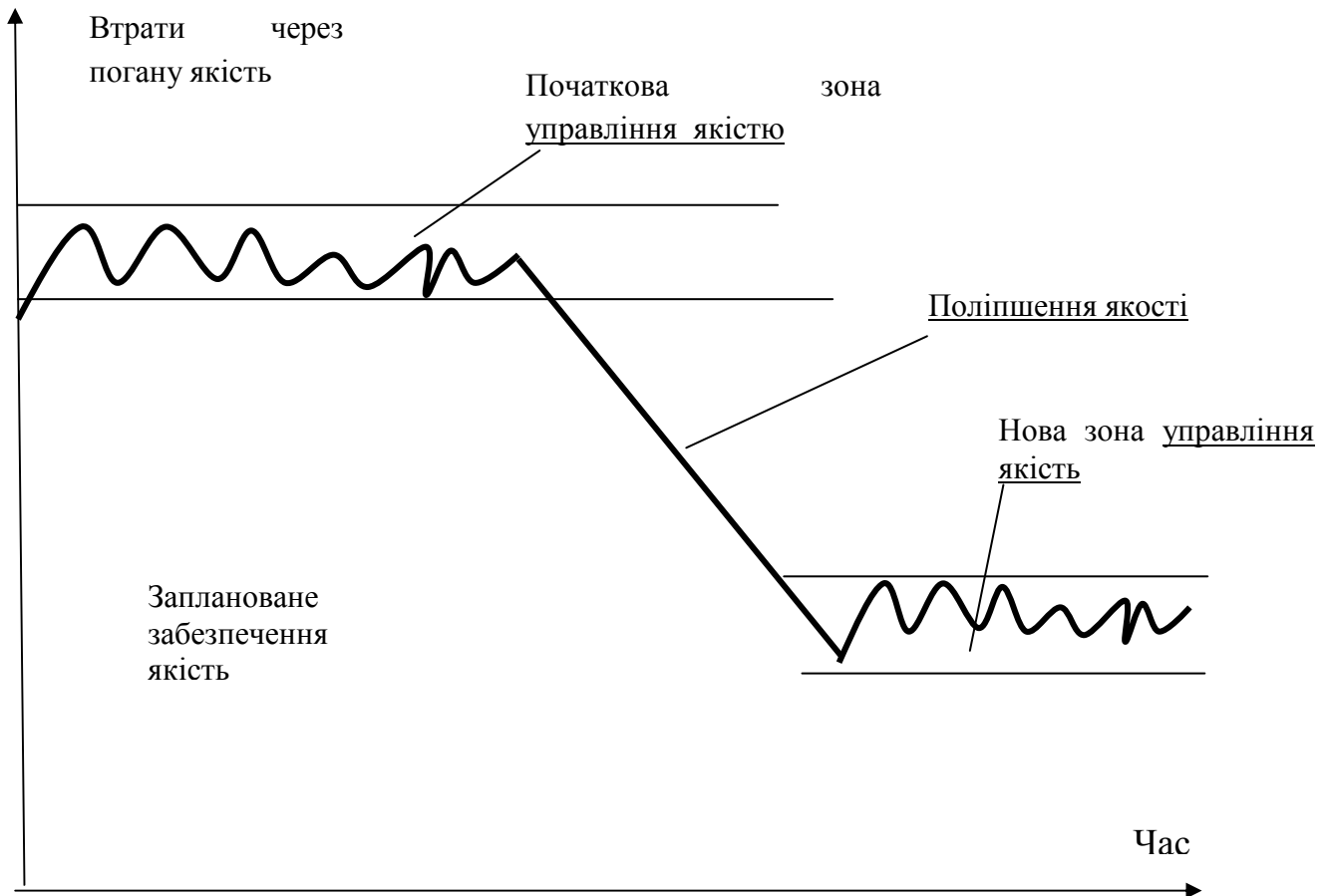


Рис. 3.2 Взаємозв'язок забезпечення, поліпшення якості і управління ним

Заходи щодо забезпечення якості, що систематично проводяться, складаються з тих робіт, які постійно або періодично виконуються підприємствами (вивчення ринку, підвищення кваліфікації працівників, безперервне утворення персоналу і т.і.). Визначальне значення в цих заходах має попередження тих або інших відхилень.

В стандарті ІСО 9004 підкреслюється, що "філософія" якості припускає наступне: система забезпечення якості повинна так працювати, щоб попереджати проблеми, а не виявляти їх після виникнення. Серед запобіжних засобів можуть бути своєчасне оновлення інструменту, плановий ремонт устаткування, наявність відповідної документації на робочих місцях та ін.

Управління якістю – діяльність, що носить оперативний характер. Ця дія на процеси, виявлення невідповідностей на всіх стадіях петлі якості і усунення їх, а також причин цих відхилень. Наприклад, технологічний процес можна регулювати за допомогою контрольних карт статистичного контролю, що дозволяє не усувати, а запобігати відхиленням від норми. Управляючі рішення приймаються за наслідками контролю, аналізу причин порушень режиму, аналізу інформації, що нагромадилася.

Поліпшення якості полягає в постійній роботі з підвищення технічного

рівня, якості виготовлення "Продукту", поліпшенню умов виробництва, вдосконаленню системи забезпечення якості. Враховуючи актуальність цієї проблеми і накопичений певний досвід в світовій практиці, Міжнародною організацією зі стандартизації (ІСО), що розробила як додаток до стандарту ІСО 9004 документ "Поліпшення якості. Загальне керівництво". В діяльності із поліпшення якості можливо здійснювати дію на будь-який елемент як виробництва, так і системи забезпечення якості.

Метою постійного поліпшення якості повинно бути підвищення ступеня відповідності "Продукту" вимогам споживача, створення нової модифікації "Продукту" з розрахунку на новий ринковий сегмент і т.і., що зрештою сприяє зміцненню конкурентних позицій підприємства. Постійне поліпшення якості може стати частиною політики підприємства в області якості.

Всі описані вище особливості сучасних методів управління якістю "Продукту", втілених в міжнародних стандартах ІСО 9000, необхідно враховувати українським підприємствам при упровадженні або вдосконаленні діючої системи якості. Особливо це актуально для тих підприємств, які експортуватимуть "Продукт" на зовнішні ринки.

Отже, перед вітчизняними підприємствами стоїть нелегка задача – втілити в життя положення ІСО 9000. Вище наголошувалося, що в них описано, те, що треба зробити, а у кожному конкретному випадку необхідно вирішувати, як оформити документально і упровадити на практиці елементи системи забезпечення якості.

Держстандартом України створені "Рекомендації по розробці елементів системи якості", що доповнюють ДСТУ ISO 9001–9004.

Особливо актуальні рекомендації для упровадження тих елементів, які повністю відсутні в діючих раніше на вітчизняних підприємствах комплексних системах управління якістю (КС УКП). У цьому документі наголошується, на те що керівництво постачальника "Продукту" зобов'язане визначити і документально оформити свою політику, мету і зобов'язання в області якості.

Політика в області якості формулюється як принцип діяльності за такими основними напрямками: поліпшення економічного стану на підприємстві внаслідок підвищення якості "Продукту"; розширення об'єму збуту "Продукту" за рахунок високої якості або знаходження нових ринкових сегментів; досягнення більш високого технічного рівня "Продукту"; поліпшення основних показників якості "Продукту", що визначають попит на даному ринку збуту; зниження рівня дефектності; вдосконалення сервісу.

Політика підприємства в області забезпечення якості оформляється документально і може бути представлений у вигляді окремого документа або в стандарті підприємства "Управління якістю товарів. Основні положення".

Розробка документа, що встановлює *ступінь відповідальності* за

виконання робіт, пов'язаних з якістю, необхідна для створення на підприємстві системи стимулювання персоналу за високу якість "Продукту".

Стандарти ISO 9000 передбачають обов'язкову *внутрішню перевірку* системи якості. Це положення є ще однією важливою стороною організаційного аспекту. Перевірки можуть бути періодичними, які плануються, і позаплановими.

Порядок і організація проведення перевірок можуть бути документально оформлений у вигляді стандарту підприємства. В ньому необхідно визначити об'єкти і методи перевірки; критерії оцінки стану об'єктів, що перевіряються; вимоги до працівників, що здійснюють перевірки; порядок проведення перевірки і т.і. Об'єктами перевірок звичайно є параметри якості "Продукту". За результатами перевірки складається звіт, в якому слід відобразити випадки виявлення дефектів і їх причини; незадовільний стан окремих елементів системи якості, якщо це має місце; ті процедури в забезпеченні якості, які не виконуються тощо. Звіт повинен містити оцінку виконання заходів, запропонованих за наслідками попередньої перевірки, а також пропозиції що до усуненню знайдених недоліків. Результати перевірки представляються керівництву підприємства, яке після аналізу даних звіту дає оцінку діючої на підприємстві системі якості і ухвалює відповідні управляючі рішення.

