

Міністерство освіти та науки України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни
“Основи стандартизації ”
для студентів спеціальності 015.13 Професійна освіта
(Метрологія, стандартизація, сертифікація)

Затверджено методичною радою
університету, протокол № від
2017 р.

Харків 2017

Віддруковано видавництвом Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Укладач: БАЙЦУР Максим Вячеславович

Кафедра технології машинобудування і ремонту машин

Мета практичних робіт – закріплення та доповнення теоретичних знань, отриманих на лекціях студентами, застосування цих знань для вирішення конкретних практичних задач, прищеплення навичок самостійного прийняття рішень та виконання необхідних розрахунків, навчання користуванню довідниковими матеріалами.

Використання методичних вказівок у навчальному процесі має сприяти розвитку технічного мислення студентів, стимулювати їх активність та самостійну роботу.

Методичні вказівки розроблені для розв'язання практичних задач з основних розділів курсу. Вони ґрунтуються на державних стандартах та інших нормативних документах, що діють на теперішній час.

Методичні вказівки для кожного з практичних занять містять: мету заняття, завдання, короткі теоретичні відомості, приклад виконання завдання, контрольні запитання з теми та рекомендовану літературу.

На практичних заняттях обов'язковим є самостійне виконання індивідуальних завдань.

Перед кожним практичним заняттям студент повинен підготувати теоретичний матеріал до заняття, поданий в лекційному матеріалі та в рекомендованій літературі.

Звіт про кожне практичне заняття складається з теоретичного матеріалу та індивідуального завдання

Студенти, що не здали звіт про попереднє практичне заняття, до виконання наступних практичних занять не допускаються.

Практична робота 1

РОБОТА С КАТАЛОГАМИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

Мета роботи – отримання навиків інформаційного пошуку в сфері нормативної документації із застосуванням спеціалізованих видань.

Завдання

1. За даними таблиці 1.1, виходячи з позначення стандарту, визначити назву нормативного документу та номер і назву класифікаційної групи, до якої належить стандарт.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до першого завдання

Номер вар.	Позначення стандарту
1	ДСТУ ГОСТ 30712-2003, ДСТУ 2764-94, 2018-91, ГОСТ 13088-67
2	ДСТУ 2734-94, ДСТУ Б А..1.1-40-94, 1965-85, ГОСТ 21486-76
3	ДСТУ 4286:2004, ДСТУ Б В.2.3-3-2000, 1351-81, ГОСТ 3.1102-81
4	ДСТУ EN 584-2-2001, ДСТУ 2737-94, 1374-87, ГОСТ 19824-74
5	ДСТУ ІЕС 61038-2002, ДСТУ 3790-98, 1923-82, ГОСТ 30270-95
6	ДСТУ EN 420-2001, ДСТУ 2492-94, 1952-84, ГОСТ 8.491-83
7	ДСТУ ГОСТ 8.531-2003, ДСТУ 2053-92, 1828-78, ГОСТ 20420-75
8	ДСТУ EN 792-4-2001, ДСТУ 3025-95, 1804-87, ГОСТ 2786-82
9	ДСТУ 4308:2004, ДСТУ 2829.8-94, 1745-76, ГОСТ 23624-2001
10	ДСТУ ІЕС 60269-1-2001, ДСТУ 3449-96, 1510-91, ГОСТ 24026-80
11	ДСТУ ГОСТ 30157.1-2003, ДСТУ 2120-93, 1922-82, ГОСТ 8882-75
12	ДСТУ ГОСТ 12.4.129:2004, ДСТУ 3161-95, 1261-90, ГОСТ 588-81
13	ДСТУ EN 50199-2001, ДСТУ 2365-94, 1777-77, ГОСТ 2184.3-80
14	ДСТУ 3285-95, ДСТУ ISO 9000-2001, 668-85, ГОСТ 592-81
15	ДСТУ ISO 6669-2004, ДСТУ 2717-94, 1958-85, ГОСТ 22802-83

2. За назвою стандарту, яка надана в таблиці 1.2, визначити код та реєстраційний номер документа, а також класифікаційну групу, до якої він належить.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані до другого завдання

Номер вар.	Назва стандарту
1	Вироби медичні електричні. Частина 2. Окремі вимоги безпеки до електрокардіографів
2	Інструменти ручні переносні приводні. Вимірювання вібрацій на рукоятці. Частина 4. Інструменти шліфувальні
3	Одяг захисний. Механічні властивості. Визначення опору порізу гострими предметами
4	Арматура трубопровідна промислового призначення. Терміни та визначення
5	Гідроприводи об'ємні. Загальні правила застосування
6	Алмази та інструменти алмазні. Терміни та визначення
7	Контактори електромагнітні низьковольтні. Загальні технічні умови
8	Системи оброблення інформації. Подання даних. Терміни та визначення
9	Двигуни внутрішнього згорання. Кільця поршневі. Трапецоїдні двобічні кільця. Конструкція та розміри
10	Автобуси та тролейбуси. Міцність сидінь та їхніх кріплень
11	Газ природний горючий. Транспортування. Терміни та визначення понять
12	Вібростенди синусоїдної вібрації. Загальні технічні вимоги
13	Безпека побутових та аналогічних електричних приладів. Загальні вимоги
14	Коди назв країн світу
15	Мідь та мідні сплави. Декларації про відповідність

3. Визначити вид нормативного документу та (у разі потреби) ступінь відповідності, виходячи з його умовного позначення (вихідні дані наведені в таблиці 1.3).

Таблиця 1.3 – Вихідні дані до третього завдання

Номер вар.	Позначення стандарту
1	ДСТУ ГОСТ 30208:2003, ДСТУ IDF 83-2003, ГОСТ 12.2091-94 (ИСО 7153-1-88) (МЭК 414-73)
2	ДСТУ EN 13202-2002, ДСТУ 2487-94, 773-90, ГСТУ 34.002-96 (ГОСТ 26666.8-95) (ISO 6940:1984)
3	ДСТУ UN/ECE R 93-00-2002, ДСТУ Б А.1.1-5-94, ДСТУ 4018-2001 (ГОСТ 8.575-2001)
4	ДСТУ ISO/IEC TR 13243:2003, ДСТУ 3988-2000, ГСТУ 79.006-99 (IEC 60695-2-4/1:1991)
5	ДСТУ IEC 61400-21-2002, ДСТУ ISO/TR 10013-2003, Р 50-046-95
6	ДСТУ ГОСТ 30753:2003, ДК 008-96, ДСТУ EN 45003-98 (ИСО 3419-81)
7	ДСТУ 3135.63-2000 , 1900-87, ДСТУ ISO/R1595-2003 (ГОСТ 30345.61-2001) (IEC 60335-2-51:1997)
8	ДСТУ ISO 1211-2002, 303-89, ГОСТ 16115-88, КНД 50-054-95 (ИСО 6105-88)
9	ДСТУ EN ISO 8662-12-2001, ДСТУ 3439-96 , ДК 019-2001 (ГОСТ 12795-97) (ISO 5627:1984)
10	ДСТУ IEC 60704-2-3-96, ГСТУ 15-22-98, ДСТУ UN/ECE R 37-03-2002 (ГОСТ 30163.2-96)
11	ДСТУ ISO/TR 11046:2001, ДСТУ ISO 11642-2001, ГСТУ 08694.01-97/ГОСТ ИСО 11642-2002
12	ДСТУ ГОСТ 30745-2003, ДСТУ ISO/IEC 17020-2001, ДК 015-97 (ИСО 789-9-90)
13	ГОСТ 2110-93 , 5010-91, ДСТУ ISO 4288-2001, ДСТУ 4032-2001 (ИСО 3070-1-87) (ISO 2788:1986)
14	ДСТУ 3135.54-97 , ДСТУ ISO 3166-2000, ГОСТ 2.802-74 (ГОСТ 30345.54-97) (IEC 335-2-73-94)
15	2002-90, ДСТУ 2088.4-92 , ГСТУ МНС 24361240-001-2001 (ГОСТ 22457-93)

Короткі теоретичні відомості

У кожній країні існують системи технічного законодавства і технічного регулювання виробництва та обігу продукції. Система стандартизації країни є складовою частиною зазначених вище систем.

Знання стандартів, що діють в Україні, дозволяють вітчизняному виробнику виконати всі умови технічного законодавства щодо виготовлення, випробування, пакування, маркування та транспортування продукції і, таким чином, попередити зайві витрати, пов'язані з порушеннями технічного законодавства.

Відомості про затверджені національні стандарти України, чинні республіканські стандарти, настановчі документи і рекомендації Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики, державні класифікатори, а також галузеві стандарти, зареєстровані ДП «УкрНДНЦ» надаються у «Каталозі нормативних документів», який видається щорічно Держспоживстандартом України.

Відомості про чинні міждержавні НД подають у покажчику «Міждержавні стандарти», який видають окремо.

Відомості про стандарти з єдиними вимогами для народного господарства та оборони країни подають у покажчику «Стандарти на озброєння та військову техніку», що видає ДП «УкрНДНЦ».

Інформація про технічні умови подають у довіднику «Продукція, що випускається за технічними умовами України», що його видає Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів (Укрметртестстандарт).

Інформацію про чинні міждержавні та державні будівельні норми і правила подають у «Переліку чинних в Україні нормативних документів у галузі будівництва». Поточну інформацію та зміни публікують в «Інформаційному бюлетені Держбуду України» та в журналах «Будівництво і стандартизація» і «Будівництво України».

Перелік нормативних та інших офіційних документів (санітарних норм, правил, граничнодопустимих концентрацій, граничнодопустимих викидів тощо) з питань санітарно-профілактичної та протиепідемічної діяльності з усіх гігієнічних дисциплін подають у

«Збірнику важливих інформаційних матеріалів з санітарних і проти-епідемічних питань» (офіційне видання Міністерства охорони здоров'я України).

Чинні нормативні акти (стандарти, правила, норми, положення, інструкції, рекомендації, переліки тощо) з питань охорони праці подають у «Державному реєстрі міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці» (офіційне видання Держнаглядохоронпраці). Оперативну інформацію надають в журналі «Охорона праці».

Перелік норм і правил з безпеки в атомній енергетиці України встановлює Державний комітет ядерного регулювання України.

Показчики стандартів дозволяють підприємствам:

- визначити перелік нормативних документів, що діють у конкретній галузі;
- ознайомитись з бібліографічними описами нормативних документів;
- визначити перелік нормативних документів, які необхідно придбати;
- побачити динаміку розвитку технічного законодавства з конкретної галузі;
- забезпечити формування та актуалізацію картотек до фонду стандартів.

Показчики побудовані за єдиним принципом та мають єдину форму. Такий підхід дозволяє користувачам показчиків однаково добре орієнтуватись як в національних, так і в міжнародних стандартах.

Класифікація нормативних документів побудована за ієрархічною трирівневою системою, відповідно до «Класифікатора нормативних документів» ДК 004-2003, який гармонізовано з Міжнародною класифікацією стандартів (ICS), прийнятою Міжнародною організацією з стандартизації (ISO).

Структура коду ДК 004-2003 складається із семи цифр, розділених двома крапками — XX.XXX.XX. Перші дві цифри означають клас – перший рівень, що охоплює предметні галузі з стандартизації, наприклад: **11 ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я.**

Другий рівень – підклас – об'єкти стандартизації. Позначення підкласу складається з коду класу та тризначного коду підкласу, розділених крапкою, наприклад: **11.120 Фармацевтика**.

Деякі підкласи мають подальший поділ на групи. Позначення групи складається з коду підкласу та двозначного коду безпосередньо групи, розділених крапкою, наприклад: 11.120.10 Медикаменти.

Переліки документів подають безпосередньо під назвами підкласів чи груп, до яких вони відносяться, за порядком зростання реєстраційних номерів. Якщо документ відноситься до двох або більше класифікаційних угруповань, то він розміщується в усіх цих угрупованнях.

Вимоги до позначень стандартів викладено в ДСТУ 1.5:2003, а технічних умов — в ДСТУ 1.3:2004. Опис документа у каталозі включає такі бібліографічні дані.

1) Позначення документа складається з індексу, реєстраційного номера та відокремлених тире двох останніх цифр року затвердження стандарту, наприклад: ДСТУ 2314-93. У позначенні стандартів, прийнятих після 01.10.1999 р., рік затвердження вказується повністю, наприклад: ДСТУ 3321-2003. У позначенні стандарту, що входить до комплексу стандартів, у його реєстраційному номері перші цифри з крапкою визначають систему чи комплекс стандартів, а цифри після крапки - порядковий номер стандарту в системі чи комплексі, наприклад: ДСТУ 1.5-2003. Для республіканських стандартів УРСР індекс відсутній, наприклад: 2017-91. Індекси стандартів та інших нормативних документів надані в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Перелік індексів, що використовують у позначенні нормативних документів

Індекс нормативного документу	Вид документу
1	2
ДСТУ	Національні стандарти, затверджені Держспоживстандартом України
ГОСТ	Міждержавні стандарти

Продовження таблиці 1.4

1	2
ДСТУ-Н	Настанова, правила, звід правил, кодекс усталеної практики, що не є стандарт
ДСТУ-П	Національний пробний стандарт
ДСТУ.../ГОСТ	Національні стандарти України, які прийнято Міждержавною радою з стандартизації, метрології та сертифікації як міждержавні стандарти
ДСТУ ГОСТ	Національні стандарти, через які впроваджено міждержавні стандарти (ГОСТ) методом перевидання
ДСТУ Б	Національні стандарти в галузі будівництва та будівельних матеріалів, які затверджено Держбудом України
ДСТУ ISO	Національні стандарти, через які впроваджено стандарти Міжнародної організації з стандартизації (ISO)*
РСТ УССР	Республіканські стандарти колишньої УРСР
ДК	Державні класифікатори
ГСТУ	Галузеві стандарти України
СОУ	Стандарти організацій України
ANSI	Американський національний інститут стандартів
EN	Європейський стандарт
ICS	International Classification for Standards Міжнародна класифікація стандартів
IDF	International Dairy Federation Міжнародна молочна федерація
IEC	International Electrotechnical Commission Міжнародна електротехнічна комісія
IEEE	Інститут інженерів електротехнічної і електронної промисловості
ISO	International Organization for Standardization Міжнародна організація зі стандартизації
ISO/IEC	Спільний комітет міжнародних організацій ISO та IEC
ISO/R	Рекомендація ISO**.
ISO/TR, ISO/IEC TR	Технічний звіт ISO чи ISO /IEC ***.
UN/ECE R	Правила Європейського Економічного Комітету ООН
prEN	Проект європейського стандарту
ENV	Попередній (експериментальний) європейський стандарт
ОСТ	Галузевий стандарт колишнього СРСР
СПДБ	Система проектної документації для будівництва
ССБП, ССБТ	Система стандартів безпеки праці

Закінчення таблиці 1.4

1	2
ССНБ	Система стандартизації та нормування в будівництві
СТ СЭВ	Стандарт колишньої Ради економічної взаємодопомоги
ТУ	Технічні умови
ТУУ	Технічні умови України
КНД та Р	Настановчі документи Держспоживстандарту України

Примітки.