Стандарти ISO 9000 передбачають, що представник керівництва з боку постачальника несе постійну відповідальність за виконання вимог до системи якості. Окрім перевірок, стандарти рекомендують практикувати періодичний *аналіз ефективності* діючої системи якості. Доцільність аналізу визначається зовнішніми умовами діяльності, що змінилися, наприклад, при впровадженні "Продукту" на новий (зарубіжний) ринок. Аналіз звичайно проводиться внутрішніми силами підприємства або незалежними фахівцями за призначенням керівництва. Зміни, які необхідно внести в діючу систему, можуть бути включений в цільову науково-технічну програму з підвищення якості "Продукту".

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте модель "Петлі якості", або урахування комплексного дослідження ринку.
2. Що саме встановлюється міжнародним стандартом ISO 9000?
3. Ким повинен проводитися аналіз і оцінка ефективності системи управління якістю?
4. Як можна розглядати аналіз витрат на якість за стандартами ISO 9000?

5. З чого складаються витрати виробника на якість?
6. Як здійснюється забезпечення якості при проектуванні і розробці технічних умов?
7. Які оцінки включає аналіз технічних умов на "Продукт"?
8. Яким чином при аналізі вимог до виробництва і технічного обслуговування оцінюються можливість виготовлення "Продукту"?
9. Яким чином в системі управління якістю можна передбачати зворотний зв'язок із споживачем?
10. Що забезпечує процедура сертифікації постачальника?
11. В чому суть положення "Про підготовку кадрів" в стандарті ІСО-9004 ?
12. Що повинні бути передбачено для зниження ризику юридичної відповідальності за якість?
13. Причин відставання українських підприємств у впровадженні стандарту ІСО серії 9000?
14. Назвіть критерії оцінки роботи підприємства.
15. На що направлена система TQM?
16. Охарактеризуйте стандартів QS 9000?
17. На що направлена процедура PPAP?
18. Для чого призначений документ QSA?
19. Як діє система забезпечення якості на всіх стадіях петлі якості?
20. Охарактеризуйте взаємозв'язок забезпечення, поліпшення управління якістю.
21. Що таке управління якістю?
22. Охарактеризуйте мету постійного поліпшення якості та політику в області якості.

Лекція 4. Властивості і характеристика якості продукції і послуг

4.1 Основні поняття якості

Якість "Продукту" є одним із важливих чинників успішної діяльності будь-якого підприємства, організації, підприємства, тощо. Нині у всьому світі значно підвищувались вимоги споживачів до якості продукції і послуг.

Якість, як філософська категорія, вперше проаналізував Аристотель ще в III ст. до н.е. Філософське визначення якості зробив в свій час (XIX) Гегель: "Якість є, в першу чергу, тотожна з буттям визначеність так, що дещо перестає бути тим, що воно є коли воно втрачає свою якість". Якість "Продукту", як правило, не зводиться до окремих її властивостей, пов'язана з усіма властивостями "Продукту" як єдиного цілого, тому поняття якості пов'язане з буттям "Продукту", потребами споживача, надійності, довговічності тощо.

Якість "Продукту" і послуг розвивалась залежно від того, як розвивались і збільшувались потреби і вимоги суспільства і зростали можливості виробництва для задоволення ринку. Підвищення вимог до якості "Продукту" супроводжувалось необхідністю постійного вдосконалення виробництва та роботи всього колективу підприємства, без чого взагалі неможливо досягти і підтримувати високі економічні показники підприємства.

Якість "Продукту" – сукупність властивостей і характеристик "Продукту", які надають йому здатність задовольнити обумовлені потреби людства (за ISO 8202 – 84).

Єдність термінології, показників та методів встановлення рівнів якості "Продукту" розроблена Державним науково–дослідним інститутом "Система" Держстандарту України і серії науково–технічних документів (НТД), найважливішими з яких є ДСТУ 2825 – 94 "Якість "Продукту". Оцінювання якості. Терміни та визначення" та ДСТУ 3230 – 95 "Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення."

Потреби людства в продуктах та послугах багатогранні, проте вони виражаються певними властивостями і кількісними характеристиками (параметрами) цих властивостей. Потреби можуть включати такі аспекти: функціональну придатність (одяг, транспорт), фізіологічну необхідність (харчування, життєві потреби), безпечність (житло, транспорт), експлуатаційну готовність (устаткування, апарати, технологічні процеси тощо), захист навколишнього середовища (запиленість, загазованість) і багато інших.

Розглянемо основні визначення.

Якість "Продукту" – сукупність властивостей і характеристик "Продукту" або послуг щодо їх здатності задовольнити встановлені та передбачені потреби.

Властивість "Продукту" – об'єктивна особливість "Продукту", яка може виявлятися під час її створення, експлуатації чи споживання.

Показники якості "Продукту" – це кількісна характеристика однієї чи кількох властивостей "Продукту", що характеризують його якість, яку розглядають стосовно визначених умов її створення та експлуатації.

Параметр "Продукту" – ознака "Продукту", яка кількісно характеризує певні її властивості.

Придатний "Продукт" – це такий "Продукт", який задовольняє всім встановленим вимогам.

Дефект – невиконання заданої очікуваної вимоги стосовно "Продукту", включаючи вимоги безпеки.

Брак – "Продукт" з наявністю дефектів і передавання його споживачу не допускається.

Рівень якості "Продукту" – відносна характеристика якості "Продукту", яка ґрунтується на порівнянні значень оцінюваних показників якості "Продукту" з базовими значеннями відповідних показників.

Система якості – сукупність організаційної структури, методик, процесів і ресурсів, необхідних для здійснення управління якістю.

Управління якістю – загальні функції управління, які визначають політику, цілі, відповідність у сфері якості і здійснюють за допомогою таких заходів: планування якості, оперативне управління якістю, забезпечення якості та політики якості.

4.2. Життєвий цикл та класифікація "Продукту"

Життєвий цикл будь-якого "Продукту" – сукупність взаємопов'язаних процесів, які супроводжують його від утворення до використання (утилізації). Основні етапи життєвого циклу: дослідження та проектування, випробування, виготовлення, зберігання, використання або експлуатація, ремонт та утилізація (рис. 4.1).

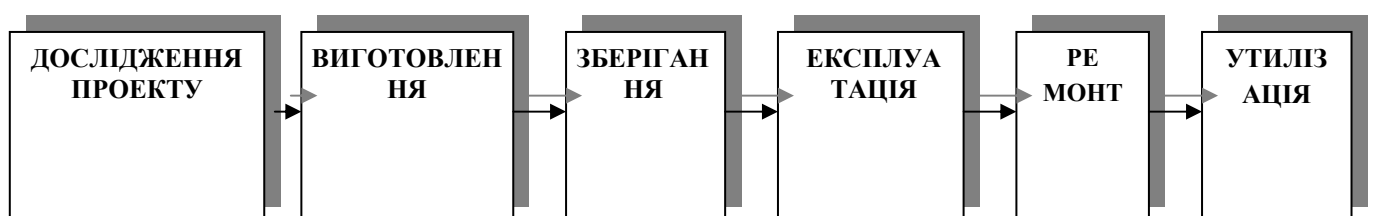


Рис. 4.1. Життєвий цикл "Продукту"

Всю промислову продукцію з метою оцінки рівня її якості можна поділити на два класи (рис. 4.2.): продукцію, яка безповоротно витрачається при використанні, продукцію, яка витрачає свій ресурс і може повторно використовуватися лише після ремонту, повторного відновлення її якості. До першого класу відноситься продукція, яку можна розділити на три групи: сировина і природне паливо; матеріали і продукти; спрацьовані вироби. До другого класу відносяться ремонтні і не ремонтні вироби, тобто до складу входять дві групи.

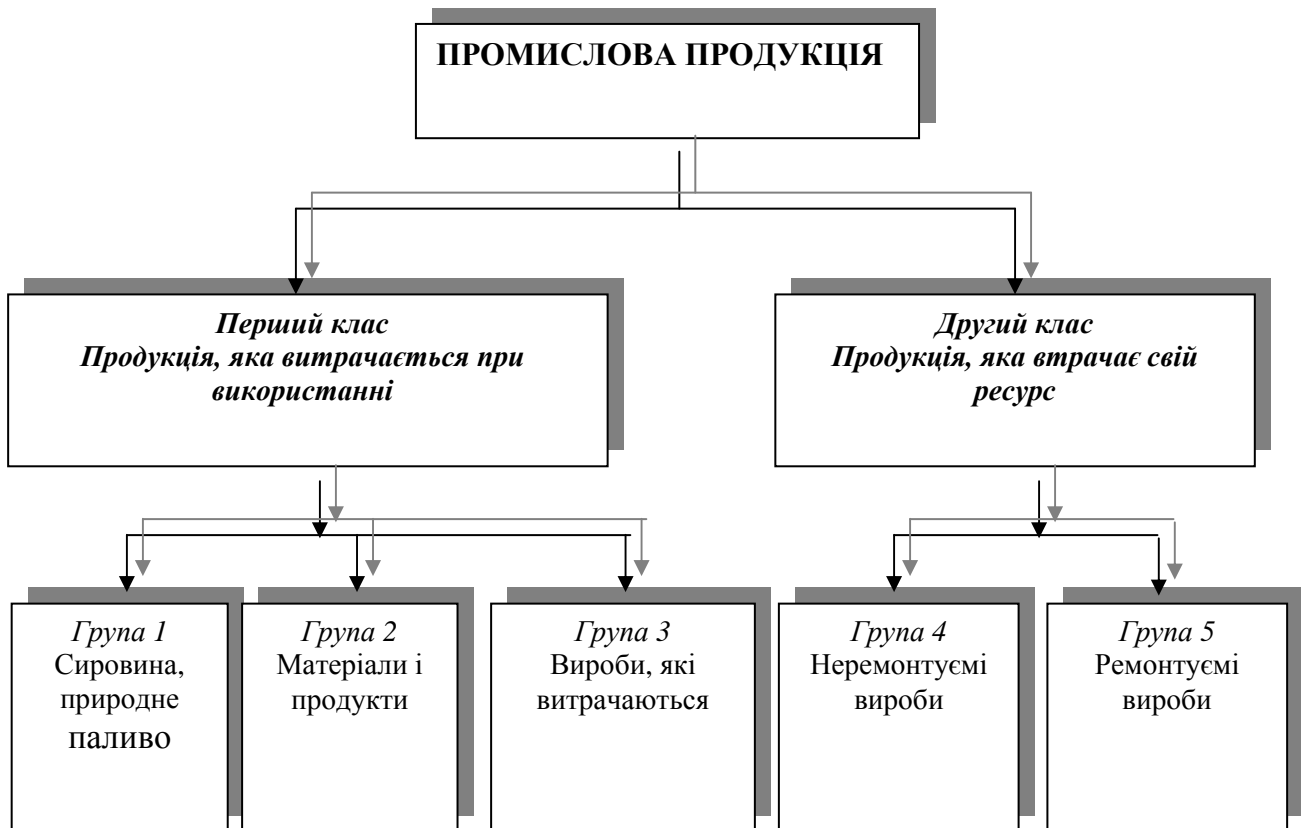


Рис. 4.2. Класифікація промислової продукції.

До першої групи відноситься сировина і різні види природного палива, наприклад, газоподібне, рідке та тверде паливо, природні будівельні матеріали тощо.

До другої групи відносяться матеріали і продукти, які пройшли первинну обробку і є її результатом, наприклад, різні мастила і палива (бензин, скраплений газ), цегла, балки, плити, лісоматеріали, радіо і електроматеріали, тощо.

До третьої групи відносяться вироби, які витрачаються як допоміжні при виготовленні того чи іншої "Продукту", наприклад, дрід, кабель, фільтрувальні матеріали тощо.

До четвертої групи відносяться не ремонтні вироби, які після виходу з ладу піддаються утилізації, наприклад, транзистори, діоди, підшипники, гайки, болти, шестерні тощо.

До п'ятої групи входять вироби, які піддаються ремонту після виходу з ладу, наприклад, автомашини, устаткування, технологічні лінії, станки і ін.

Якщо "Продукт" першого класу витрачається за призначенням в процесі експлуатації, то "Продукт" другого класу втрачає свій ресурс, який можна оновити і продовжити експлуатацію до нового морального старіння.

4.3. Показники якості "Продукту"

Показники якості "Продукту" дають кількісне визначення ступеню відповідності "Продукту" вимогам замовника.

В залежності від кількості характерних властивостей показники якості діляться на одиничні та комплексні (рис. 4.3.). Комплексні показники в свою чергу діляться на групові, головні, узагальнені та інтегральні.



Рис. 4.3. Класифікація показників якості.

Головний показник якості "Продукту" (ПЯП) – такий показник, який характеризує властивості "Продукту" за основним його призначенням.

Наприклад, для електродвигуна потужність є основним показником (1 кВт, 50 кВт), незважаючи на те, що є досить багато інших показників: синхронний, асинхронний, звичайний, пожежезахищений, тощо.

Груповий показник якості – комплексний показник, до складу якого входять кілька показників: $P_1; P_2; P_3 \dots P_n$ і відносяться до одної групи властивостей.

Інтегральний показник якості характеризує відношення сумарного корисного ефекту від споживання "Продукту" до сумарних затрат на його створення та експлуатацію, тобто, він є техніко-економічним показником.

Узагальнений комплексний показник якості являє собою сумарну функцію кількох одиничних показників якості "Продукту" з різних властивостей.

Показник якості K_j визначається за формулою:

$$K_j = \sum_{i=1}^n m_j K_i,$$

де: K_j – оцінка (значення) i -го одиничного показника; m_j – коефіцієнт пропорційності i -го одиничного показника; n – кількість одиничних показників.

Значення показника якості "Продукту" виражаються в абсолютних, відносних і базових значеннях.

Базове значення ПЯП – показник, який приймається за основу при порівнянні з поточними значеннями. Базове значення ПЯП вибирається таким, що відповідає найкращим показникам відповідності "Продукту" вимогам замовника.

Відносне значення ПЯП відповідає відношенню абсолютного значення до базового значення ПЯП.

В 1984 році ВНДІ стандартизації запропонував показники якості продукції в залежності від фізичних властивостей розділити на такі дванадцять груп:

1. Показники призначення "Продукту" і область їх використання, наприклад, вміст корисних речовин в продуктах харчування.

2. Показники економічного використання сировини, матеріалів, палива, електроенергії тощо. Питома витрата сировини на одиницю продукції.

3. Показники надійності роботи устаткування, станків тощо. До таких показників відносяться: довговічність, термін роботи, термін безвідмовності, термін зберігання сировини тощо.

4. Технологічні показники, які характеризують "Продукт" за відповідністю технологічним процесам її виготовлення: металоємність, технологічність, трудомісткість тощо.

5. Ергономічні показники: освітлення, теплостійкість, вологостійкість і ін.

6. Естетичні показники: зручність роботи і розміщення устаткування, розміщення столів, освітлення робочих місць тощо.
7. Показники стандартизації: уніфікація, утилізація, стандартизація вузлів, деталей технологій тощо.
8. Показники транспортабельності: вантажопідйомність, заповнення робочого об'єму, вантажність транспортних засобів і ін.
9. Патенти – правові показники: наявність авторських свідоцтв, патентів і ін.
10. Екологічні показники: забрудненість води і повітря, рівень радіації, вміст нітратів у сільськогосподарській продукції та інше
11. Показники безпеки: електроізоляція, тепловий захист, автоматика безпеки тощо.
12. Показники взаємозамінності деталей, вузлів виробів, устаткування тощо.

Саме такий підхід щодо оцінки якості "Продукту" дозволив достатньо точно визначити придатність "Продукту" і забезпечити зростаючі потреби споживачів і захистити їх від браку "Продукту".

Система якості є сукупністю організаційної структури, відповідності, процедур, процесів і ресурсів, які забезпечують здійснення загального керівництва якістю "Продукту" та підтримання міцних зв'язків між всіма ланками управління та працюючими підприємствами на всіх рівнях виробництва та реалізації є *комплексною системою управління якістю "Продукту"*.

Питання для самоперевірки

1. Які Ви знаєте властивості і характеристика якості продукції і послуг?
2. Назвіть основні поняття якості Якість "Продукту"
3. Назвіть та охарактеризуйте основні визначення управління якістю.
4. Система якості, управління якістю – охарактеризуйте загальні функції управління закладені в цих поняттях.
5. Що таке життєвий цикл "Продукту"?
6. Що таке класифікація промислової продукції?
7. Охарактеризуйте загальні риси життєвого циклу та класифікації "Продукту".
8. Що таке дефект та як його уникнути?
9. Що таке брак "Продукту"?
10. На чому ґрунтується рівень якості "Продукту"?
11. Яка роль система якості в здійсненні заходів з управління якістю?

12. Що таке управління якістю?
13. Які показники якості "Продукту" застосовуються в системі управління якістю?
14. Як здійснюється класифікація показників якості?
15. Дайте визначення базового значення показника якості продукції.
16. На які групи розподілені фізичні властивості продукції?
17. Що є комплексною системою управління якістю "Продукту"?

Лекція 5. Основи технічних вимірювань

5.1 Основні терміни, вживані в метрології та технічних вимірюваннях

Термін "метрологія" відбувся від грецьких слів: "метрос" – міра, "логос" – навчання, слово. В сучасному розумінні це наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності і способи досягнення необхідної точності. До основних напрямів метрології відносяться: загальна теорія вимірювань; одиниці фізичних величин і їх системи; методи і засоби вимірювань; методи визначення точності вимірювань; основи забезпечення єдності вимірювань і одноманітності засобів вимірювання; еталони і зразкові засоби вимірювань; методи передачі розмірів одиниць від еталонів і зразкових засобів вимірювань робочим засобам вимірювань. Частина з них має науковий характер інша частина відноситься до законодавчої метрології. Законодавчий характер метрології обумовлює стандартизація її термінів і визначень.