* Номер стандарту відповідає номерові міжнародного стандарту, а рік – рокові затвердження національного стандарту. За таким самим правилом позначено національні стандарти, які впроваджують стандарти інших міжнародних організацій

** Використовувалась до 1972 року. Залишилась невелика кількість Рекомендацій ISO, перегляд та перероблення яких у міжнародні стандарти ще не завершено.

*** Публікація цих звітів відбувається тоді, коли потрібно подати звіти про досягнення за певний проміжок часу чи фактичні дані, які відрізняються від тих, що звичайно містяться в міжнародному стандарті.

2) **Дата введення документа в дію**, наприклад: Чинний від 1993-01-01.

3) **Дата скасування документа**, наприклад: Чинний до 2004-06-01

4) **Класифікація** нормативного документа відповідно до ДК 004-2003. Вказується клас, підклас та група, до яких належить нормативний документ, наприклад: 71.040.30

5) **Назва документа** українською мовою.

6) **Перелік нормативної чи технічної документації, на заміну якої введено цей документ.**

7) **Перелік змін до стандарту.** Зміна позначається номером зміни та номером і роком видання інформаційного покажчика в яких вона опублікована.

8) **Перелік міждержавних стандартів, міжнародних та регіональних стандартів, з якими гармонізований державний стандарт України** із зазначенням ступеня відповідності. Згідно з ДСТУ 1.7-2001 "Правила і методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів" використовується система позначень, що встановлює відповідність між міжнародними та націо-

нальними стандартами: IDT – ідентичний; NEQ – нееквівалентний; MOD – модифікований;

9) Позначення документа або переліку документів, які замінюють цей документ з зазначенням у дужках дати чинності нового документа, яка є одночасно датою відміни старого документа. Подається у разі заміни документа в частині або повністю.

Дані (6)-(9) у бібліографічному описі документа можуть бути відсутні.

Каталоги та покажчики містять систематизований виклад назв чинних в Україні нормативних документів.

Для зручності користування в кожному каталозі наведено класи нормативних документів.

Нормативні документи у каталозі або покажчику можуть розташовуватись у такій послідовності:

- за зростанням позначень класифікаційних угруповань;
- за зростанням їхніх цифрових позначень.

Для зручності пошуку нормативного документа у каталогах існує предметний покажчик, що слугує для тематичного пошуку нормативних документів у відповідних класифікаційних угрупованнях за ключовими словами у назві об'єкта стандартизації.

Приклад виконання завдання

Задане позначення нормативного документа ДСТУ 2297-93. Визначити назву нормативного документу та номер і назву класифікаційної групи, до якої належить стандарт.

В частині каталогу нормативних документів, що містить перелік документів у порядку зростання їх реєстраційного номера, знаходимо номер та назву класифікаційної групи, до якої може належати цей нормативний документ (**85.060 Папір і картон**).

В частині каталогу, що містить перелік документів у порядку зростання номера класифікаційної групи знаходимо відповідний індекс номер та назву нормативного документу (ДСТУ 2297-93 Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1м²).

Задана назва документа: «Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення».

Визначити код та реєстраційний номер документа, а також класифікаційну групу, до якої він належить.

Користуючись предметним покажчиком каталогу нормативних документів за ключовим словом у назві документа (*електротехніка*) знаходимо номер класифікаційної групи (або груп), до якої належить стандарт (**29.020**).

В частині каталогу, що містить перелік документів у порядку зростання номера класифікаційної групи знаходимо назву класифікаційної групи (**Електротехніка взагалі**).

В переліку документів, що належать до відповідної класифікаційної групи, знаходимо індекс та номер нормативного документу (ДСТУ 2843-94).

Надане позначення нормативного документу (ДСТУ prEN 384-2001). Визначити вид нормативного документу та (у разі потреби) ступінь відповідності.

За таблицею 1.4 визначаємо, якому виду документів відповідає аббревіатура в позначенні даного нормативного документу. Аббревіатура ДСТУ використовується для позначення державних стандартів України. Аббревіатура prEN використовується для позначення проектів європейських стандартів.

Ступінь відповідності документа взагалі визначається за способом запису позначення нормативного документу у каталозі чи покажчику. Послідовний запис двох аббревіатур у такому порядку означає, що цей стандарт являє собою державний стандарт України, через який впроваджено проект європейського стандарту.

Контрольні запитання

1. Які нормативні документи використовуються в Україні?
2. Які існують ступені відповідності між міжнародними та національними стандартами та як вони позначаються у каталогах нормативних документів?
3. Як позначаються національні стандарти, гармонізовані з міжнародними та міждержавними стандартами?
4. Яку структуру має код класифікаційних груп нормативних документів згідно з державним класифікатором ДК 004-2003?
5. Яку структуру має умовне позначення нормативного документу?

Практична робота 2

РОБОТА З ІНФОРМАЦІЄЮ В МЕРЕЖІ ISONET

Мета роботи – придбання навичок роботи з інформацією в інформаційній мережі ISONET

Завдання

1. Ознайомитися з організаційною структурою й ресурсами інформаційної мережі ISONET.
2. За завданням викладача виконати пошук інформації про нормативні документи, використовуючи ресурси ISONET.

Короткі теоретичні відомості

Пошук інформації відносно кілька сотень тисяч стандартів і технічних норм, які використовуються по усім світі, може бути важким завданням. Використання новітніх інформаційних технологій підвищує якість роботи в області стандартизації, значно скорочує час, забезпечує прозорість у діяльності організацій, полегшує поширення й широке застосування міжнародних стандартів, роблячи їх більше доступними. У режимі on-line обмін інформацією практично миттєвий, а легеня тиражування нормативних документів не знижує їхньої якості.

Провідну роль по інформаційному забезпеченню стандартизації грає Міжнародна організація по стандартизації (ISO) в особі Комітету з інформаційним системам і послугам (INFACO). INFACO координує діяльність ISO і членів організації в області інформаційних послуг, баз даних, маркетингу, продажу стандартів і технічних регламентів і здійснює контроль і керівництво діяльністю Інформаційної мережі ISO (ISONET).

ISONET - це всесвітня мережа національних центрів стандартів, які кооперативно розробили систему, щоб надати швидкий доступ до інформації про стандарти, технічні норми, використовуваних у цей час у різних частинах миру. Учасники цієї мережі (звичайно члени ISO від даної країни) діють ефективно при поширенні

інформації й у встановленні актуальних джерел інформації для рішення специфічних завдань. Договір про технічні бар'єри для торгівлі, створений за загальним договором про тарифи й торгівлю (GATT) (Зараз Світова торговельна організація (WTO)) пропонує кожній країні, що підписалася, установити крапку запиту здатну відповісти на питання про стандарти, технічні норми діючих у цій країні. У багатьох країнах, крапка запиту ISONET й WTO та сама.

ISONET виходить від того принципу, що в кожній країні є організація – член ISO, із широким знанням стандартизації й нормативної діяльності в країні. Як учасник ISONET він погоджується поділитися своїм досвідом й обмінюватися інформацією з мері необхідності з аналогічними органами в інших країнах.

Пріоритетні цілі ISONET - забезпечення обміну інформацією про міжнародні й національні стандарти, про документи по стандартизації (у тому числі урядових), про видання книг, довідників і навчальної літератури в області стандартизації; установлення контактів з інформаційними системами інших міжнародних організацій (ООН, ЮНЕСКО, МАГАТЕ й ін.) і створення єдиної інформаційної мови, тезауруса.

ISONET являє собою мережа, що складається з національних інформаційних центрів стандартизації і являє собою зв'язку між ними. Вона містить у собі також ISO / IEC інформаційного центра в Женеві й кілька міжнародних членів, які мають аналогічні обов'язки по наданню інформації на міжнародному рівні.

Каталог ISONET містить список всіх інформаційних центрів, що діють в ISONET, з інформацією про те, як з ними можна зв'язатися і яку інформацію вони можуть надати.

Наприклад:

www.wssn.net – посилання на *World Standards Services Network (WSSN)*.

Мережа всесвітньої служби стандартів ISONET, що надає доступ до веб-серверам організацій по стандартизації по усім світі. Її зручний структурований покажчик полегшує пошук таких загальних для більшості сайтів структурних елементів, як каталог, контактна інформація. Інформація надається міжнародними, регіональними й національними організаціями по стандартизації. Контактна інформація

про члени ISONET і надаваних ними послугах утримується в Директорії ISONET (ISONET Directory),

Тут можна знайти загальну інформацію про стандарти й стандартизацію, посилання на Web-сайти організацій, що займаються стандартизацією, Міжнародну класифікацію стандартів (International Classification for Standards (ICS)).

www.iso.org – посилання на *International Standard Organisation (ISO)*.

На сайті Міжнародної організації по стандартизації (ISO) перебуває, зокрема, каталог опублікованих міжнародних стандартів з можливістю безкоштовного пошуку. Платне замовлення pdf-версій окремих стандартів online. Можливе замовлення каталогу в електронній або паперовій версії.

www.iec.org – посилання на *International Electrotechnical Commission (IEC)*.

Платне замовлення pdf-версій окремих стандартів online.

www.infoterm.org – посилання на *Global Group of Terminology* Global Group of Terminology утворена Міжнародним інформаційним центром по термінології (ИНФОТЕРМ)), Міжнародною мережею по термінології (ТЕРМНЕТ) і рядом інших організацій.

www.ecss.nl – посилання на *European Cooperation for Space Standardization (ECSS)*.

Європейська кооперація по космічній стандартизації. Документи ECSS діляться на три основні групи: керування космічними проектами; космічне машинобудування; забезпечення надійності. Для роботи необхідна безкоштовна реєстрація. Платне замовлення паперових версій стандартів. Електронні версії у форматі pdf.

www.iec.ch – посилання на Сайт МЭК

www.electropedia.org – посилання на *Electropedia: електротехнічний словник у режимі онлайн*.

На сайті ІЕС у вільному доступі розміщений термінологічний електротехнічний словник на чотирьох мовах: англійському, французькому, німецькому й іспанському. *Electropedia* – унікальна термінологічна база, що містить більше 20 тис. термінів і визначень, постачена зручним інтерфейсом й ефективним розвідувачем.

www.cen.eu/cenorm/home-page.htm – посилання на *Сайт Європейського комітету зі стандартизації (CEN)*.

На сайті розміщений у вільному доступі каталог європейських стандартів, повна інформація із правил оцінки відповідності, прийнятими у країнах Євросоюзу (www.cen.eu/cenorm/conformityassessment/index.asp), а також докладна інформація про самий комітет.

www.nssn.org – посилання на *Національний ресурс США по пошуку стандартів (NSSN)*.

Один з найбільш ефективних ресурсів по пошуку й придбанню міжнародних, регіональних і національних стандартів, розроблений Американським національним інститутом стандартів (ANSI) при співробітництві з поруч комерційних, державних і міжнародних організацій.

www.wipo.int – посилання на сайт *Міжнародної організації по інтелектуальній власності (WIPO)*.

Надає інформацію з міжнародних норм реєстрації й захисту ідей, винаходів, проектів або торговельних марок по усім світі. Основна мова сайту - англійський, але частина матеріалу представлена також і російською мовою (www.wipo.int/ru).

www.asme.org – посилання на сайт *Американського суспільства інженерів-механіків (ASME)*.

Містить зручний каталог (catalogue.asme.org/home.htm) стандартів, інформацію про конференції й виставки, організуемых при участі ASME, і електронний магазин.

www.bsiamericas.com – посилання на сайт *про системи менеджменту BSI (BSI MANAGEMENT SYSTEMS)*.

Дозволяє в режимі вільного доступу ознайомитися з розробками BSI по впровадженню систем екологічного менеджменту, менеджменту якості, менеджменту охорони праці й техніки безпеки.

http://www.ukrndnc.org.ua – посилання на *Головний фонд нормативних документів ДП “УкрНДНЦ” України*.

www.leonorm.lviv.ua – посилання на *Інформаційне бюро ЛЕОНОРМ*.

Надає індекси стандартів України й міжнародних стандартів.

www.vniiki.ru – посилання на *Всеросійський науково-дослідний інститут класифікації, термінології й інформації зі стандартизації і якості (ВНИИКИ)*.

Дана організація надає Online каталог доступних стандартів з можливістю безкоштовного пошуку. Доступні наступні види стандартів: ГОСТ; ОСТ; ТУ; ISO; IEC; РСТ - нормативні документи Держстандарту Росії; Каталог класифікаторів; DIN-стандарти Німеччини; BS - стандарти Англії; AFNOR - стандарти Франції.

Для ефективної роботи інформаційної мережі ISONET у кожній країні створені відповідні інформаційні центри.

Українським підрозділом всесвітньої інформаційної мережі ISONET є **Національний інформаційний центр по стандартизації й сертифікації** (Національний інформаційний центр). Він є складовою частиною Національного автоматизованого інформаційного фонду стандартів й являє собою сукупність нормативних документів по стандартизації й сертифікації, автоматизованих баз і банків даних діючих нормативних документів і проектів цих документів.

Національний інформаційний центр формує й веде Держспоживстандарт України.

Відповідно до Конституції ISONET Держспоживстандарт України, як національний член ISONET, зобов'язаний:

- виконувати для інших членів ISONET функції довідково-бібліографічного центра щодо інформації про стандарти й технічні регламенти, які діють на території України й з питань сертифікації;
- пропагувати на своїй території послуги, які надає ISONET; і має право:
- надсилати будь-якому іншому члену ISONET питання в рамках територіальних або функціональних повноважень останнього;
- установлювати контакти з іншими територіальними центрами науково-технічної інформації;
- брати участь у різних заходах, які організовуються ISONET, інформаційним комітетом ISO (INFCO) і їхніми робітниками групами.

Національний інформаційний центр поєднує автоматизовані бази й банки даних (АБД), основними з яких є:

АБД міжнародних, регіональних (міждержавних) і національних нормативних документів по стандартизації й сертифікації і їхнім перекладам;

АБД проектів нормативних документів по стандартизації й сертифікації, які розробляються в Україні;

АБД діючих нормативних документів України, які стосуються сфери торгівлі й сертифікації продукції.

Крім того, в Україні функціонує **Головний фонд нормативних документів** (далі – головний фонд), що є структурним підрозділом ДП “УкрНДНЦ”.

Головний фонд накопичує інформаційні ресурси, організовує їхнє зберігання й облік, створює умови для використання документів в інтересах громадян, суспільства й держави.