Фізична величина – властивість, загальна в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів, але в кількісному відношенні індивідуальне для кожного об'єкту.

Вимірювання – знаходження значення фізичної величини досвідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Під вимірюванням розуміється процес експериментального порівняння даної фізичної величини з однорідною фізичною величиною, значення якої прийнято за одиницю.

Одиниця вимірювання фізичної величини – фізична величина, якій за визначенням присвоєно значення, рівне одиниці.

Одиниці фізичної величини є допоміжним апаратом, застосованим при вивченні об'єктів природи. Принципово можна представити нескінчену множину одиниць фізичних величин. Але практика висуває вимогу єдності вимірювань, яку можна забезпечити за будь-якої системи одиниць.

Єдність вимірювань – стан вимірювань, при якому їх результати виражені в узаконених одиницях і похибки вимірювань відомі із заданою ймовірністю. Це поняття включає не тільки виконання умови єдності одиниць фізичних величин, але й значення похибки вимірювань.

Засіб вимірювань – технічний засіб, який використовується при вимірюваннях і має нормовані метрологічні властивості. За технічним призначенням засоби вимірювання підрозділяються на засоби, вимірювальні прилади, вимірювальні перетворювачі, допоміжні засоби вимірювань, вимірювальні установки і вимірювальні системи.

Міра – засіб вимірювань, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру (кварцовий генератор є мірою частоти електричних коливань). Міра, що відтворює ряд однойменних величин різного

розміру, називається багатозначною (конденсатор постійної місткості виконує роль однозначної міри, а конденсатор змінної ємкості – багатозначної). Часто використовується набір засобів – спеціально підібраний комплект засобів, вживаних не тільки окремо, але і в різних поєднаннях для відтворення ряду однойменних величин різного розміру.

Вимірювальний прилад – засіб вимірювань, призначений для вироблення сигналу вимірювальної інформації у формі, доступній для безпосереднього сприйняття спостерігачем. Вимірювальні прилади аналогові і цифрові, показуючі і реєструючі.

Вимірювальний перетворювач – засіб вимірювань, призначений для вироблення сигналу вимірювальної інформації, зручної для передачі, подальшого перетворення, обробки і зберігання, але не що піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем. *Первинним* називається *перетворювач*, що є першим в електричному ланцюзі і до якого безпосередньо підводиться величина, що вимірюється. Передаючий вимірювальний перетворювач призначений для дистанційної передачі сигналу вимірювальної інформації; масштабний вимірювальний перетворювач – для зміни величини, що вимірюється, в задане число раз.

Допоміжний засіб вимірювань – засіб вимірювання величин, що впливають на метрологічні властивості іншого засобу вимірювань при його застосуванні. Ці засоби застосовують для контролю за підтримкою значень впливаючих величин в заданих межах.

Вимірювальна установка – сукупність функціонально з'єднаних засобів вимірювань (мір, вимірювальних перетворювачів) і допоміжних пристроїв, призначених для вироблення сигналів вимірювальної інформації у формі, зручній (для автоматичної обробки, передачі і використання в АСУ) для безпосереднього сприйняття спостерігачем і розташована в одному місці.

Вимірювальна система – сукупність засобів вимірювань і допоміжних пристроїв сполучених між собою каналами зв'язку, призначена для вироблення сигналів вимірювальної інформації у формі зручній для автоматичної обробки, передачі і використання в АСУ.

5.2 Класифікація вимірювань

За характером залежності величини, що вимірюється, від часу вимірювання діляться на статичні і динамічні.

Статичні вимірювання відповідають випадку, коли величина, що вимірюється, залишається постійною.

Динамічні вимірювання – коли величина, що вимірюється, змінюється.

За способами отримання результатів розрізняють прямі, непрямі, сукупні і сумісні вимірювання.

Прямими називаються вимірювання, при яких шукане значення величини знаходять безпосередньо із дослідних даних. Величину, що при цьому виміряється, порівнюють з мірою вимірювальними приладами, градуйованими в необхідних одиницях (наприклад силу струму – амперметром).

При *непрямих* вимірюваннях шукане значення величини знаходять на підставі відомої залежності між цією величиною і величинами, що піддаються прямим вимірюванням. Непрямі вимірювання широко застосовуються в тих випадках, коли шукану величину неможливо або складно виміряти безпосередньо або коли пряме вимірювання дає менш точний результат.

При *сукупних* вимірюваннях одночасно виміряють декілька однотипних величин і шукані значення величин знаходять шляхом вирішення системи рівнянь, отриманих при прямих вимірюваннях різних поєднань цих величин.

Сумісні вимірювання – одночасне вимірювання двох або декількох однойменних величин для знаходження залежності між ними.

За способом надання результатів вимірювань розрізняють абсолютні і відносні вимірювання.

Абсолютне вимірювання засновано на прямих вимірюваннях однієї або декількох основних величин і (або) використуванні значень фізичних констант (наприклад вимірювання напруги у Вольтах).

Відносним називається вимірювання відношення величини до однойменної величини, що відіграє роль одиниці, або зміни величини по відношенню до однойменної величини, що приймається за початкову.

За методом вимірювання, що використовується, – сукупності прийомів використування принципів і засобів вимірювань розрізняють :

- метод *безпосередньої* оцінки, в якому значення величини визначається безпосередньо за відліковим пристроєм вимірювального перетворювача прямої дії;
- метод *порівняння* з мірою, в якому величину, що виміряється, порівнюють з величиною, відтворною мірою. Цей метод має наступні модифікації: зіставлення, диференціальний, нульовий, заміщення, збігів.
- метод *зіставлення* – величина і величина, відтворна мірою, що виміряється, одночасно впливають на прилад порівняння за допомогою якого встановлюються співвідношення між цими величинами.
- метод *диференціальний* – на вимірювальний прилад впливає різниця величини і відомої величини, що виміряється, відтворною мірою.
- метод *нульовий* – результуючий ефект дії величин на прилад порівняння доводять до нуля.

- метод *заміщення* – величину, що вимірюється, заміщають відомою величиною, відтворною мірою.
- метод *збігів* – різниця між величиною і величиною, відтворною мірою, що вимірюється, вимірюють, використовуючи збіги відміток шкал або періодичних сигналів.

5.3 Основні характеристики вимірювань

Принцип вимірювань – фізичне явище або сукупність фізичних явищ, взятих за основу вимірювань.

Похибка вимірювань – відхилення результату вимірювання від істинного значення величини, що вимірюється.

Істинне значення фізичної величини те яке б ідеальним чином відобразило в якісному і кількісному відношенні відповідні властивості об'єкту, але воно залишається невідомим, тому за допомогою вимірювань знаходять таке дійсне значення, що настільки наближається до істинного, що для даної мети може бути використаний замість нього.

Точність вимірювання – якість величини, яка вимірюється, що відображає близькість до нуля систематичної похибки результатів (тобто таких похибок, які залишаються постійними або закономірно змінюються при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини).

Правильність вимірювань залежить від того, наскільки були вірні засоби вимірювань, що використовуються при експерименті.

Достовірність вимірювання – ступінь довіри до результатів вимірювань. Вимірювання для яких – це відомі вірогідні характеристики відхилення результатів від істинного значення відносяться до достовірних. Наявність похибки обмежує достовірність вимірювань, оскільки вносить обмеження в число достовірних значущих цифр числового значення величини, що вимірюється, і визначає точність вимірювань.

Збіжність вимірювань – якість вимірювань, що відображає близькість один до одного результатів вимірювань, виконуваних в однакових умовах.

Відтвореність вимірювань – якість вимірювань, що відображає близькість один до одного результатів вимірювань, виконаних в різних умовах (в різний час, в різних місцях).

5.4 Фізичні величини і одиниці вимірювання фізичних величин

Комісія з розробці єдиної Міжнародної системи одиниць розробила проект Міжнародної системи одиниць, який був затверджений 9-ю генеральною конференцією з мір і ваг. Прийнята система була названа Міжнародна система одиниць CI (SI – System International). Фахівці виходили з того, щоб охопити системою всі області науки і техніки; прийняти зручні для практики розміри основних одиниць, ті що отримали розповсюдження вибрані як основні одиниці таких величин, та відтворення яких можливо з найбільшою точністю.

В системі CI за основні одиниці прийняті: метр – одиниця довжини, кілограм – одиниця маси, кельвін – одиниця температури, кандела – одиниця сила світла, ампер – одиниця сили струму, секунда – одиниця часу, моль – кількість речовини. Решта одиниць є похідними.

Для вимірювання результатів вимірювань в узаконених одиницях, розмір останніх повинен зберігатися або відтворюватися на місці, або передаватися якимось чином з місця зберігання або відтворення. Залежно від цього розрізняють централізоване і децентралізоване відтворення одиниць фізичних величин. В першому випадку воно здійснюється за допомогою спеціальних технічних засобів, названих еталонами, а для передачі розміру одиниць використовуються зразкові засоби вимірювань. В іншому випадку одиниця похідної фізичної величини (наприклад площі) відтворюється на місці через одиниці основних фізичних величин. Останні зберігаються і відтворюються тільки централізований відповідно до їх визначення.