Основними завданнями головного фонду нормативних документів є:

- ведення обліку документів і забезпечення функціонування інформаційно-пошукових систем документів, наявних у головному фонді;

- комплектування головного фонду нормативними документами по напрямках його діяльності;

- ведення централізованого обліку відомостей про документи національного фонду нормативних документів;

- взаємодія з національним центром міжнародної інформаційної мережі ISONET WTO шляхом надання відомостей про документи головного фонду (наявність у фонді, дія, внесені зміни);

- надання у встановленому порядку користувачам інформації про нормативні документи, які втримуються у фонді;

На сьогодні головний фонд містить такі види документів:

- державні стандарти України (ДСТУ);

- міждержавні стандарти (ГОСТ);

- класифікатори, що керують нормативні документи, рекомендації;

- стандарти міжнародних організацій ISO й ІЕС;

- публікації Міжнародної організації законодавчої метрології (OIML);

- європейські стандарти (EN);

- національні стандарти Великобританії, Канади, Німеччини, Росії, США, Франції, Японії;

- бібліографічні й інформаційні видання Держспоживстандарту України (річні каталоги, щомісячні інформаційні покажчики "Стандарти");

- бібліографічні й інформаційні видання Держстандарту Росії (річні показники, щомісячні показники);
- каталоги стандартів ISO, IEC, DIN, Бельгії, Білорусії, В'єтнаму, Греції, Киргизстану, Кореї, Нової Зеландії, Південної Африки, Польщі, Узбекистану, Хорватії.
- базу даних на компакт-дисках з інформацією про НД міжнародних і національних організацій по стандартизації (DIN Global Standards Information Index);
- повнотекстову базу даних законів, технічних правил, адміністративних приписань Німеччини (Sammlung Technisches Recht) на компакт-дисках;
- електронні каталоги національних стандартів Великобританії (Standards Electronic Catalogue), стандартів Європейського комітету зі стандартизації (CEN), стандартів Європейського комітету зі стандартизації в області електротехніки (CENELEC).

Відділ науково-методичного забезпечення діяльності в міжнародній й європейській стандартизації цей структурний підрозділ ДП “УкрНДНЦ”, що сприяє взаємодії національного органа стандартизації – Держспоживстандарту України з міжнародними і європейськими організаціями зі стандартизації: ISO, IEC, CEN й CENELEC.

Завданнями відділу є:

- пошук інформації з міжнародної, європейської стандартизації й надання її для користування;
- надання інформації щодо взаємодії ТК із ISO, IEC, CEN, CENELEC;
- надання науково-методичної допомоги членам ТК із питань одержання електронних технічних документів ISO, IEC, CEN, CENELEC;
- електронне голосування по проектах стандартів ISO й IEC;
- одержання доступу до серверів цих організацій і т.п. у формі консультацій, рад, відповідей на запити ТК, а також державних центрів стандартизації, метрології й сертифікації й іншим підприємствам й організаціям;
- виконання функції довідкової служби щодо технічних регламентів, стандартів, процедур оцінювання відповідності для інших членів ISONET і пошук й обробки інформації на веб-сайтах ISO,

IEC, CEN, CENELEC, EFQM, EO, національних органів по стандартизації Росії, республік Беларусь і Казахстан з метою підготовки щомісячного інформаційного дайджесту для висвітлення новин у сфері міжнародного співробітництва.

Головним інститутом в області інформаційного забезпечення стандартизації в Російській федерації є **ВНДІКІ – Всеросійський науково-дослідний інститут класифікації, термінології й інформації зі стандартизації і якості РФ**, що веде фонд вітчизняних, міжнародних, регіональних і закордонних стандартів. ВНИИКИ виконує функцію національного інформаційного центра ISONET.

Постійною роботою в області інформаційного забезпечення є діяльність у рамках Міждержавної ради по стандартизації, метрології й сертифікації (МГС). У результаті співробітництва національних органів по стандартизації країн-членів МГС у період 2000-2004 р. була створена й спільно ведеться ИПС «Снд-стандарт», що містить дані про міждержавні стандарти, а також національних стандартах держав - учасників Угоди. В автоматизованому режимі здійснюється ведення Плану міждержавної стандартизації, голосування по проектах міждержавних нормативних документів. Функціонує сайт МГС.

Контрольні питання

1. Для чого призначена інформаційна мережа ISONET?
2. Із чого складається база дані мережі ISONET?
3. Які організації в Україні забезпечують інформацією мережа ISONET?
4. Яка інформація надається в крапках запиту мережі ISONET?

Практична робота 3

ОЦІНКА РІВНЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УНІФІКАЦІЇ ВИРОБІВ

Мета роботи – закріпити знання і одержати практичні навички розрахунку показників рівня стандартизації і уніфікації виробів та їхніх складових частин.

Завдання

По заданій кількості типорозмірів і кількості деталей у виробі, а також їхньої вартості (табл. 3.1) визначити рівень стандартизації і уніфікації даного виробу, визначивши числові значення відповідних показників.

Таблиця 3.1 – Дані про кількість і вартість основних елементів автомобіля

Варіант	Найменування виробу	Кількість одиниць типорозмірів		Кількість деталей		Вартість деталей, грн	
		загальне	оригінальних	загальне	оригінальних	загальне	оригінальних
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Двигун	321	8	1334	10	35260	400
2	Система паливна	306	1	877	1	5598	60
3	Система випуску	36	3	72	3	471	171
4	Коробка передач	103	5	250	5	7731	381
5	Роздавальна коробка	166	11	378	12	8842	1417
6	Карданні вали	75	4	562	4	5666	455

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Передній міст	93	3	465	6	5008	286
8	Рама	92	10	484	10	12844	5937
9	Підвіска	122	11	608	24	11689	757
10	Колеса і маточини	48	42	645	515	951	950
11	Гальма	420	35	1648	62	8400	3630
12	Лебідка	159	2	520	2	2710	276
13	Кабіна	35	4	123	12	4660	275
14	Вітрове скло кабіни	63	2	157	2	1300	28
15	Платформа	232	23	1898	53	15722	1893

Короткі теоретичні відомості

Рівень стандартизації і уніфікації характеризує насиченість виробів уніфікованими або стандартними складовими частинами (деталлями, вузлами, механізмами) і найбільш часто визначається коефіцієнтами застосовності та повторюваності.

Коефіцієнт застосовності K_3 показує рівень використання в знову розроблювальних конструкціях деталей, вузлів, механізмів, що застосовувалися раніше в попередніх аналогічних конструкціях. Його розраховують по числу типорозмірів, по складових частинах виробу або у вартісному вираженні:

$$K_3 = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100, \% \quad (3.1)$$

$$K_3 = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100, \% \quad (3.2)$$

$$K_3 = \frac{C - C_0}{C} \cdot 100, \% \quad (3.3)$$

де n – загальне число типорозмірів (типорозміром називають такий предмет виробництва (деталь, вузол, машину, прилад), що має певну конструкцію (властивому тільки даному предмету), конкретні

параметри і розміри та записується окремою позицією в графу специфікації виробу);

n_0 – число оригінальних типорозмірів, які розроблені вперше для даного виробу;

N і N_0 – загальне число й число оригінальних складових частин відповідно;

C і C_0 – вартість загального числа і числа оригінальних складових частин відповідно. Вартість складових частин, виготовлених на даному підприємстві, визначають по заводській собівартості, а покупних – за відпускною ціною.

Коефіцієнт повторюваності складових частин у загальному числі складових частин даного виробу K_{Π} характеризує рівень уніфікації і взаємозамінність складових частин виробів певного типу

$$K_{\Pi} = \frac{N - n}{N - 1} \cdot 100, \% \quad (3.4)$$

Середню повторюваність складових частин у виробі характеризують коефіцієнтом повторюваності

$$K_{\text{ПВ}} = \frac{N}{n}. \quad (3.5)$$

Для проведення розрахунків показників рівня уніфікації вибирають один або кілька рівнів розрахунку (наприклад по деталях, складальних одиницях, вузлах і агрегатах). Розрахунок основного показника – коефіцієнта застосовності проводиться на рівні типорозмірів деталей.

При розрахунку виключаються деталі загального машинобудівного застосування: гвинти, гайки, шплінти, деталі тари і пакування, деталі, виготовлені без креслень, слюсарно-складальний інструмент і т.п. Для цих деталей показники рівня уніфікації обчислюють окремо за тими ж формулами. При незначній кількості типорозмірів зазначених деталей рівень їхньої уніфікації може окремо не обчислюватися.

На стадії розробки ескізного і технічного проектів, коли відсутня специфікація виробу, визначення показника уніфікації викону-

ється орієнтовно за результатами розгляду конструкторських документів цих проектів.

Результати розрахунку показників рівня уніфікації включаються в конструкторську документацію: у пояснювальну записку (ГОСТ 2.106-68) і карту технічного рівня і якості продукції (ГОСТ 2.116-71). При модернізації виробів розрахунок показника рівня уніфікації виконується тільки для тих складових частин (вузлів, агрегатів), модернізація яких передбачена.

Вимоги до рівня уніфікації встановлюються в технічному завданні на проектування у вигляді кількісних показників рівня уніфікації. Вимоги по уніфікації виробів включаються в технічні завдання (ТЗ) з метою забезпечення високої якості нових виробів і зниження витрат на проектування, виготовлення та експлуатацію виробів за рахунок уніфікації їхніх складових частин. Ці вимоги повинні бути спрямовані на застосування в знову розроблювальних або модернізованих виробках, раніше спроектованих, освоєних у виробництві і перевірених в експлуатації складових частин виробів, а також на застосування загальних машинобудівних уніфікованих і стандартних вузлів, агрегатів і деталей.

Приклад виконання завдання

Для автомобіля відомі наступні дані. Число типорозмірів: загальне $n = 3473$, оригінальних $n_0 = 196$; число деталей: загальне $N=14989$, оригінальних $N_0 = 763$. Вартість всіх деталей – $C = 32393,6$ грн, а оригінальних – $C_0=11464,6$ грн.

Визначити коефіцієнти застосовності, а також коефіцієнти повторюваності.

Рішення. По формулах (3.1)...(3.3) визначаємо коефіцієнти застосовності по типорозмірах, складовим частинам виробу та у вартісному вираженні

$$K_3 = \frac{3473 - 196}{3473} \cdot 100 = 94,3;$$

$$K_3 = \frac{14989 - 763}{14989} \cdot 100 = 94,9;$$

$$K_3 = \frac{32393,6 - 11464,6}{32393,6} \cdot 100 = 64,7;$$

Коефіцієнт повторюваності обчислюємо по формулах (3.4) і (3.5)

$$K_{\Pi} = \frac{14989 - 3473}{14989 - 1} \cdot 100 = 76,8;$$

$$K_{\text{ПВ}} = \frac{14989}{3473} = 4,32.$$

Контрольні питання

1. Що таке уніфікація?
2. Які основні умови проведення уніфікації і чим характеризується рівень уніфікації кінцевої продукції?
3. Чим обумовлене широке застосування уніфікації в приладо- і машинобудуванні?
4. Як оцінюється рівень уніфікації і стандартизації?

Практична робота 4

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЯДУ ВИРОБУ

Мета роботи – освоєння методики розрахунку витрат при виборі діапазону і градації параметричного ряду

Завдання

1. За даними таблиці 4.1 призначити номінальні розміри діаметра і довжини вала.

Таблиця 4.1 – Розміри валів

Варіант	Діаметр валу, мм	Довжина валу, мм
1	3,95	10,2
2	4,25	14,8
3	5,07	20,1
4	6,7	31
5	7,9	34,5
6	8,95	50,1
7	10,1	63,5
8	15,8	91,3
9	20,6	99
10	27,1	121
11	34,5	140,1
12	54,2	198
13	62,8	251
14	84,1	365
15	97	406

2. По заданим об'єму і вартості виготовлення пружних муфт із внутрішніми діаметрами по ряду *Ra20* (таблиця 4.2) визначити доцільність виготовлення муфт з діаметрами посадкових отворів по ряду *Ra5*, *Ra10*, *Ra40*, *Ra80*. Витрати з експлуатації муфт вважати незмінними, $z = 0,1$.

Таблиця 4.2 – Об'єм випуску та витрати на виготовлення муфт

Внутрішній діаметр, мм	Річна програма випуску, тис. шт	Витрати на матеріали, грн	Інші витрати, грн
25	7	15,0	97
28	20	18,0	97
32	30	22,0	98
36	40	26,0	99
40	70	36,0	104

Короткі теоретичні відомості

Основою для раціонального скорочення номенклатури і числа типорозмірів вироблених виробів є стандарти на параметричні ряди

цих виробів. Стандарти на ряди основних параметрів встановлюють найбільш раціональні типи та типорозміри виробів, що допускають до виготовлення в галузях народного господарства.

Параметри виробів розділяють на головні, основні та допоміжні, причому головні параметри виділяються з числа основних, а допоміжні встановлюються тільки для деяких видів виробів. Основні параметри є, як правило, функціонально залежними від головного параметра виробу.

У свою чергу, головні та основні параметри залежно від виду стандартизованих об'єктів можуть класифікуватися за своїм призначенням на розмірні, експлуатаційні, енергетичні, продуктивності, маси та ін.

При виборі номенклатури головних і основних параметрів виробів варто виходити з наступних положень.

- головний і основний параметри повинні характеризувати досить повно технічні й експлуатаційні (споживчі) властивості або можливості виробу, які повинні відповідати кращим світовим досягненням.

- номенклатура стандартизованих параметрів (головних й основних) повинна бути оптимальною, щоб не обмежувати можливість удосконалювання конструкції виробу та технології його виготовлення;

- головні і основні параметри повинні бути по можливості найбільш стабільними, тобто залишатися незмінними при модифікації й удосконаленні стандартизованих виробів, а також не залежати від таких факторів, як технологія виготовлення, застосовувані матеріали і т.п (які часто що змінюються).

- номенклатура головних та основних параметрів машин споріднених типів і груп повинна бути, по можливості, уніфікованою, а також не повинна дублюватися ні в цілому, ні в якій-небудь основній частині.

- у випадку вибору для побудови параметричного ряду сукупності декількох головних або основних параметрів всі вони повинні бути функціонально незалежні (тобто залежність між ними не може бути виражена математичною формулою).

- величини головних параметрів рядів повинні, як правило, відповідати переважним числам.

Після встановлення доцільної для стандартизації номенклатури головних і основних параметрів виробів визначають діапазон і градацію параметричного ряду.

Під *інтервалом параметричного ряду* розуміють будь-яку обмежену послідовність членів ряду, а під *діапазоном параметричного ряду* – максимальний інтервал ряду. Діапазон параметричного ряду визначається практичною потребою у виробках даного виду. Крайні члени вибираються, так, щоб була покрита значна частина потреби.

Види градацій ряду можуть бути наступними:

- однаковий інтервал у всій області значень параметрів;
- в області низьких значень параметрів більший інтервал, чим в області високих значень;
- в області низьких значень параметрів менший інтервал, чим в області високих значень;
- в області низьких і високих значень параметрів менший інтервал, чим в області середніх значень.

При побудові параметричних рядів виробів, машин і устаткування найбільше поширення одержали ряди переважних чисел, побудованих по геометричній прогресії.

При виборі діапазону параметричного ряду необхідно врахувати:

- зростання виробництва і потреби з урахуванням прогнозу їхнього розвитку в період, коли проєктований параметричний ряд виробів буде використатися;
- можливість створення та використання різних варіантів виробу на основі агрегування;
- досвід виробництва та експлуатації аналогічного устаткування, машин, приладів у своїй країні та країнах з високим рівнем даного виду виробництва;
- наявні вітчизняні й закордонні стандарти, рекомендації та інші пов'язані із цим питанням нормативні документи;
- перспективи розвитку з метою забезпечення прогресивності й достатньої довговічності параметричного ряду.

Для багатьох груп машин та устаткування існують обмеження при виборі діапазонів, обумовлені:

- неефективністю застосування даного виробу в деяких інтервалах ряду;
- технікою безпеки;
- неможливістю використання даних машин разом з іншим устаткуванням;
- особливостями окремих галузей промисловості, їхнім науково-технічним рівнем, способами виробництва (обробки) виробів;
- природними обмеженнями, що залежать від об'єктивних закономірностей.

При розрахунках, пов'язаних з вибором параметричних рядів застосовують два способи економічного обґрунтування параметричних і розмірних рядів:

- 1) розрахунки роблять за собівартістю річної програми виробів;
- 2) крім собівартості враховують строки окупності витрат і служби виробів, а також експлуатаційні витрати.

Другий спосіб застосовують для обґрунтування параметричних рядів параметрів вузлів і машин, що споживають або передають велику кількість енергії (редуктори, верстати і їхні коробки передач, електродвигуни і т.д.).

По першому способу собівартість однотипних виробів, що утворюють розмірний ряд, можна обчислити за формулою

$$c = \mu + c' , \quad (4.1)$$

де c' – інші витрати на виготовлення одного виробу;
 μ – вартість матеріалу одного виробу.

Собівартість виробів в об'ємі річної програми

$$C = B \cdot c , \quad (4.2)$$

де B – річна програма випуску однотипних виробів.

Інші витрати можна обчислити по заданій програмі та прийнятому технологічному процесу, але зручніше визначати, користуючись коефіцієнтом зміни інших витрат

$$K_{33} = \frac{1}{K_{3П}^z} , \quad (3.3)$$

де z – коефіцієнт, що визначається, виходячи з програми випуску, кількості споживаного металу та ін. ($z=0,2\dots0,3$);

$K_{зп}$ – коефіцієнт зміни програми

$$K_{зп} = \frac{B_{п}}{B}, \quad (4.4)$$

де $B_{п}$ – змінена програма випуску.

Таким чином, інші витрати на одиницю виробу при зміні програми $c'_{п}$ можна визначити, користуючись величиною інших витрат c' , обчисленої для раніше наміченої програми випуску тих же виробів

$$c'_{п} = c'K_{зз}. \quad (4.5)$$

Приклад виконання завдання

1. Призначити номінальні розміри вала з розрахунковим діаметром 109 мм і довжиною 451 мм. Розміри підібрати по рядах лінійних розмірів $Ra5$, $Ra10$, $Ra20$, $Ra40$

2. Обчислити собівартість річного випуску валів, довжини яких призначені по ряду $Ra20$ (таблиця 4.3). Встановити економічну доцільність виготовлення цих валів з довжинами по ряду $Ra10$ і ряду $Ra40$. Витрати з експлуатації валів вважати незмінними і при розрахунках не враховувати; $z = 0,2$.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані для розрахунку

Довжина вала, мм	Річна програма випуску, тис. шт	Витрати на матеріали, грн	Інші витрати, грн
400	10,0	8,4	4,2
450	16,0	9,0	4,5
500	3,0	9,6	5,3
560	10,0	10,2	12,1
630	3,6	11,3	12,4

Рішення.

З таблиці 4.3 визначаємо найближчі більші або рівні заданому значення розмірів. Як номінальний розмір для діаметра вала виби-

раємо розмір 125 мм по рядах лінійних розмірів *Ra5*, *Ra10* та 110 мм – по ряду *Ra20* і ряду *Ra40*.

Таблиця 4.4 – Ряди лінійних розмірів за ГОСТ 6636-69

<i>Ra5</i>	<i>Ra10</i>	<i>Ra20</i>	<i>Ra40</i>	<i>Ra5</i>	<i>Ra10</i>	<i>Ra20</i>	<i>Ra40</i>	<i>Ra5</i>	<i>Ra10</i>	<i>Ra20</i>	<i>Ra40</i>
1,0	1,0 1,2	1,0	1,0	10	10	10	10	100	100	100	100
		1,1	1,05			11	10,5			110	105
		1,2	1,1			12	11			120	110
		1,4	1,15			14	11,5			140	115
		1,2	1,2				12				120
		1,3	1,3				13				130
		1,4	1,4				14				140
		1,5	1,5				15				150
1,6	1,6 2,0	1,6	1,6	16	16	16	16	160	160	160	160
		1,8	1,7			18	17			180	170
		2,0	1,8			20	18			200	180
		2,2	1,9			22	19			220	190
		2,0	2,0				20				200
		2,1	2,1				21				210
		2,2	2,2				22				220
		2,4	2,4				24				240
2,5	2,5 3,2	2,5	2,5	25	25	25	25	250	250	250	250
		2,8	2,6			28	26			280	260
		3,2	2,8			32	28			320	280
		3,6	3,0			36	30			360	300
		3,2	3,2				32				320
		3,4	3,4				34				340
		3,6	3,6				36				360
		3,8	3,8				38				380
4,0	4,0 5,0	4,0	4,0	40	40	40	40	400	400	400	400
		4,5	4,2			45	42			450	420
		5,0	4,5			50	45			500	450
		5,6	4,8			56	48			560	480
		5,0	5,0				50				500
		5,3	5,3				53				530
		5,6	5,6				56				560
		6,0	6,0				60				600
6,3	6,3 8,0	6,3	6,3	63	63	63	63	630	630	630	630
		7,1	6,7			71	67			710	670
		8,0	7,1			80	71			800	710
		9,0	7,5			90	75			900	750
		8,0	8,0				80				800
		8,5	8,5				85				850
		9,0	9,0				90				900
		9,5	9,5				95				950

Як номінальний розмір для довжини вала вибираємо розмір 630 мм по ряду лінійних розмірів $Ra5$, 500 мм – по ряду $Ra10$, 450 – по ряду $Ra20$ і ряду $Ra40$.

Собівартість валів, що мають довжини по $Ra20$ (таблиця 4.4), обчислена по формулах (4.1) і (4.2) наступна:

Для вала довжиною 400 мм собівартість виробу $c_1=12,6$ грн; для вала довжиною 450 мм собівартість виробу $c_2=13,5$ грн; для вала довжиною 500 мм собівартість виробу $c_3=14,9$ грн; для вала довжиною 560 мм собівартість виробу $c_4=22,3$ грн; для вала довжиною 630 мм собівартість виробу $c_5=23,7$ грн. Річна собівартість виготовлення валів даних типорозмірів складе відповідно $C_1=126000$ грн; $C_2=135000$ грн; $C_3=149000$ грн; $C_4=223000$ грн; $C_5=237000$ грн.

Загальна собівартість валів $C_{\Sigma}=6950000$ грн.

Визначимо собівартість валів з довжинами, що відповідають розмірному ряду $Ra10$ (таблиця 4.5). Загальна річна програма не змінюється. Кількість валів, довжини яких відсутні в ряді $Ra10$ (наприклад, 450 мм), додається до числа валів, що мають найближчу більшу довжину, що відповідає розмірам прийнятого ряду (наприклад, 500 мм). Розрахункова річна програма валів з довжиною 500 мм становить $B_{\Pi}=16+3=19000$ шт.; з довжиною 630 мм – $B_{\Pi}=3,6+10=13600$ шт.

Значення $K_{зп}$, $K_{зз}$, $c'_{п}$, $c_{п}$ і $C_{п}$ обчислюємо по формулах (4.1)... (4.5) і зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Результати розрахунку собівартості валів з розмірами по ряду $Ra10$

Довжина вала, мм	Річна програма, тис шт	Витрати на металиали грн	Коефіцієнт зміни		Інші витрати, грн	Собівартість виробу грн	Собівартість річної програми, грн
			програми	інший витрат			
400	10	8,4	1,00	1,00	4,2	12,6	126000
500	19	9,6	6,33	0,690	3,7	13,3	252700
630	13,6	11,3	3,78	0,766	9,5	20,8	282900

Загальна собівартість валів, виготовлених по ряду *Ra10* складе $C_{\Sigma}=6616000$ грн і буде менше, ніж у попередньому випадку. Отже, застосування ряду *Ra10* у технологічному відношенні є більш економічним, ніж ряду *Ra20*.

Випикуємо розміри довжин по ряду *Ra40*. Загальний річний випуск всіх валів не змінюється. Річні програми валів, що входять у базовий ряд *Ra20* (крім валів, що мають довжину 400 мм), умовно розподіляємо порівну між валами базового ряду та валами, що мають найближчу меншу довжину, але входять тільки у ряд *Ra40*. Наприклад, для валів довжиною 450 та 420 мм річні програми в новому ряді дорівнюють $0,5B$, тобто 8 тис. шт., і т.д.

Коефіцієнти зміни програми та інших витрат визначаємо по формулах (4.3) і (4.4) тільки для валів, що відповідають базовому ряду, тому що програми для інших валів раніше не були встановлені.

Інші витрати обчислюємо по формулі (4.5) також тільки для валів базового ряду. Для інших валів c'_{II} визначаємо шляхом інтерполяції пропорційно величинам інтервалів розмірів по ряду *Ra40*.

Результати обчислень зводимо в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунку собівартості валів з розмірами по ряду *Ra40*

Довжина вала, мм	Річна програма, тис шт	Витрати на матеріали грн	Коефіцієнт зміни		Інші витрати, грн	Собівартість випобу грн	Собівартість річної програми, грн
			програми	інших витрат			
400	10,0	8,4	1,00	1,00	4,2	12,6	126000
420	8,0	8,7	-	-	4,6	13,3	106400
450	8,0	9,0	0,5	1,15	5,2	14,2	113600
480	1,5	9,3	-	-	5,7	15,0	225000
500	1,5	9,6	0,5	1,15	6,1	15,7	236000
530	5,0	9,9	-	-	10,0	19,9	995000
560	5,0	10,2	0,5	1,15	13,9	24,1	120500
600	1,8	10,8	-	-	14,1	24,9	448000
630	1,8	11,3	0,5	1,15	14,2	25,5	459000

Витрати на матеріали для валів, які мають довжини, що входять тільки в ряд $Ra40$, приймаємо рівними напівсумам витрат, обчисленим раніше для валів базового ряду $Ra20$, що мають суміжні довжини.

Загальна собівартість валів, виготовлених по ряду $Ra40$, складе $C_{\Sigma}=7028000$ грн і буде більше, ніж у попередньому випадку. Отже, застосування ряду $Ra40$ у технологічному відношенні є менш економічним, ніж ряду $Ra20$.

Контрольні питання

1. Ряди переважних чисел та передумови їхнього введення.
2. Принципи побудови, основні властивості та умови застосування рядів переважних чисел, побудованих за арифметичними і геометричними прогресіями.
3. Для рядів переважних чисел, побудованих за геометричними прогресіями укажіть: а) кількість членів у десяткових інтервалах; б) чому рівні і як змінюються відносна та абсолютна різниці між суміжними членами того самого ряду в зоні малих і великих значень; в) чи містять різні ряди однакові члени.
4. Поясніть зміст умовної позначки ряду переважних чисел: а) $R20/3$; б) $R20/4$; в) $R40/2$.
5. Що називають параметром і параметричним рядом?
6. Які параметри називають головними, основними і допоміжними?
7. Якій вимозі повинне задовольняти число стандартизованих параметрів?
8. Як визначають діапазон параметричного ряду?

Практична робота 5

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБІТ ЗІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Мета роботи - одержання навичок розрахунку економічного ефекту від розробки й впровадження стандартів.

Завдання

По заданій умові розрахувати ефективність впровадження стандарту.

Короткі теоретичні відомості

В умовах ринкової економіки ефективність робіт зі стандартизації проявляється як у процесі, так й у результатах діяльності конкретних суб'єктів господарювання різних форм власності, причому у всіх сферах: у наукових дослідженнях і дослідно-конструкторських роботах, у виробництві, обігу (реалізації), експлуатації й утилізації продукції.

Ефективність робіт зі стандартизації - співвідношення суспільного (народногосподарського) ефекту застосування результатів робіт зі стандартизації в народному господарстві країни й витрат, пов'язаних з їхнім застосуванням.

Визначення ефективності робіт зі стандартизації здійснюється з метою:

1) обґрунтування доцільності включення конкретних робіт зі стандартизації (розробка нового стандарту, перегляд або внесення змін до стандарту) у програми й плани державної й міждержавної стандартизації;

2) вибору найбільш раціональних (оптимальних) варіантів, що включають у стандарти вимог;

3) оцінки результативності діяльності в області стандартизації.

Визначення ефективності робіт зі стандартизації здійснюється:

- при плануванні робіт зі стандартизації;

- при розробці нових стандартів, перегляді або внесенні змін у діючі стандарти;

- у період застосування стандартів.

Визначення економічної ефективності рекомендується здійснювати для стандартів наступних видів:

1) стандарти на продукцію й послуги, що встановлюють технічні вимоги, технічні умови й ін.;

2) стандарти на роботи (процеси);

3) стандарти на методи контролю (випробувань, вимірів, аналізу).

Ефективність робіт зі стандартизації виражається в наступних основних видах ефективності:

- 1) економічна ефективність;
- 2) технічна
- 3) інформаційна ефективність;
- 4) соціальна ефективність.

Економічна ефективність робіт зі стандартизації - виражається в грошовому або натуральному показниках економії живої й упередженої праці в суспільному виробництві в результаті впровадження стандарту з урахуванням необхідних витрат.

Технічна ефективність робіт зі стандартизації може виражатися у відносних показниках технічних ефектів, одержуваних у результаті застосування стандарту в їхній технічній розмірності (наприклад, ріст рівня безпеки, зниження шкідливих впливів і викидів (стоків), зниження матеріало- або енергоємності виробництва або експлуатації, підвищення ресурсу, надійності й ін.).