Головною задачею сучасної метрології є створення повної системи взаємозв'язаних природних еталонів на основі використання фундаментальних фізичних констант і високостабільних квантових явищ. Важливий крок у вирішенні цієї задачі зроблено вісімнадцятою Генеральною конференцією з мір і ваг, що прийнята в 1983 році нове визначення метра – як довжини шляху, прохідного світлом у вакуумі за проміжок часу рівний $1/299792458$.

При такому підході одиниця довжини може відтворюватися децентралізовано, за допомогою фундаментальної фізичної константи – швидкості світла і одиниці часу секунди, яка визначається через період еталонної частоти, що передається по радіо. Одиниці часу і частоти відтворюються зараз з якнайменшою похибкою.

5.5 Еталони і зразкові засоби вимірювань

Щоб забезпечити єдність вимірювань, необхідна тотожність одиниць, в яких проградуєвані всі засоби вимірювань однієї і тієї ж фізичної величини. Для цього застосовують засоби вимірювань, що бережуть і відтворюючи встановлені одиниці фізичних величин і передаючи їх відповідним засобам вимірювань. Вищою ланкою в метрологічній передачі розмірів одиниць є еталони.

Еталон одиниці – засіб вимірювань (або комплекс засобів) який забезпечує відтворення і (або) зберігання одиниці з метою передачі її розміру нижчестоячим у перевірочній схемі засобам вимірювань, виконане по особливій специфікації і офіційно затверджене в установленому порядку як еталон.

Еталон, що забезпечує відтворення одиниці з щонайвищою в країні (в порівнянні з іншими еталонами тієї ж одиниці) точністю, називається *первинним*.

Спеціальний еталон відтворює одиницю в особливих умовах і замінює при цих умови первинний еталон.

Первинний або спеціальний еталон, офіційно затверджений як початкове для країни, називається *державним*. *Приклади*: державний первинний еталон одиниці ЕДС (ГОСТ 8.027–75); спеціальний еталон одиниці напруги – струму в діапазонах частот 100...1500 МГц (ГОСТ 8072–73 і 8075–73).

Державні еталони затверджуються Держкомітетом за стандартами. В Харківському центрі метрології зберігається державний еталон часу і частоти.

В метрологічній практиці широко використовують *вторинні еталони*, значення яких встановлюється по первинних еталонах. Вторинні еталони є частиною підлеглих засобів зберігання одиниць і передачі їх розміру. Вони створюються і затверджуються в тих випадках, коли це необхідне для забезпечення якнайменшого зносу державного еталона.

Вторинні еталони за своїм призначенню діляться на еталони-копії, еталони порівняння, еталони-свідки і робочі еталони.

Еталон-копія призначений для передачі розмірів одиниць робочим еталонам. Він не завжди є фізичною копією державного еталона.

Еталон-свідок призначений для перевірки збереження державного еталона і для заміни його у разі псування або втрати.

Еталон-порівняння застосовують для звірення еталонів, які із тих або інших причин не можуть бути безпосередньо звірені один з одним (*приклад*: ТЗ нормальний елемент, що використовується для звірення державного еталона Вольта з еталонам Вольта Міжнародного бюро заходів і терезів).

Робочий еталон застосовують для передачі розміру одиниці зразковим засобам вимірювань вищої точності, а в окремих випадках – найточнішим засобам вимірювань.

Зразковий засіб вимірювання – міра, вимірювальний прилад або вимірювальний перетворювач, що служить для перевірки по них інших засобів вимірювань і затверджені як зразкові.

Перевірка засобів вимірювань – визначення метрологічним органом похибки засобів вимірювань і встановлення його придатності до застосування.

Зразкові засоби вимірювань можуть мати різні розряди. Між ними існує підпорядкування: зразкові засоби вимірювань першого розряду повіряють, як правило, безпосередньо за робочими еталонами, зразкові засоби вимірювань другого і подальших розрядів підлягають повірці за зразковими засобами вимірювань безпосередньо попередніх розрядів. Для різних видів вимірювань встановлюються, виходячи з вимог практики, різне число розрядів зразкових засобів вимірювань.

Робочий засіб вимірювань – застосовують для вимірювань, не пов'язаних з передачею розмірів одиниць.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення фізичної величини та вимірювання.
2. Що таке одиниця вимірювання фізичної величини?
3. Що таке єдність вимірювань?
4. Що таке міра?
5. Для чого призначені вимірювальний прилад, вимірювальний перетворювач?
6. В чому різниця між вимірювальною установка вимірювальною системою
7. На які види діляться величини, що вимірюються.
8. Охарактеризуйте статичні та динамічні вимірювання.
9. Що таке принцип вимірювань?
10. Які похибки вимірювань класифікуються в метрології?
11. Дайте визначення істинного значення фізичної величини.
12. Що таке точність вимірювання та правильність вимірювань?
13. Охарактеризуйте достовірність вимірювання, збіжність вимірювань та відтворюваність вимірювань.

Лекція 6. Засоби вимірювань і їх характеристики

6.1 Класифікація засобів вимірювання

Засоби вимірювання – технічні засоби, які використовуються при вимірюванні і мають нормовані метрологічні характеристики.

Метрологічними називаються характеристики, які впливають на результат і похибки вимірювання. Вони входять до складу технічних характеристик, які визначають інші властивості засобів вимірювань (діапазони частот, габаритні розміри, вид елементів живлення).

Під *нормуванням* метрологічних характеристик розуміється кількісне завдання певних номінальних значень і допустимих відхилень від цих значень. Нормування метрологічних характеристик дозволяє оцінити похибка вимірювання, досягти взаємозамінності засобів вимірювань, забезпечити можливість порівняння засобів вимірювань між собою і оцінити похибку вимірювальних систем і установок на основі метрологічних характеристик які входять до складу засобів вимірювань. Саме нормування метрологічних характеристик відрізняє один засіб вимірювань від інших подібних технічних засобів (наприклад, вимірювальний трансформатор від силового трансформатора).

У відповідності до ДСТУ всі засоби вимірювань діляться на шість видів: пристрої, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади, допоміжні засоби вимірювань, вимірювальні установки і вимірювальні системи. Найчисленнішою групою засобів вимірювань є вимірювальні прилади і перетворювачі, які узагальнено називаються вимірювальними пристроями (ВП). Через велику різноманітність їх класифікують за різними ознаками:

- за фізичними процесами ВП, що використовуються, розділяють на механічні, електромеханічні, електронні, оптоелектронні тощо.

- за фізичною природою величини, що вимірюється, розрізняють вольтметри, амперметри, термометри, манометри, рівнеміри, вологоміри тощо.

- за видом величини або сигналу вимірювальної інформації, що вимірюється, а також за способом обробки сигналу прилади поділяються на аналогові і цифрові. В аналогових приладах покази є безперервною функцією величини, що вимірюється, тобто можуть також, як і величина, що вимірюється, приймати нескінченну множину значень. При цьому під час покази можуть бути як безперервною, так і дискретною (переривистою) функцією величини, що вимірюється, тобто розрізняють прилади безперервної і дискретної дії.

В *цифровому* приладі безперервна за розміром і в часі величина перетворюється в дискретну, квантується, кодується і цифровий код відображається на цифровому відліковому пристрої. В результаті покази цифрового приладу є дискретними в часі і квантованими за розміром, тобто можуть приймати лише кінцеве число значень.

Зовнішньою ознакою аналогових або цифрових приладів є наявність аналогового або цифрового показуючого або реєструючого пристрою. Відповідно прилади прийнято також розділяти на показуючі, допускаючі тільки відлік показів, і реєструючі, в яких передбачена автоматична реєстрація показів. Серед останніх, у свою чергу, розрізняють самописці і друкуючі. В приладах самописця (аналогових) покази значень величини що вимірюються, записуються у вигляді графіка осцилограми, який показує зміну значення величини в часі. В друкуючих приладах (цифрових) результати вимірювань друкуються в цифровій формі.

Аналогові показуючі пристрої електронних приладів це, як правило, електромеханічний перетворювач і аналоговий відліковий пристрій. Останнє складається зі шкали, проградуєваної за допомогою міри і відіграє роль міри при вимірюванні, і покажчика, що здійснює лінійне або кутове переміщення. В ролі покажчика використовуються стрілка, або промінь світла.

Роль показуючого пристрою може виконувати і електронно–променева трубка (ЕЛТ), що володіє вельми малою інерційністю, що дозволяє спостерігати високочастотні процеси.

Як аналогово-реєстраційні пристрої в діапазоні частот до 10 Гц використовуються самописці, що містять електромеханічний перетворювач, що забезпечує переміщення записуючого вузла із спеціальним пером. Запис здійснюється спеціальним чорнилом (пастами) на папері, що рухається перпендикулярно напрямку переміщення пера. В деяких випадках використовуються термо-, електро-, і хімічутливі папери. В діапазоні до 20 КГц застосовують світлолучові осцилографи, в яких запис здійснюється за допомогою спеціальних гальванометрів променем світла на фотопапері або фотоплівці, а також ультрафіолетовим променем на спеціальному папері, що самовиявляється на світлу. Добра точність, чутливість, багатоканальність (до 10 і більш), малі габаритні розміри є причиною широкого застосування цих приладів. Для реєстрації більш високочастотних процесів використовують електронно-променеві осцилографи з фотографуванням процесу з екрану ЕЛТ.

Цифровий відліковий пристрій звичайно складається з цифрових знакових індикаторів, що забезпечують відтворення десяткових цифр, і алфавітних індикаторів, що дозволяють вказати одиницю величини, що вимірюється. В цифрових реєструючих приладах, як правило, здійснюється

друкування показів за допомогою алфавітно-цифрових друкуючих пристроїв з швидкістю до 103 знаків в секунду. Для довготривалого зберігання інформації використовуються також різні види запам'ятовуючих пристроїв.

Цифрове відлікове або реєструючий пристрій ніяк не обмежує точність цифрового приладу, оскільки цифровий код без певної похибки може бути зображений на цифровому відліковому пристрої.

Точність аналогових приладів обмежується погрішностями вимірювальних перетворювачів, що створюють переміщення покажчика, погрішностями шкали і особистими (суб'єктивними) погрішностями, що вносяться оператором (через кінцеву товщину покажчика, довжини розподілу шкали і роздільної здатності ока, через паралакс, через похибка інтерполяції при положенні покажчика між відмітками розподілів шкали). В результаті похибка аналогових приладів складає звичайно 0,5 %. В той же час похибка цифрових приладів вдається зменшити до 10–6 %, а при вимірюванні частотно-часових параметрів і менша.

Проте не завжди цифрові відлікові або реєструючі пристрої кращі аналогові. При великій кількості величин (контроль складного об'єкту) покази аналогових приладів, що одночасно вимірюються, сприймаються легше, оскільки незалежно від цифр на шкалі просторове положення покажчика і характер його переміщення або осцилограма реєстрованого процесу дозволяє більш оперативно проводити аналіз контрольованого процесу.

Підтвердженням більшої інформативності аналогово–відлікових пристроїв є розробка для деяких цифрових приладів шкали у вигляді розташованих в лінію світлодіодів, керованих цифровою схемою. Ця шкала сприймається оператором як аналогова, хоча прилад є цілком цифровим.

Разом з точністю важливою характеристикою є швидкодія вимірювального пристрою, що характеризується числом вимірювань (перетворень) в одиницю часу або часом одного вимірювання. При вимірюванні що змінюються в часі величин підвищення швидкодії грає важливу роль. В загальному випадку підвищення швидкодії вимірювального приладу обмежується швидкодією елементної бази, що використовується.

Для показуючих приладів звичайно не вимагається високої швидкодії через обмеженість можливостей оператора при прийомі інформації.

Для реєстраційних приладів, а також вимірювальних перетворювачів вимога швидкодії є істотною особливо коли обробка інформації здійснюється за допомогою ЕОМ. В цьому випадку цифрові вимірювальні пристрої забезпечують більшу швидкодію, оскільки цифровий код може безпосередньо, без участі оператора вводиться в цифрові ЕОМ, виключення складають електронні осцилографи дозволяють спостерігати і проводити аналіз форми таких швидких процесів, перетворення яких в цифровий код пов'язане із

збільшенням похибки. До недоліків цифрових приладів відносять їх порівняно високу вартість.

За *структурним принципом* розрізняють вимірювальні пристрої прямої дії (перетворення); в якому реалізується метод безпосередньої оцінки, вимірювальні пристрої, робота яких заснована на методі порівняння. У вимірювальних приладах прямої дії перетворення сигналу відбувається в одному напрямі послідовно. Якщо вихідний сигнал U видається у формі, доступній для безпосереднього сприйняття, дана структурна схема характеризує його як прилад, а якщо для подальшої обробки і зберігання, – як перетворювач.

За *структурними ознаками* ВП також можна класифікувати по числу каналів і по тимчасовій послідовності перетворень вхідних сигналів. Залежно від числа вхідних сигналів, несучих інформацію про величину, що вимірюється, ВП бувають з одним (наприклад – вольтметр), двома (фазометр) і більш входами, тобто відповідно одно-, двох- і багатоканальними.

Залежно від тимчасової послідовності перетворень вхідних сигналів (якщо їх більш ніж два) розрізняють ВП з одночасним (*паралельним*) і послідовним перетворенням. При послідовному перетворенні сигнали обробляються по черзі, причому за цикл вимірювання кожний сигнал через вхідне перемикаюче пристрій (комутатор) подається на вхід перетворювача один раз. Різновидом послідовного перетворювача є періодичний пристрій, коли за час одного циклу вимірювання сигнали перемикаються багато разів. Послідовне перетворення дозволяє зменшити апаратні витрати за рахунок переходу від багатоканальної структури до одноканальної з вхідним комутатором. Крім того, одноканальна структура ВП дозволяє зменшити ряд похибок, звичайно що викликаються неідентичністю характеристик різних каналів.

За *точністю* ВП ділять на *зразкові*, що використовуються для перевірки інших ВП і затверджені як зразкові, і *персонал*, що використовуються безпосередньо в практичних вимірюваннях, не пов'язаних з передачею розміру одиниць.

За *частотним діапазоном* ВП ділять на низькочастотні (НЧ), високочастотні (ВЧ) і надвисокочастотні (СВЧ), по ширині смуги частот – на широкосмугові і виборчі (селективні).

За *місцем використання* ВП ділять на лабораторні і виробничі, які різко відрізняються за умов експлуатації, по технічних і метрологічних характеристиках.

Доповнимо класифікацію вимірювальних перетворювачів. Їх різноманіття визначається відмінністю необхідних видів перетворювачів.

Перетворювачі *фізичного роду* сигналу використовуються тоді, коли величина, що вимірюється, незручна для безпосереднього вимірювання. Так багато неелектричних величин заздалегідь перетворюються в електричні (механічне переміщення або кутове обертання в електричну величину) або одні електричні величини в інші (опір в напругу). Назва таких перетворювачів визначається або принципом дії, або родом вхідного і вихідного сигналів (наприклад, термоелектричний перетворювач, перетворювач напруга – частота)

Функціональні перетворювачі забезпечують необхідну залежність між інформативними параметрами вхідного і вихідного сигналів. Такі перетворювачі називають: диференціюючий, інтегруючі, підсумовує, логарифмуючий і т.п.

Узгодження *за рівнем* (розміру) вхідного сигналу здійснюється за допомогою *масштабних* перетворювачів. До них відносяться : дільник, підсилювач, трансформатор струму (напруги).

Узгодження *за опором* забезпечується за допомогою *тих, що погоджують* перетворювачів (трансформатор, емітерний повторювачем).

За місцем включення в загальному ланцюзі перетворювачі поділяються на *первинні*, до яких підводиться величина, що вимірюється, *проміжні і передаючі*, призначені для дистанційної передачі сигналів.

За видом характеристики перетворення перетворювачі ділять на *лінійні і нелінійні*.

6.2 Метрологічні характеристики засобів вимірювань і їх нормування

Для кожного виду засобів вимірювань (ЗВ), виходячи з їх специфіки і призначення, нормується певний комплекс метрологічних характеристик, вказаний в нормативно–технічній документації на ЗВ. В цей комплекс повинні включатися такі характеристики, які дозволяють визначити похибки даного ЗВ у відомих робочих умовах його застосування. Загальний перелік основних нормованих метрологічних характеристик ЗВ, форми їх уявлення і способи нормування встановлений в ГОСТ 8.009–72. В нього входять:

- межі вимірювань, межі шкали;
- ціна розподілу рівномірної шкали аналогового приладу або багатозначної міри, при нерівномірній шкалі – мінімальна ціна розподілу;
- вихідний код, число розрядів коду, номінальна ціна одиниці якнайменшого розряду цифрових ЗВ;

- номінальне значення однозначної міри, номінальна статична характеристика перетворення вимірювального перетворювача;
- похибка ЗВ;
- варіація показів приладу або вихідного сигналу перетворювача ;
- повний вхідний опір вимірювального пристрою;
- повний вихідний опір вимірювального перетворювача або заходи;
- неінформативні параметри вихідного сигналу вимірювального перетворювача або міри;
- динамічні характеристики ЗВ;
- функції впливу;
- найбільші допустимі зміни метрологічних характеристик ЗВ в робочих умовах застосування.