Інформаційна ефективність робіт зі стандартизації може виражатися в досягненні (забезпеченні) необхідного для суспільства взаєморозуміння, єдності подання й сприйняття інформації (стандарту на терміни и определения, умовні знаки, одиниці фізичних величин, символи й позначення, програмно-математичне забезпечення й т.п.), у тому числі, у договірно-правових відносинах суб'єктів господарської діяльності один з одним, органами державного керування, у міжнародних науково-технічних і торгово-економічних відносинах.

Соціальна ефективність робіт зі стандартизації полягає в тім, що встановлення в стандартах і досягнення на практиці обов'язкових вимог до продукції, процесам і послугам, які відповідають вимогам охорони здоров'я, санітарії й гігієни, охорони навколишнього середовища й безпеки громадян при виробництві, обігу, використанні (експлуатації) продукції (послуг), повинне позитивно позначатися на здоров'ї й рівні життя населення, а також на інших соціально значимих аспектах. Соціальна ефективність робіт зі стандартизації виражається в показниках зниження рівня виробничого трав-

матизму, рівня захворюваності, підвищення тривалості життя, поліпшення соціально-психологічного клімату й ін.

Визначення ефективності при плануванні по стандартизації здійснюється на основі попередніх даних, у тому числі, результатів проведених науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, прогнозів, нормативів (при їхній наявності), а також аналізу вітчизняного, міжнародного й закордонного досвіду в області стандартизації аналогічних об'єктів.

Як показники економічної ефективності робіт зі стандартизації можуть бути використані наступні показники:

- **економія (Э)** - величина сумарного зменшення витрат у народному господарстві країни у зв'язку із застосуванням конкретного стандарту (групи стандартів) на одиницю стандартизованої продукції (послуги).

- **витрати (З)** - величина сумарного збільшення витрат у народному господарстві країни у зв'язку із застосуванням конкретного стандарту (групи стандартів) на одиницю стандартизованої продукції (послуги).

- **економічний ефект на одиницю продукції (послуги)** - величина підсумкового зменшення витрат (витрат) при виробництві, обігу, застосуванні (експлуатації) і утилізації одиниці стандартизованої продукції (послуги), обумовлена як різниця між економією (Э) і витратами (З).

- **загальний економічний ефект** - величина підсумкового зменшення витрат (витрат) у народному господарстві країни у зв'язку із застосуванням конкретного стандарту (групи стандартів).

Під *економічним ефектом стандартизації* розуміють економію живої й упередметненої праці в суспільному виробництві в результаті впровадження стандарту з обліком необхідних для цих витрат.

Він може бути виражений у грошовій або в натуральній формі (зниження трудомісткості, економія матеріалів, зменшення потреби в устаткуванні й площах, скорочення тривалості циклів проектування й виготовлення й т.п.), якщо витрати обмірювані в тих же одиницях, що й економія.

Основними джерелами економічного ефекту від стандартизації є: економія, отримана від підвищення якості продукції й послуг;

економія від збільшення масовості й серійності продукції, концентрації виробництва й зниження експлуатаційних витрат у результаті скорочення зайвої розмаїтості однорідної продукції.

Методика розрахунку економічної ефективності стандартизації

Методики розрахунків економічної ефективності мають свої специфічні риси для різних галузей економіки, окремих підприємств, конкретних видів продукції. Практика й досвід проведення розрахунків економічної ефективності стандартизації показують, що для визначення економічного ефекту від робіт і заходів щодо стандартизації доцільно використати три групи розрахунків в:

- передпроектній сфері (на стадії проектно-конструкторських і науково-дослідних робіт, тобто на стадії створення НД);
- сфері виробництва (на стадії створення якості продукції);
- сфері обігу (на стадії обігу й експлуатації продукції).

При розрахунках економічного ефекту стандартизації **на стадії проектування** варто враховувати скорочення обсягу робіт, трудомісткості, вартості й строків проектування. При цьому варто враховувати зміну як поточних витрат проектних організацій і підрозділів, так і капітальних.

Розрахунки економічного ефекту **на стадії виробництва** варто проводити з обліком:

- підвищення серійності (масовості) і визначати зменшення матеріалоемності; зниження трудомісткості процесів виробництва;
- ефекту від уніфікації, агрегування й збільшення застосування складових частин, що здобувають на підприємствах спеціалізованого виробництва;
- збільшення коефіцієнта взаємозамінності;
- зменшення фондоемності;
- зниження питомих витрат електроенергії й палива й ін.

При розрахунках економічного ефекту **на стадії експлуатації (застосування)** варто враховувати:

- зниження витрат споживача в результаті підвищення технічного рівня і якості стандартизованої продукції;

- заміни одним стандартним виробом (одиницею продукції) декількох;
- збільшення терміну служби виробу;
- підвищення надійності виробу; зменшення питомої енергоємності, витрати палива й допоміжних матеріалів; зменшення чисельності обслуговуючого персоналу;
- зниження потреби в запасних частинах і вартості ремонтних робіт;
- підвищення якості продукції, що випускає поліпшеними машинами після їхньої стандартизації.

Вибір методики розрахунку економічної ефективності стандартизації визначається джерелом одержання економічного ефекту, а також наявністю тих або інших вихідних даних, використовуваних у розрахунках.

Визначення річного економічного ефекту ґрунтується на порівнянні зіставлених витрат до (H_1) і після (H_2) проведення робіт зі стандартизації продукції.

Величину економії ($\Delta \mathcal{E}$), одержуваної від виробництва й споживання одиниці стандартизованої продукції розраховують по формулі

$$\Delta \mathcal{E} = \sum_{i=1}^I (H_{1i} - H_{2i}) \times C_i, \quad (5.1)$$

де H_{1i} - норма витрати ресурсів по i -му ($i = 1, 2, \dots, I$) зменшуваному елементу статті витрат на виробництво або експлуатацію (споживання) одиниці конкретної продукції (послуги) до переходу на виробництво й споживання цієї продукції (послуги) по даному стандарті (або групі взаємозалежних стандартів), норма/ед. прод.;

H_{2i} - те ж - після переходу на виробництво й споживання конкретної продукції по даному стандарті (або групі взаємозалежних стандартів), норма/ед. прод.;

C_i - ціна (тариф, ставка) за одиницю i -го ресурсу, (грн/ед. ресурсу).

Величину додаткових витрат ($\Delta \mathcal{Z}$), що утворюються при виробництві й (або) споживанні одиниці стандартизованої продукції з підвищеним рівнем якості й (або) економічності розраховують по формулі:

$$\Delta Z = \sum_{j=1}^J (H_{1j} - H_{2j}) \times C_j, \quad (5.2)$$

де H_{2j} - норма витрати ресурсів по j -му ($j = 1, 2, \dots, J$) конкретному елементу, що збільшується, статті витрат на виробництво або споживання (експлуатацію) одиниці конкретної продукції (послуги) після переходу на виробництво й споживання цієї продукції по даному стандарті (або групі взаємозалежних стандартів), (нат. норма/ед. прод.);

H_{1j} - те ж - до переходу на виробництво цієї продукції по даному стандарті (або групі взаємозалежних стандартів), (нат. норма/ед. прод.);

C_j - ціна (тариф, ставка) за одиницю j -го ресурсу, (грн/ед. ресурсу).

Величину економічного ефекту (\mathcal{E}), одержуваного від виробництва й споживання одиниці конкурентноздатної вітчизняної продукції, зробленої відповідно до вимог даного стандарту (або групи взаємозалежних стандартів) розраховують по наступній типовій формулі

$$\mathcal{E}_{ед.пр} = (\Delta \mathcal{E} - \Delta Z), \quad (5.3)$$

де $\Delta \mathcal{E}$ - економія, що розраховує по формулі (5.1), грн,

ΔZ - додаткові витрати, що розраховують по формулі (5.2), грн;

Величину економічного ефекту (\mathcal{E}), одержуваного від виробництва й споживання планованого до випуску обсягу (кількості) продукції (послуг) по конкретному стандарті (групі взаємозалежних стандартів) розраховують по формулі

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{ед.пр} \cdot N, \quad (5.4)$$

де N - сумарний (планований або фактичний) обсяг (кількість) конкретної продукції, (ед. продукції за весь період її випуску).

Величину економічного ефекту ($\mathcal{E}_{см}$), одержуваного від робіт із властиво стандартизації (розробка нових стандартів й актуалізація діючих стандартів) розраховують по формулі:

$$\mathcal{E}_{cm} = \mathcal{E} \times \frac{Z_{cm}}{Z_{ниокр} + Z_{cm} + Z_{вн}}, \quad (5.5)$$

де \mathcal{E} - економічний ефект по формулі (4.4);

$Z_{ниокр}$ - витрати (інвестиції) на науково-дослідні, дослідно-конструкторські, дослідно-технологічні, експериментальні й інші проектні роботи з даного об'єкта стандартизації, безпосередньо попередні роботи із властиво стандартизації, грн;

Z_{cm} - витрати (інвестиції) на роботу із властиво стандартизації даного об'єкта стандартизації (розробка нового стандарту або актуалізація діючого стандарту або групи взаємозалежних стандартів), грн;

$Z_{вн}$ - витрати на впровадження (забезпечення застосування) даного стандарту (або групи взаємозалежних стандартів), грн.

Показник \mathcal{E}_{cm} визначає величину частки економічного ефекту від робіт із властиво стандартизації в економічному ефекті сукупності заходів науково-технічного прогресу (науково-технічних інновацій), реалізованих у народному господарстві із застосуванням конкретного стандарту (групи взаємозалежних стандартів).

Рівень (ступінь) економічної ефективності витрат на роботи зі стандартизації (η_{cm}) розраховується по формулі:

$$\eta_{cm} = \frac{\mathcal{E}_{cm}}{Z_{cm}} \quad (5.6)$$

Показник η_{cm} може бути використаний для порівняльної оцінки різних робіт зі стандартизації або різних варіантів значень показників, норм, вимог, що підлягають стандартизації.

У загальному випадку сумарна ефективність стандартизації об'єктів (верстатів, пресів, вимірювальних приладів) буде дорівнює різниці наведених витрат на створення річного випуску й експлуатацію виробів до й після впровадження відповідних стандартів:

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \Pi_1 - \Pi_2, \quad (5.7)$$

Індекс «1» тут і далі позначає положення до стандартизації, індекс «2» - положення після стандартизації.

У наведені витрати входять загальні капітальні витрати K_{Σ} (науково-дослідні й дослідно-конструкторські витрати) і сумарні поточні витрати Z_{Σ} (витрати на виготовлення). Підсумовування K_{Σ} і Z_{Σ} здійснюється по формулі

$$П_2 = Z_{\Sigma} + E_n K_{\Sigma}, \quad (5.8)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

Коефіцієнт ефективності показує, яку частку додаткового доходу повинен забезпечувати кожен рубль капітальних вкладень, щоб витрати були ефективні. При відсутності нормативних значень E_n приймається рівним 0,12.

При відсутності абсолютних величин собівартості й виробничих фондів розрахунок економічного ефекту може бути здійснений на основі даних про зміну цих величин на одиницю продукції

$$\mathcal{E} = \Delta c \pm E_n \Delta k, \quad (5.9)$$

де Δc - зниження собівартості одиниці продукції або роботи;
 Δk - зміна питомих виробничих фондів;

При розрахунку річного економічного ефекту формула (5) прикмет вид

$$\mathcal{E} = (\Delta c \pm E_n \Delta k) V, \quad (5.10)$$

де V - річний випуск (програма).

При підрахунку економії в натуральній формі можна користуватися наступними основними залежностями:

1) при зниженні витрати матеріалів (ефект виражається в тонах, метрах, літрах й інших одиницях фізичних величин)

$$\mathcal{E} = V(M_{n1} - M_{n2}), \quad (5.11)$$

2) при зниженні трудомісткості (ефект виражається в кількості вивільнених працівників)

$$\Xi = B(t_1 - t_2) / \Phi, \quad (4.12)$$

3) при зменшенні тривалості виробничого циклу (ефект виражається в одиницях часу)

$$\Xi = T_{\text{ц}1} - T_{\text{ц}2}, \quad (4.13)$$

де B – річний випуск;

M_n – норма витрати матеріалу на одиницю продукції;

t – норма часу на операцію;

Φ – річний фонд часу роботи;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість виробничого циклу.

У якості основного відносного показника для зіставлення ефективності різних варіантів заходів щодо стандартизації, наприклад різних стандартів, використовують величину, зворотну коефіцієнту економічної ефективності капітальних вкладень E_n – строк окупності капітальних вкладень $T_{\text{ок}}$, тобто

$$E_n = 1 / T_{\text{ок}}, \quad (4.14)$$

Коефіцієнт окупності являє собою відношення додаткових капітальних вкладень, необхідних, наприклад, для розробки й впровадження стандарту, до суми річного зниження собівартості об'єкта стандартизації при його впровадженні:

$$T_{\text{ок}} = (K_2 - K_1) / (Z_1 - Z_2), \quad (4.15)$$

Причому, якщо $E_{n \text{ расч}} = 1 / \text{Струм} \geq E_n = 0,12$, то строк окупності Струм менш 8 років. При більшому строку окупності впровадження стандарту нерентабельно. Практично строк окупності витрат не перевищує двох років.

Якщо стандартизація привела до росту якості продукції шляхом підвищення її ціни, то строк окупності даної продукції визначається в такий спосіб:

$$T_{\text{ок}} = (K_2 - K_1) \text{ц} / ((Z_1 - Z_2) \text{ц}) \quad (4.16)$$

де u_1, u_2 – оптова ціна одиниці продукції відповідно до й після стандартизації.

У практиці конкретних розрахунків економічної ефективності для певних видів стандартів формули перетворюють із урахуванням тих елементів собівартості й капітальних вкладень, які змінюються під впливом впровадження стандартизації. При зіставленні положення до й після стандартизації або при порівнянні ефективності різних варіантів стандартизації кращим вважається той стандарт, що забезпечує найменший строк окупності капітальних вкладень.

Величина повного народногосподарського економічного ефекту від впровадження ВР розраховується як сума всіх економічних ефектів, отримані при розрахунках у різних сферах життєвого циклу продукції:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_p + E_n + E_o + E_\varepsilon, \quad (4.17)$$

де $E_p, E_n, E_o, E_\varepsilon$ - річний економічний ефект від впровадження стандарту, отриманий відповідно на стадіях розробки, виробництва, обігу й експлуатації (споживання), грн.

При неможливості кількісного визначення соціальних результатів приводять їхню якісну характеристику. Соціальними результатами впровадження ВР із задоволення потреб населення товарами й послугами; збільшення вільного часу населення, зміна характеру й змісту праці, поліпшення стану навколишнього природного середовища й ін.

Контрольні питання

1. У чому полягають особливості визначення економічної ефективності стандартизації?
2. Охарактеризуйте проблеми визначення економічної ефективності стандартизації.
3. Назвіть основні види економічної ефективності стандартизації й дайте їм характеристику.
4. Що є основним джерелом економічного ефекту при впровадженні нових стандартів?

5. У якій послідовності здійснюють розрахунок економічної ефективності стандартизації?

6. За якими показниками визначають економічну ефективність стандартизації?

7. На яких стадіях життєвого циклу продукції визначають економічну ефективність стандартизації?

Практична робота 6

ВИБІР ВИМІРЮВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ ВИРОБУ

Мета роботи – закріпити знання та одержати практичні навички вибору вимірювальних засобів із заданими метрологічними властивостями.

Завдання

Зробити орієнтовний і уточнений вибір вимірювального засобу для контролю виробу, що має задані діаметр і поле допуску.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Номинальний розмір, мм	Поле допуску вала	Поле допуску отвору	Середнє квадратичне відхилення погрішності виготовлення $\sigma_{\text{тех}}$
1	2	3	4	5
1	2	<i>d</i> 11	<i>B</i> 12	0,3
2	4	<i>d</i> 10	<i>C</i> 11	0,3
3	8	<i>e</i> 8	<i>D</i> 10	0,3
4	12	<i>f</i> 7	<i>E</i> 9	0,25
5	20	<i>g</i> 6	<i>F</i> 8	0,2
6	40	<i>h</i> 5	<i>G</i> 7	0,2
7	60	<i>js</i> 12	<i>H</i> 6	0,25
8	100	<i>k</i> 6	<i>JS</i> 5	0,2

1	2	3	4	5
9	150	<i>d9</i>	<i>K6</i>	0,25
10	200	<i>h12</i>	<i>M7</i>	0,3
11	300	<i>js13</i>	<i>N8</i>	0,3
12	350	<i>p6</i>	<i>P7</i>	0,3
13	420	<i>h10</i>	<i>H6</i>	0,3
14	450	<i>g7</i>	<i>JS6</i>	0,25
15	480	<i>p5</i>	<i>C10</i>	0,25

Короткі теоретичні відомості

Масштаб виробництва визначає тип контрольно-вимірювальних засобів, а також необхідну продуктивність контролю і рівень його механізації. При всіх видах виробництва контрольні операції повинні бути обов'язково складовою частиною технологічного процесу.

Конструктивна форма, число контрольованих параметрів, габарити і маса деталі також впливають на вибір типу вимірювального засобу. При великій кількості контрольованих параметрів рекомендується застосовувати багатомірні контрольно-вимірювальні пристрої. Тонкостінні деталі та деталі з легких сплавів переважно контролювати безконтактним методом або на приладах з невеликою вимірювальною силою.

При виборі вимірювальних засобів необхідно встановити значення припустимої погрішності виміру, а також визначити положення приймальних границь, тобто визначити значення розмірів виробу, за якими потрібно проводити їхнє приймання.

Значення припустимої погрішності виміру $\Delta_{\text{вим}}$ залежить від допуску на виготовлення виробу *IT*, який, у свою чергу, пов'язаний з номінальним розміром і квалітетом. Для розмірів від 1 до 500 мм встановлені ряди припустимих погрішностей виміру.

Для попереднього (орієнтовного) вибору погрішності виміру залежно від допуску виробу можна користуватися табл. 6.2.

Орієнтовні погрішності виміру застосовні до умов виміру за участю оператора та при використанні універсальних вимірювальних засобів. Для спеціальних, вузького призначення, вимірювальних засобів і автоматичних вимірювальних пристроїв табличну по-

грішність виміру, починаючи з шостого квалітету, варто зменшувати в 1,5...2 рази.

У тих випадках, коли допуск на виготовлення не збігається із зазначеними в табл. 6.2, погрішність виміру допускається вибирати за найближчим меншим значенням *IT*. Величини припустимих погрішностей виміру становлять від 20% (для грубих квалітетів) до 35% допуску на виготовлення виробу.

Таблиця 6.2 – Припустимі граничні погрішності засобів контролю

Квалітет	Інтервал виміру, мм												
	До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
2	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,2	1,6	2,0	2,8	3,0	3,0	4,0
3	0,8	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4	1,8	2,0	2,8	4,0	4,0	5,0	5,0
4	1,0	1,4	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,0	4,0	5,6	5,0	6,0	6,0
5	1,4	1,6	2,0	2,8	3,0	4,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,0
6	1,8	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10	10	12
7	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10	12	12	14	16	18
8	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0	10	12	12	16	18	20	24	26
9	6,0	8,0	9,0	10	12	16	18	20	30	30	30	40	40
10	8,0	10	12	14	18	20	30	30	40	40	50	50	50
11	12	16	18	30	30	40	40	50	50	60	70	80	80
12	20	30	30	40	50	50	60	70	80	100	120	120	140
13	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	180	200
14	50	60	80	90	120	140	160	180	200	240	260	280	320

Точність вимірювальних засобів повинна відповідати точності виробів і бути трохи вище. Литі, ковани та штамповані вироби контролюють кронциркулем, нутроміром і лінійкою.

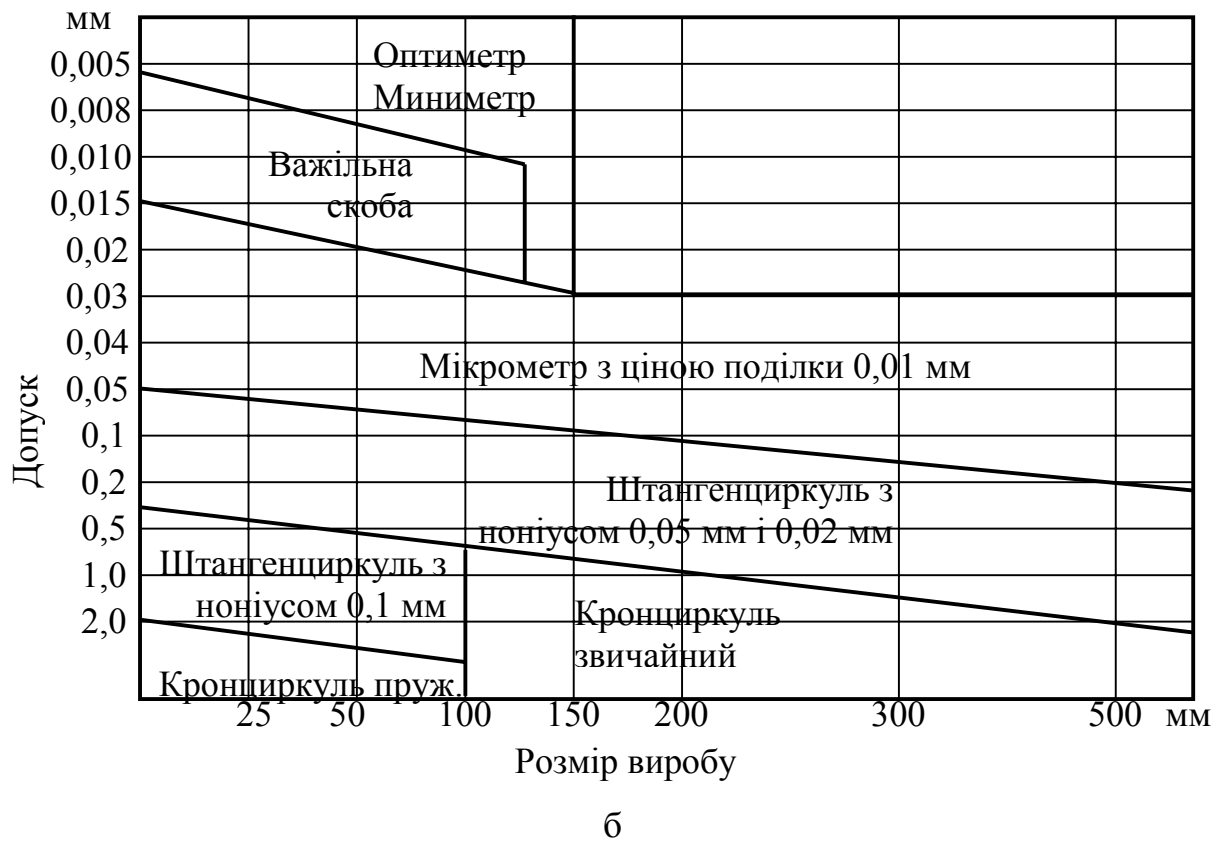
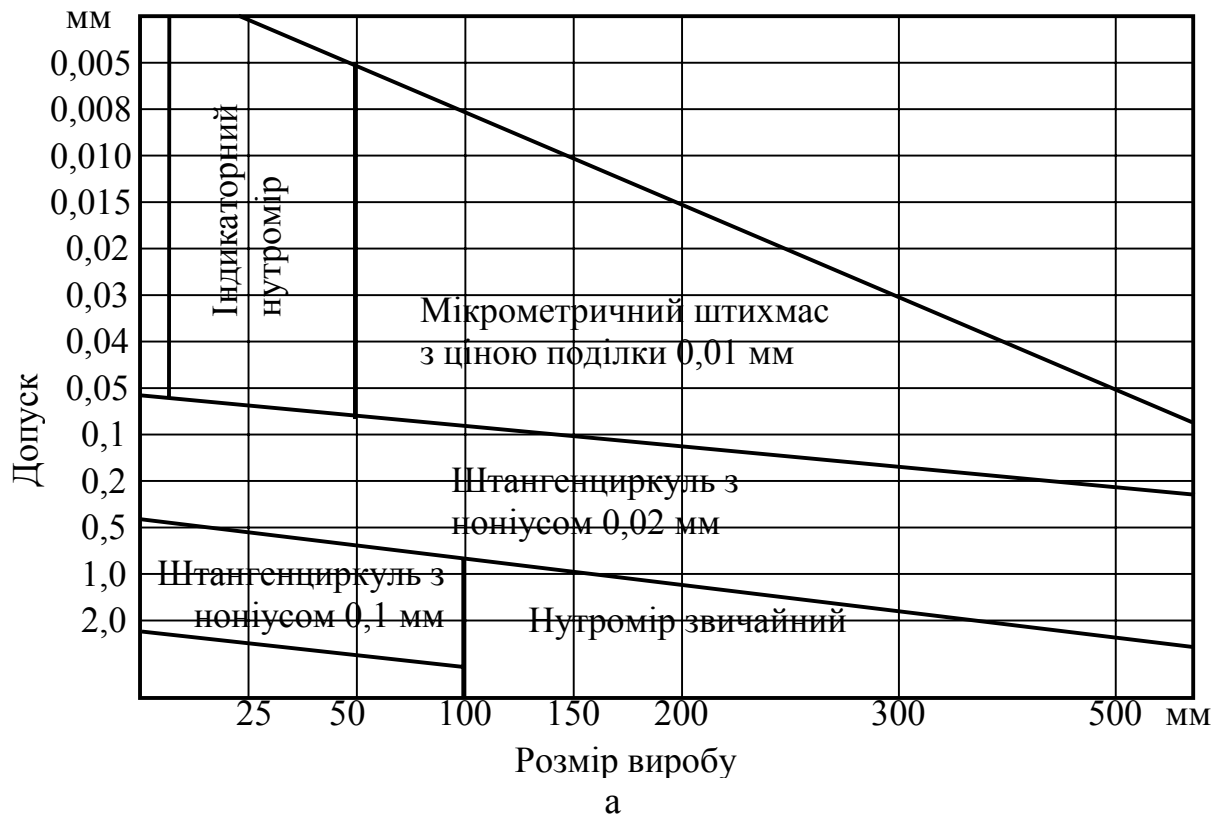


Рисунок 6.1 – Дані з вибору універсальних засобів вимірювань: а – для виміру валів; б – для виміру отворів

Для контролю деталей після грубої обробки (обпилювання, чорнове обточування і т.п.) можна використати штангенциркуль з ціною поділки 0,1 мм. Грубо оброблені поверхні не слід контролювати точними інструментами, тому що вимірювальні поверхні цих інструментів будуть швидко зношуватися. Орієнтовні дані щодо вибору універсальних засобів вимірювання залежно від розмірів виробу і допусків наведені на рис. 6.1а (для виміру валів) і на рис. 6.1б (для виміру отворів).

Установлені стандартом погрішності є найбільшими, які можна допускати при вимірюваннях; вони включають як випадкові, так і невраховані систематичні погрішності виміру (погрішності вимірювальних засобів, базування, температурних деформацій і т.д.). Значення розмірів, отриманих при вимірі з погрішністю, що не перевищує встановленої стандартом, приймають за дійсні. Випадкова погрішність виміру приймається рівної 2σ , де σ – значення середнього квадратичного відхилення погрішності виміру. Випадкова погрішність виміру не повинна перевищувати 0,6 межі припустимої погрішності виміру.

Припустимі погрішності виміру нормують незалежно від способу виміру при приймальному контролі.

На рис. 6.2 – 6.4 показані графіки для визначення величин m , n і c при розподілі контрольованих розмірів за нормальним законом (суцільні криві) і за законом рівної ймовірності (штрихові криві).

Погрішності виміру не повинні порушувати взаємозамінності виробів і погіршувати їхню якість. Вплив погрішності вимірювання може проявлятися в тім, що частина обмірюваних деталей m буде віднесена до придатних, хоча дійсні значення їхніх розмірів перебувають за межами поля допуску (неправильно прийняті), а частина деталей n , що мають розміри в межах поля допуску, буде віднесена до бракованих (неправильно забраковані).