Нормування метрологічних характеристик необхідне для вирішення наступних задач :

- додання всієї сукупності однотипних ЗВ необхідних однакових властивостей і зменшення їх номенклатури;
- забезпечення можливості оцінки інструментальних похибок і порівняння ЗВ по точності;
- забезпечення можливості оцінки похибки вимірювальних систем по погрішностям окремих ЗВ. Похибки, властиві конкретним екземплярам ЗВ, встановлюються тільки для зразкових ЗВ при їх атестації.

Розглянемо вказані характеристики, а також ряд важливих понять, пов'язаних з ними.

Розподіл шкали – проміжок Δl між двома сусідніми відмітками шкали. Довжина розподілу шкали – відстань між осями двох сусідніх відміток. Ціна розподілу шкали – різниця значень величини, відповідних двом сусіднім відміткам шкали.

Шкали бувають рівномірними і нерівномірними. Рівномірна шкала на відміну від нерівномірної – шкала з розподілами постійної довжини і з постійною ціною розподілу.

Відліком називається число, визначене по відліковому пристрою.

Покази приладу – значення величини, визначуване по відліковому пристрою і виражене в прийнятих одиницях цієї величини.

В багатограничних приладах, де одна і та ж шкала використовується для вимірювання в різних межах, покази приладу дорівнюють відліку, помноженому на ціну поділки для відповідної межі вимірювання. В деяких випадках покази визначаються за допомогою відліку, за прикладеною до приладу *градуйованою характеристикою*, що визначає залежність між відліком і значенням величини на вході приладу, представленої у вигляді таблиці, графіка або формули.

Діапазон показів (ДП) – область значень шкали, яка обмежена кінцевим (найбільшим) і початковим (якнайменшим) значеннями фізичної величини, вказаними на шкалі.

Діапазон вимірювань (ДВ) – область значень величини, для якої нормована похибка засобу вимірювань, що вимірюється.

Межа вимірювань – найбільше або якнайменше значення діапазону вимірювань. Діапазон показів і діапазон вимірювань можуть не співпадати.

Відліковий пристрій цифрового приладу характеризується числом десяткових розрядів і ціною (розподіли) одиниці молодшого розряду, яка, очевидно, не може бути менше кроку квантування. Цифровий відліковий пристрій еквівалентно рівномірній шкалі, оскільки однаковому цифровому коду відповідає однаковий приріст показів. Тому наявність нелінійності перетворення величини, що вимірюється, в код приводить до похибки цифрового приладу. Відповідно до перетворювачів цифрових приладів пред'являється вимога високої лінійності. В той же час в аналоговому приладі нелінійна залежність переміщення покажчика від зміни величини, що вимірюється, може бути врахований введенням відповідної нелінійності (нерівномірності) шкали.

6.2.1 Параметри вхідного і вихідного сигналів ЗВ, величини, що впливають, функції впливу.

Вхідні і вихідні сигнали ЗВ характеризуються інформативними і неінформативними параметрами. *Інформативний параметр* вхідного сигналу є величиною, що вимірюється, функціонально пов'язаної з тією, що вимірюється. *Неінформативний параметр* не пов'язаний функціонально з величиною, що вимірюється, але впливає на метрологічні характеристики ЗВ (зокрема, на похибка). Наприклад. При вимірюванні амплітуди напруги інформативним параметром є амплітуда сигналу, а неінформативним – його частота. Вихідний сигнал перетворювача також може бути охарактеризований інформативними і неінформативними параметрами.

На метрологічні характеристики ЗВ сильно впливають зовнішні фізичні дії (кліматичні, механічні, електромагнітні) і зміни параметрів джерел живлення – величини, що впливають.

За умов застосування ЗВ, розрізняють нормальні і робочі умови. Вони відрізняються діапазоном зміни неінформативних параметрів вхідного сигналу і впливаючих величин.

Нормальними називаються умови, для яких нормується основна похибка ЗВ. При цьому впливаючі величини і неінформативні параметри вхідного сигналу мають нормальні значення. Наприклад, для генератора певного типу встановлені нормальні температурні умови +10..+35 °С. В цьому

температурному діапазоні гарантується основна похибка приладу, вказана в його паспорті. Але прилад може працювати і в більш широкому діапазоні температур, наприклад, від 0 до +40°C. Цей діапазон називається *робочим*.

Умови експлуатації ЗВ обумовлюють у відповідних стандартах і ділять на групи, що розрізняються значеннями впливаючих величин.

Функція впливу – залежність зміни метрологічної характеристики ЗВ від зміни впливаючої величини або неінформативного параметра вхідного сигналу в межах робочих умов експлуатації. Функція впливу може нормуватися у вигляді формули, графіка або таблиці.

Разом з умовами застосування для всіх ЗВ задаються граничні умови транспортування і зберігання, тих, що не змінюють метрологічних властивостей ЗВ після його повернення в робочі умови.

6.2.2 Характеристики перетворення. Швидкодія ЗВ

Статична характеристика перетворення – зв'язок, що виражає залежність інформативного параметра вихідного сигналу від постійного інформативного параметра вхідного сигналу. Її можна надати в аналітичному вигляді, графічному або табличному. В аналітичному вигляді характеристика перетворення – рівняння $y=F(x)$, яке може бути лінійним або нелінійним.

Для приладу, шкала якого проградуєвана в значеннях величини, що вимірюється, завжди $y=x$ і графічна характеристика перетворення представляє пряму лінію під кутом 45° щодо осі OX . В той же час кут відхилення покажчика аналогового відлікового пристрою цього приладу за наявності нелінійних перетворювачів (наприклад, в квадратичному вольтметрі) буде нелінійною функцією x . При нелінійних перетворювачах необхідно лінеаризувати характеристики перетворення приладу. В аналогових приладах для цього використовують шкалу з відповідною нерівномірністю. В цифрових приладах відліковий пристрій еквівалентний рівномірній шкалі. Для лінеаризації характеристики перетворення необхідно в прилад вводити аналогові лінеаризуючі перетворювачі або обчислювальні засоби, що виконують необхідне перетворення цифрового коду.

Динамічні характеристики ЗВ визначають інерційні властивості ЗВ і є залежністю інформативного параметра вихідного сигналу від змінних в часі параметрів вхідного сигналу. До числа динамічних характеристик відносяться : імпульсна $g(t)$, є реакцією перетворювача на дельта-функцію $\delta(t)$; перехідна функція $h(t)$ – реакція на одиничний стрибковий сигнал; диференціальне рівняння ЗВ; передаточна функція, є відношенням операторних зображень вихідної величини до вхідної $Do(p) = y(p)/x(p)$; амплітудно-частотна і фазочастотна характеристики.

Динамічні властивості ЗВ характеризуються також *швидкістю* –

швидкістю і часом вимірювання (часом встановлення показів).

Швидкість вимірювання (перетворення) визначається максимальним числом вимірювань (перетворень) в одиницю часу, виконуваних з нормованою похибкою.

Час вимірювання (перетворення) – час, що пройшов з моменту початку вимірювання (перетворення) до отримання результату з нормованою похибкою.

6.2.3 Чутливість, поріг чутливості, роздільна здатність ЗВ

Чутливістю ЗВ називається відношення зміни вихідної величини (інформативного параметра) до вхідної величини, що викликає її зміни (інформативного параметра вхідного сигналу). Розрізняють абсолютну і відносну чутливість. *Абсолютна чутливість* рівна похідній від характеристики перетворення ЗВ: $S = dy/dx = D_x/D_y$. Наближена рівність для визначення чутливості через кінцеві прирости D_x і D_y використовується при експериментальному визначенні чутливості. Для лінійних ЗВ ($y=kx$) чутливість постійна $S=k$ і може бути визначений як $S=x/y$ (рис. 6.1–а.) для нелінійних чутливість залежить від вхідного сигналу (рис. 6.1–б і 6.1–в.).

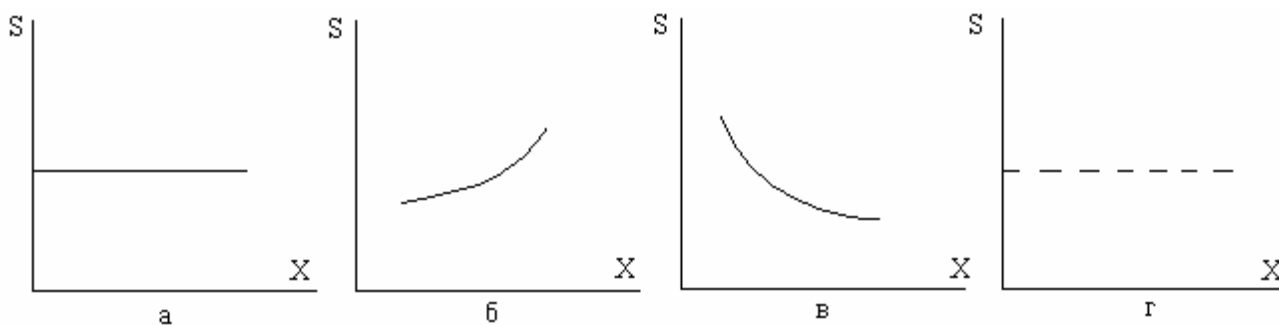


Рис 6.1 Визначення чутливості

Для показуючих приладів ознакою лінійності або нелінійності характеристики перетворення є рівномірність або нерівномірність шкали.

У ряді випадків (наприклад, в електричних компенсуючи само пишучих мостах) для характеристики чутливості використовується *відносна чутливість* $S = \Delta\psi/(\Delta\xi/\xi)$ (рис.6.2), де D_x/x – відносна зміна вхідної величини. Найменше значення вхідної величини, яке можна відтворити за допомогою даного ЗВ, називається його *порогом чутливості*.

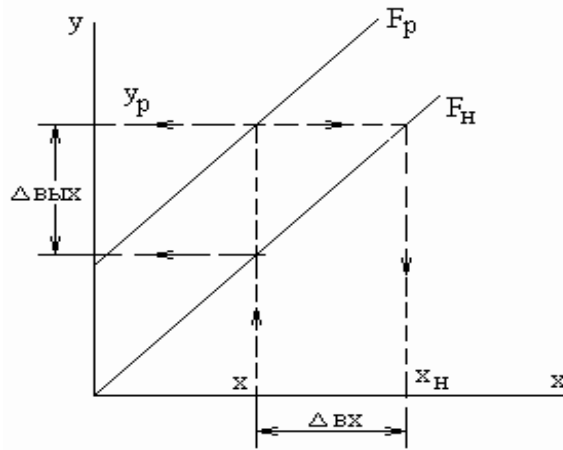


Рис 6.2 Визначення чутливості через кінцеві прирости

Роздільною здатністю ЗВ називається найменша зміна величини, яка відтворюється за допомогою даного ЗВ, або та яка найменш помітно відрізняється від двох однойменних величин. Поріг чутливості і роздільна здатність мають розмірність величини, що вимірюється, і звичайно визначаються за рівнем його внутрішніх шумів і нестабільністю елементів. У цифрових приладів поріг чутливості і роздільна здатність, як правило, рівний цілі одиниці молодшого розряду.

6.2.4 Похибка засобів вимірювань

Похибка приладу характеризує відмінність його показів від істинного або дійсного значення величини, що вимірюється. *Похибка перетворювача* визначається відмінністю номінальної (тобто приписуваної перетворювачу) характеристики перетворення або коефіцієнта перетворення від їх істинного значення.

Похибка міри характеризує відмінність номінального значення міри від істинного значення відтворної нею величини.

Точність ЗВ – якість, що відображає близькість до нуля його похибки. Наприклад, при похибці приладу $\delta=104$ (0,01 %) точність – 1,04. Виникнення похибки ЗВ пояснюється рядом причин, у тому числі наближеним розрахунком характеристик, відмінністю параметрів елементів і вузлів приладу від необхідних розрахункових значень, старінням елементів і вузлів, внутрішніми шумами, зміною впливаючих величин і неінформативних параметрів вхідного сигналу і ін. Похибки ЗВ оцінюються при його повірці.

Повірка ЗВ – здійснюється метрологічною організацією, яка визначає похибку ЗВ і встановлення його придатності до застосування. Оскільки

похибка в часі може змінюватися, перевірку проводять з певною періодичністю.

За способом представлення розрізняють похибки:

- *абсолютна похибка приладу* – різниця між показами приладу x_n і істинним значенням величини x , що вимірюється: $\Delta = x_n - x$

- *відносна похибка приладу* – відношення абсолютної похибки приладу до істинного (дійсного) значення величини, що вимірюється: $\delta = \Delta/\xi$ або у відсотках $\delta = 100D/x$, де якщо $x \gg \Delta$, то замість x з достатнім ступенем точності можна використовувати x_n .

- *приведена похибка приладу* – відношення у відсотках абсолютної похибки приладу до нормуючого значення: $\gamma = 100/x_{\text{норм.}}$.

У відповідності з ГОСТ 8.401–80 $x_{\text{норм.}}$ приймається рівним :

- більшій з меж вимірювань або більшому з модулів меж вимірювань для ЗВ з рівномірною або статичною шкалою, якщо нульова відмітка знаходиться на краю або зовні діапазону вимірювань;

- арифметичній сумі модулів меж вимірювань, якщо нульова відмітка знаходиться всередині діапазону вимірювань;

- встановленому номінальному значенню для ЗВ зі встановленим номінальним значенням величини, що вимірюється.

- всій довжині шкали для приладів з істотно нерівномірною шкалою, при цьому абсолютні похибки також виражають в одиницях довжини.

У всіх інших випадках нормуюче значення встановлюється стандартами для відповідних видів ЗВ.

Вже наголошувалося, що в залежності від умов застосування ЗВ похибки діляться на основну (за нормальних умов) і додаткову (за робочих умов).

Залежно від величини, що вимірюється, в часі розрізняють статичну і динамічну похибки, а також похибка в динамічному режимі.

Статична похибка ЗВ – похибка ЗВ, що використовується для вимірювання постійної величини (наприклад, амплітуди періодичного сигналу). Похибка в *динамічному* режимі – похибка ЗВ, що використовується для вимірювання змінної в часі величини.

Питання для самоперевірки

1. Що таке засіб вимірювань та метрологічні характеристики?
2. Що розуміють під нормуванням метрологічних характеристик?
3. Що таке Аналогові показуючі пристрої електронних приладів?
4. З чого складається цифровий відліковий пристрій?
5. Як діляться вимірювальні прилади?

6. Що називають функціональним перетворювачем?
7. Які питання входять до загального перелік основних нормованих метрологічних характеристик засобів вимірювання, які існують форми їх уявлення і способи нормування?
8. Які задачі необхідно вирішити для нормування метрологічних характеристик?
9. Що таке розподіл шкали засобу вимірювання?
10. Охарактеризуйте діапазон показів та діапазон вимірювань і вкажіть у чому різниця між ними?
11. Що таке межа вимірювань засобу вимірювання?
12. Дайте визначення Інформативного параметру та неінформативного параметру вхідного сигналу.
13. Що таке функція впливу?
14. У чому різниця між статичною характеристикою та динамічною характеристикою перетворення засобів вимірювання?
15. Чим характеризуються динамічні властивості засобів вимірювання?
16. Як визначаються швидкість та час вимірювань (перетворень)?
17. Що називається чутливістю засобів вимірювання?
18. Яким чином розрізняють абсолютну і відносну чутливість?
19. Що називається порогом чутливості?
20. Що називається роздільною здатністю засобів вимірювання?
21. Що характеризує похибка приладу?
22. Яким чином визначається похибка перетворювача?
23. Що характеризує похибка міри фізичної величини?
24. Що відображає точність засобів вимірювання?
25. Ким і як здійснюється повірка засобів вимірювання?
26. Що таке абсолютна похибка приладу, охарактеризуйте її?
27. Що таке відносна похибка приладу, охарактеризуйте її?
28. Що таке приведена похибка приладу, охарактеризуйте її?

Список використаної літератури

1. *В.Д.Цюцюра, С.В.Цюцюра* Метрологія та основи вимірювань. Навч. Посіб. – К.: Знання-Прес, 2003. – 180 с. ISBN 966-7767-39-6
2. *Д.Б.Головко, К.Г.Резо, Ю.О.Скрипник.* Основи метрології та вимірювань: Навч. посібн. – К.: Либідь, 2001. – 408 с.
3. *Шишкин И.Ф.* Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Уч. Пос. – М.: из-во стандартов, 1998. – 318 с.
4. *Цюцюра С.В.* Стандартизація і метрологія в інформаційних системах в 2-х част. (частина 1), 2002. – 40 с.
5. *Цюцюра С.В.* Стандартизація і метрологія в інформаційних системах” в 2-х част.(частина 2), 2004. – 58с.
6. *Цюцюра С.В.* Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни Стандартизація і метрологія в інформаційних системах, 1997. – 28 с.
7. *Цюцюра С.В.* Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни Стандартизація і метрологія в інформаційних системах, 1997. – 16 с
8. *Журавлев Е.Е., Надточий А.И., Олейников А.Я.* Стандартизация обеспечения информационных систем: Учебное пособие М.: Изд-во Российской экономической академии, 2000. – 202с. УДК 004 ББК 32.973. ISBN 5-7307-0281-7.

Навчально-методичне видання

С.В.ЦЮЦЮРА

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ СТАНДАРТИЗАЦІЯ І ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності 6.010104 “Професійне навчання.
Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні”

Підписано до друку 29.10.2007. Формат 60x84^{1/16}.
Папір офсетний. Гарнітура Аріал. Друк на різнографі.
Ум.- друк. арк. 1,0. Облік.-вид. арк. 0,93.
Ум.-фарбовідб. 9. Тираж 50 прим. Вид. № 92/III. Зам. № 66/1-02.

Редакційно-видавничий відділ
КНУБА. 03680, Київ-37, Повітрофлотський проспект, 31

Віддруковано в Центрі інформаційних технологій Київського
національного університету будівництва і архітектури