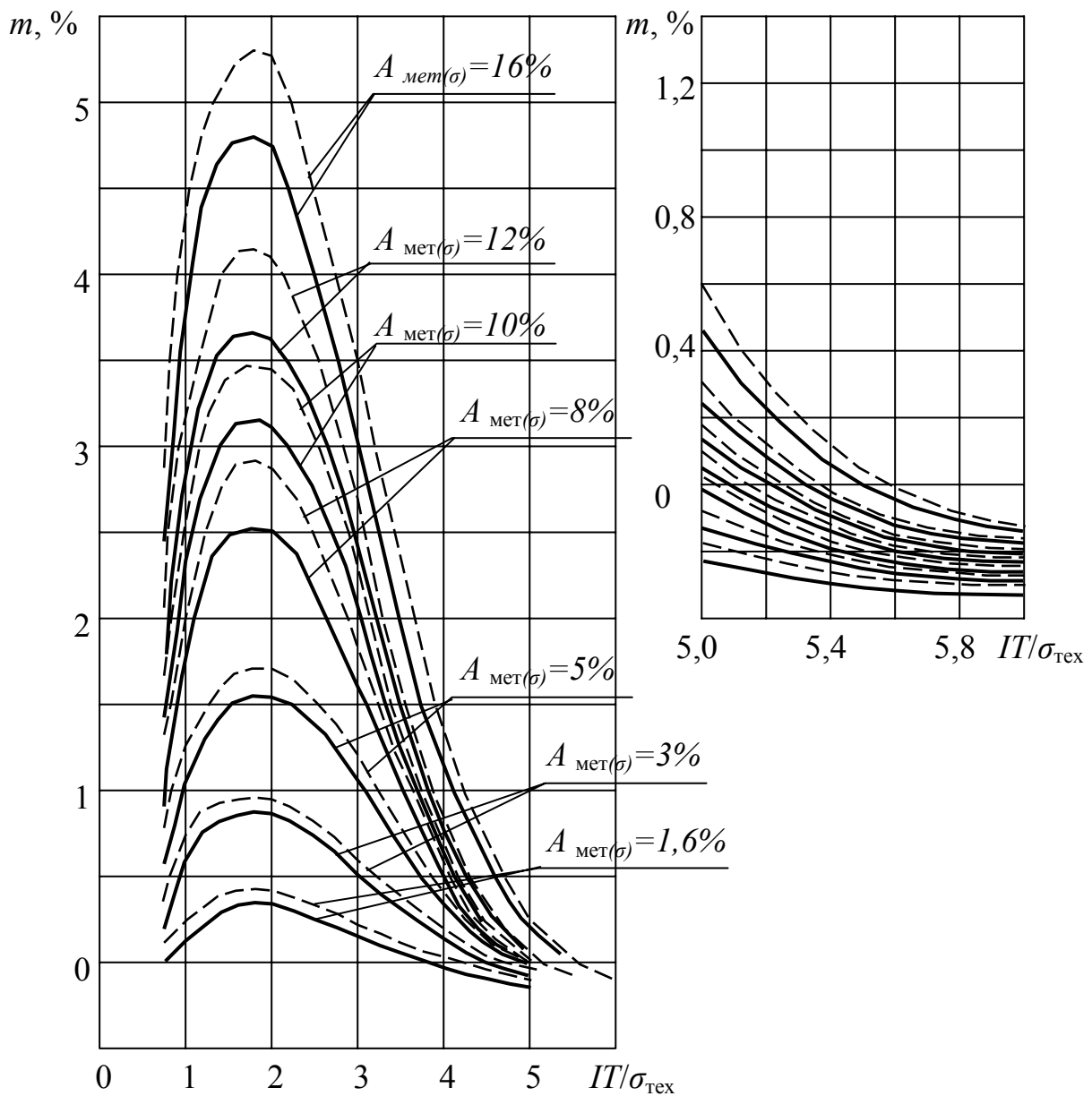


Рисунок 6.2 – Криві для визначення числа неправильно прийнятих деталей

Має значення також параметр, що характеризує імовірнісну граничну величину s виходу розміру за кожну границю поля допуску в неправильно прийнятих деталях.

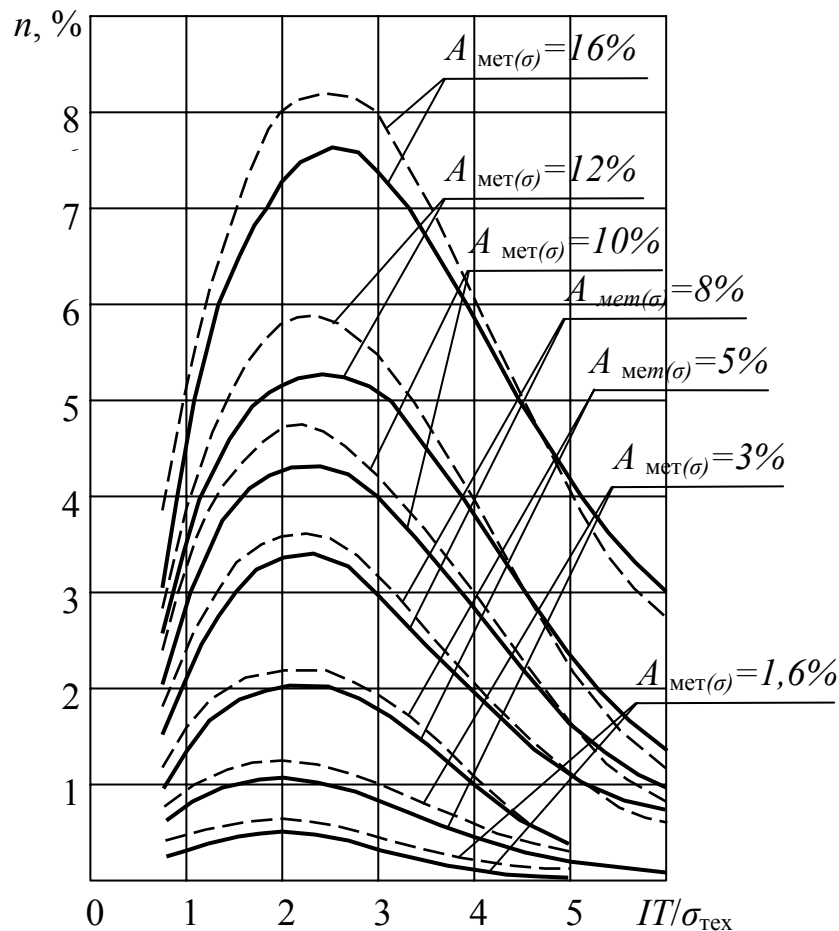


Рисунок 6.3 – Криві для визначення числа неправильно забракованих деталей

Число неправильно прийнятих m і неправильно забракованих n виробів, а також розмір c виходу визначають імовірнісним розрахунком; вони залежать від законів розподілу погрішностей виготовлення і вимірювання.

Параметри m , n і c дані при симетричному положенні допуску щодо центра групування розмірів контрольованих деталей. По осі абсцис зазначена відносна точність виготовлення виробів, виражена як відношення допуску виготовлення IT к середньому квадратичному відхиленню погрішності виготовлення $\sigma_{\text{тех}}$. Параметри m , n і c на графіках визначені з довірчою ймовірністю 0,9973.

Кожна крива графіків відповідає певному значенню відносної погрішності виміру.

При визначенні параметрів m , n і c рекомендується приймати $A_{\text{мет}(\sigma)} = 16\%$ для квалітетів 2-7; $A_{\text{мет}(\sigma)} = 12\%$ – для квалітетів 8, 9 та $A_{\text{мет}(\sigma)} = 10\%$ – для 10-го квалітету і грубіше.

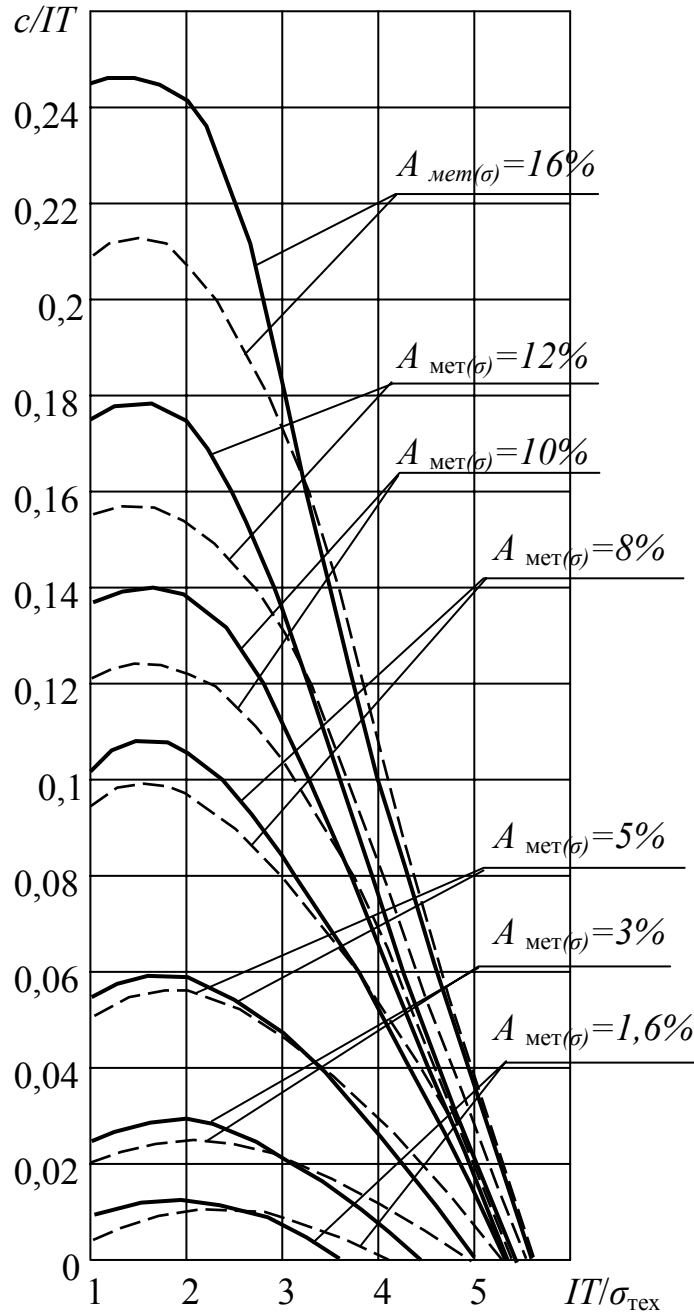


Рисунок 6.4 – Величина виходу розмірів неправильно прийнятих деталей за межу поля допуску

Межі припустимих погрішностей вимірювань можуть бути збільшені тільки у двох випадках: а) коли зменшений допуск виробу в порівнянні з нормованим (тобто коли вводять виробничий допуск), що дає можливість використати менш точні вимірювальні засоби; б) при поділі виробів на розмірні групи для селективної зборки.

Якщо за умовами роботи виробу вплив погрішностей виміру визнається припустимим, то залишають обраний допуск і цим встановлюють, що приймальними границями будуть граничні розміри виробу. Якщо конструктор визнає вплив погрішності виміру істотним і неприпустимим, то існує два способи зменшення цього впливу: по-перше, можна вибрати інший квалітет або інше поле допуску, при яких вплив погрішності вимірювання буде припустимим; по-друге, можна ввести виробничий допуск, коли приймальні границі зміщуються в середину поля допуску (відбувається зменшення допуску на виготовлення). Перший спосіб є кращим.

Приклад виконання завдання

Виходячи з експлуатаційних вимог, вал повинен бути виготовлений діаметром $100h6$. Вибрати необхідний засіб вимірювання та визначити можливу кількість неправильно прийнятих і неправильно забракованих деталей.

Рішення.

Знаходимо по довіднику граничні відхилення для вала з таким номінальним діаметром і полем допуску ($es = 0$; $ei = -0,022$ мм). Визначаємо величину допуску розміру

$$Td = es - ei = 0 - (-0,022) = 0,022 \text{ мм.}$$

По табл. 6.2 встановлюємо, що припустима погрішність виміру для цього вала дорівнює $0,006$ мм.

По табл. 6.1 і за графіком на рис. 6.1 встановлюємо, що для контролю вала $100h6$ при припустимій погрішності виміру $0,006$ мм найбільш доцільно скористатися мікрометром з ціною поділки $0,01$ мм.

Для 6-го квалітету приймаємо $A_{\text{мет}(\sigma)} = 16\%$.

За заданим значенням $\sigma_{\text{тех}}$ визначаємо відносну точність виготовлення виробу

$$\frac{IT}{\sigma_{\text{ТЕХ}}} = \frac{0,022}{0,010} = 2,2.$$

Для даного значення $A_{мет(\sigma)}$ при невідомому законі розподілу контрольованого розміру (приймається закон рівної ймовірності) по графіках на рис. 6.2, рис. 6.3 і рис. 6.4 знаходимо, що $m = 5,0\%$, $n=8,2\%$ і $c = 0,208IT = 4,6$ мкм.

Отже, серед придатних деталей може виявитися до 5 % неправильно прийнятих деталей з граничними відхиленнями $+0,0046$ мм та $-0,0266$ мм.

Контрольні питання

1. Що називають засобом вимірювання?
2. На чому ґрунтується вибір точності вимірювального засобу залежно від допуску?
3. Як вибирають засіб вимірювання?
4. Поясніть правила підбору універсальних засобів вимірювання за допомогою рис. 6.1.
5. Які засоби вимірювання застосовують в умовах виробництва:
а) масового і крупносерійного; б) одиничного і дрібносерійного?
6. У яких випадках застосовують точні вимірювальні інструменти і прилади в масовому виробництві?

Практична робота 7

ПОВІРКА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Мета роботи – закріпити знання і одержати практичні навички перевірки метрологічних характеристик вимірювальних засобів.

Завдання

1. Ознайомитися зі структурою та змістом державної повірочної схеми для засобів вимірювань довжини.
2. Визначити величину зниження точності при передачі розмірів від еталонів до робочих засобів вимірювань.
3. Виконати перевірку гладкого мікрометра.

Короткі теоретичні відомості

Технічні засоби, що мають нормовані метрологічні властивості називаються *засобами вимірювань*. До них належать наступні.

Еталони одиниць фізичних величин — засоби вимірювань або комплекси засобів вимірювань, офіційно затверджені еталонами для відтворення одиниць фізичних величин з найвищою досяжною точністю, а також їхнього зберігання.

Міри — засоби вимірювань, призначені для відтворення фізичної величини заданого розміру. До мір належать плоскопаралельні кінцеві міри довжини, гирі, конденсатори постійної ємності і т.п.

Зразкові засоби вимірів — це міри, вимірювальні прилади або перетворювачі, затверджені в якості зразкових. Вони служать для контролю нижчестоящих за перевіркою схемою вимірювальних засобів, у той же час їх періодично перевіряють по еталонах. Точність зразкових засобів вимірювань має велике значення для забезпечення єдності вимірів.

Робочі засоби вимірювань — це міри, пристрої або прилади, застосовувані для вимірювань, не пов'язаних з передачею одиниці фізичної величини.

До робочих засобів вимірювань належить гладкий мікрометр, загальний вид якого показаний на рис. 7.1.

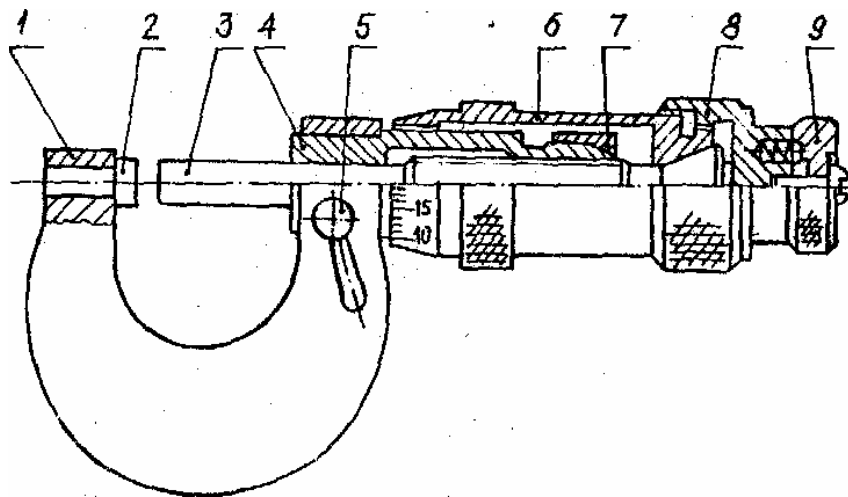


Рисунок 7.1 — Схема гладкого мікрометра: 1 — скоба; 2 — вимірювальна п'ята; 3 — рухомий вимірювальний стрижень; 4 — стебло; 5 — затискач; 6 — барабан; 7 — контргайка; 8 — гайка; 9 — фрикціон

Відліковий пристрій мікрометра (рис. 7.2) складається з двох шкал: поздовжньої, нанесеної на стебло 4, і кругової 5 на барабані 6. Скошений край барабана служить показчиком поздовжньої шкали, а штрих 2 – показчиком кругової шкали.

Шкала на стеблі складається із двох шкал 1 і 3 з ціною поділки 1 мм, нанесених по обох сторонах штриха 2 і зміщених по відношенню одна до одної на половину поділки. Якщо з торця барабану видно риску нижньої шкали, то результат відліку відповідає цілому числу міліметрів. Якщо ж з торця барабану видно риску верхньої шкали, то до цілого числа додається 0,5 мм.

Крок мікрогвинта дорівнює 0,5 мм, тобто одному обороту барабана відповідає лінійне переміщення, рівне 0,5 мм. Оскільки шкала на барабані має 50 поділок, то її ціна поділки дорівнює $0,5/50 = 0,01$ мм.

Показання на відліковому пристрої, що наведений на рис. 7.2, складають 11,865 мм.

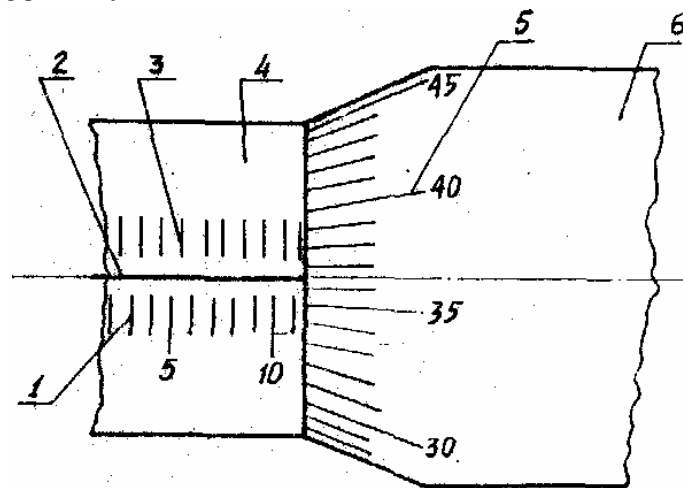


Рисунок 7.2 – Схема відлікового пристрою мікрометра

Для контролю точних процесів виробництва і підвищення якості машин та інших виробів необхідно систематично перевіряти засоби вимірювань в процесі експлуатації. Помилкові результати виміру через неякісне виконання вимірів настільки ж часті, як і при застосуванні неточних засобів вимірювань. Як в одному, так і в іншому випадку виникає невиявлений брак, що приводить до браку на наступних етапах процесу виробництва або до зниження якості виробів.

Залежно від меж припустимих похибок засобів вимірювань, а також інших їхніх властивостей, що впливають на точність виміру, багатьом типам вимірювальних засобів привласнюють відповідні *класи точності*.

З метою контролю метрологічних характеристик засобів вимірювань проводять їх повірку.

Для засобів вимірювальної техніки, які підлягають повірці відповідно до ДСТУ 2708-99 встановлено такі види повірки: *первинна, періодична, позачергова, інспекційна та експертна*.

Первинній повірці підлягають засоби вимірювальної техніки під час випуску з виробництва і ремонту. У разі потреби, первинну повірку проводять також під час уведення засобів вимірювальної техніки в експлуатацію. Первинній повірці перед уведенням в експлуатацію підлягають також засоби вимірювальної техніки, що ввозять із-за кордону партіями, типи яких занесено до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, якщо не визнано результати повірки, проведеної в іноземних державах, відповідно до зазначеного порядку.

Періодичній повірці підлягають засоби вимірювальної техніки, які перебувають в експлуатації, в тому числі ті, які видають напрокат.

Позачергову повірку проводять до закінчення міжповірочного інтервалу.

Інспекційну повірку проводять під час здійснення державного метрологічного нагляду, щоб перевірити придатність засобів вимірювальної техніки до застосування.

Експертну повірку проводять у разі виникнення спірних питань щодо метрологічних характеристик, придатності до застосування і правильності експлуатації засобів вимірювальної техніки.

Передача розмірів одиниці фізичної величини від еталона до робочих засобів вимірювань виконується відповідно до *повірочної схеми*, що встановлює засоби, методи та точність передачі одиниці розміру.

Точність вимірювальних засобів знижується в 1,6-3 рази з переходом на один щабель від більш точних засобів до менш точних за повірочною схемою.

Для передачі розміру від робочого еталона одиниці довжини до робочих засобів вимірювань використовують міри довжини.

Міри довжини з конструктивними ознаками ділять на штрихові і кінцеві.

Штрихові міри довжини використовують як еталони, зразкові робочі штрихові міри, у вигляді шкал вимірювальних приладів, а також в інструментах, призначених для грубих вимірів (вимірювальні лінійки, рулетки та ін.).

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини становлять основу сучасних лінійних вимірів у машинобудуванні. Їх застосовують для передачі розміру, широко використовують у лабораторній і цеховій практиці лінійних вимірів; застосовують для установки вимірювальних інструментів і приладів на нуль, для перевірки точності і градування вимірювальних інструментів і приладів, а також для особливо точних розмічальних робіт та налаштування верстатів і т.д.

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини являють собою бруски із загартованої сталі або твердого сплаву, що мають форму прямокутних паралелепіпедів. За довжину кінцевої міри (у будь-якій точці) приймають довжину перпендикуляра, опущеного із точки вимірювальної поверхні міри на протилежну вимірювальну поверхню. Кінцеві міри випускають наборами, що складаються з 112, 83 шт. та ін. Вони дозволяють скласти блок з мінімального числа мір (4-5 шт.) з дискретністю 1 мкм.

Кінцеві міри мають здатність *притиратися* (зчіплюватися) при насуванні однієї на іншу. Завдяки цій здатності, їх можна збирати в блоки різних розмірів (рис. 6.3). Притираємість і висока точність – головні властивості кінцевих мір, що визначають їхню цінність як вимірювальних засобів. Притираємість мір базується на їхньому молекулярному зчепленні, коли вони покриті найтоншою плівкою змащувальної рідини (товщина плівки не перевищує 0,02 мкм, що практично не впливає на точність розміру отриманого блоку кінцевих мір).

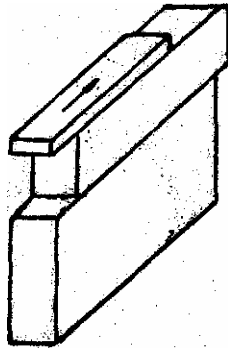


Рисунок 7.3 – Набір КМД у блок

На кожній кінцевій мірі гравірують її номінальний розмір. На мірах розміром до 5,5 мм номінальний розмір наносять на одній з вимірювальних поверхонь, на мірах розміром понад 5,5 мм – на бічній неробочій поверхні.

Міри за точністю виготовлення ділять на чотири класи: 0, 1, 2 і 3 (ГОСТ 9038-73). Для мір, що перебувають в експлуатації, передбачений додатково 4-й і 5-й класи (ГОСТ 8.166-75). Залежно від граничної похибки атестації розмірів мір їх ділять на п'ять розрядів: з 1-го по 5-й. В атестаті вказують номінальний розмір кінцевої міри, відхилення від номінального розміру в мікрометрах і розряд, до якого віднесений набір мір, що перевіряються. При користуванні атестованими мірами за розмір кожної з них приймають дійсний розмір, зазначений в атестаті. У цьому випадку відхилення розміру мір не будуть впливати на точність виміру незалежно від їхньої приналежності до того або іншого класу точності.

Застосування мір по розрядах з обліком їхніх дійсних розмірів дозволяє робити більш точні виміри. Кінцеві міри, що перебувають в експлуатації, періодично перевіряються. Результати перевірки дозволяють вносити корекцію розміру блоку КМД з урахуванням їх зношування в наслідок періодичних притирань. Середньостатистичні результати періодичних перевірок КМД наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Середньостатистичні результати періодичних переві-

рок

Номинальний розмір, мм	Відхилення, мкм	Номинальний розмір, мм	Відхилення, мкм	Номинальний розмір, мм	Відхилення, мкм
0,5	-0,4	1,36	-0,1	11,5	-0,4
1,0	-0,1	1,37	-1,0	12	-0,4
1,005	-0,2	1,38	-0,3	12,5	0,0
1,01	0,1	1,39	-0,2	13	0,0
1,02	-0,5	1,40	-0,1	13,5	0,0
1,03	0,0	1,41	-0,4	14	0,0
1,04	-0,5	1,42	-0,2	14,5	0,0
1,05	-0,3	1,43	-0,6	15	0,8
1,06	-0,3	1,44	-0,3	15,5	0,0
1,07	-0,2	1,45	-0,2	16	0,0
1,08	0,1	1,46	-0,4	16,5	0,0
1,09	-0,1	1,47	-0,7	17	0,0
1,1	0,0	1,48	-1,4	17,5	0,0
1,11	-0,2	1,49	-1,3	18	0,0
1,12	-0,3	1,50	-0,6	18,5	0,0
1,13	-0,2	1,6	0,2	19	0,0
1,14	0,0	1,7	0,0	19,5	0,0
1,15	0,1	1,8	-0,1	20	-1,4
1,16	-0,2	1,9	0,0	20,5	0,0
1,17	-0,1	2	-0,9	21	0,0
1,18	-0,3	2,5	-1,0	21,5	0,0
1,19	-0,1	3	-0,3	22	0,0
1,20	-0,9	3,5	-0,9	22,5	0,0
1,21	0,0	4	-2,1	23	0,0
1,22	-0,1	4,5	-0,6	23,5	0,0
1,23	-0,1	5	-1,7	24	0,0
1,24	-0,0	5,5	-0,8	24,5	0,0
1,25	0,3	6	-1,2	25	0,0
1,26	-0,2	6,5	-1,0	30	-2,3
1,27	-0,1	7	-0,9	40	-0,5
1,28	-0,2	7,5	-1,3	50	-0,6
1,29	-0,1	8	-0,9	60	-0,6
1,3	-0,2	8,5	-1,1	70	-0,1
1,31	-0,1	9	-1,3	75	0,0
1,32	0,2	9,5	-0,4	80	0,3
1,33	-0,2	10	-3,2	90	1,0
1,34	-0,1	10,5	0,0	100	-0,1
1,35	-0,7	11	0,0	0	0

Для одержання блоку з найменшого числа плиток керуються наступним правилом: спочатку беруть міру, що включає число з останнім знаком даного розміру, потім з передостаннім і т.д. Після цього із цілої частини розміру віднімають суму міліметрів, що входить у блок набраних мір при складанні дробової частини, і беруть відповідну міру цілих міліметрів. Наприклад, потрібно скласти блок 71,875 мм. Набирають блок, що включає дробові частини міліметрів. Він складається з плиток: 1,005 мм, 1,37 мм та 9,5 мм. Розмір цих мір складе 11,875. Товщина останньої міри дорівнює $71,875 - 11,875 = 60$ мм.

Перевірка показань мікрометра при перевірці виконується в різних точках шкали (табл. 7.2) шляхом порівняння показань із розмірами кінцевих мір 5-го розряду або 2-го класу точності.

Таблиця 7.2 – Рекомендовані точки для перевірки мікрометра

Верхня межа виміру мікрометра, мм	Значення розміру				
	1	2	3	4	5
5	1,12	2,24	3,36	4,5	5,0
10	2,12	4,25	6,36	8,5	10,0
25	5,12	10,24	15,30	21,5	25,0
Понад 25	A+5,12	A+10,24	A+15,30	A+21,5	A+25

Примітка. А – це нижня межа виміру мікрометра

Найбільша різниця показань мікрометра й розмірів відповідних блоків кінцевих мір складе погрішність показань мікрометра. Їхні значення, що допускають, наведені в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Допустимі значення погрішності мікрометра

Верхня межа виміру мікрометра, мм	Допустима похибка, мм	
	1-й клас	2-й клас
Від 0 до 100	±0,004	±0,008
Більше 100 до 200	±0,005	±0,010
Більше 200 до 300	±0,006	±0,012

Приклад виконання завдання

Перевіряємо установку мікрометра на нуль (з межею виміру 0-25 мм). Для цього необхідно, плавно обертаючи мікрометричний гвинт за насічку втулки фрикційного механізму, привести в зіткнення вимірювальні поверхні торців мікрогвинта і п'яти. Обертання продовжуємо доти, поки храповий механізм не почне повертатися.

Для перевірки нуля в мікрометрів з нижньою межею вимірювання, відмінною від нуля, між торцевими поверхнями п'яти і мікрогвинта необхідно встановлювати міру або блок кінцевих мір розміром, рівним нижній межі вимірювання мікрометра.

При зіткненні вимірювальної поверхні мікрогвинта з п'ятою (або поверхнею блоку) нульовий штрих шкали, нанесений на конусну частину барабана, повинен перебувати проти поздовжнього штриха стебла. Якщо ця умова не виконується, необхідно змінити положення барабана на мікрогвинті. З цією метою, закріпивши мікрогвинт стопорним пристроєм і, притримуючи лівою рукою барабан за виступ з накаткою, правою відвернути гайку. Потім встановити шкалу на нуль і затягнути гайку.

Виконуємо перевірку мікрометра в точках, зазначених у таблиці 6.2. Для цього розміри, що рекомендують у табл. 7.2, послідовно збираємо з кінцевих мір і, затиснувши останні за допомогою храповика, визначаємо показання мікрометра з точністю до тисячних часток міліметра. Результати перевірки мікрометра зводимо в таблицю 7.4.

Таблиця 7.4 – Результати перевірки гладкого мікрометра

Розмір блоку КМД, мм	Розмір КМД, що входять у блок, мм	Розмір блоку по атестаті, мм	Показання мікрометра, мм	Похибка показань, мм
5,12	1,02; 1,1; 3,0	5,1192	5,124	- 0,0048
10,24	1,04; 1,2; 8,0	10,2377	10,239	- 0,0013
15,30	1,3; 4,0; 10,0	15,2945	15,302	- 0,0075
21,5	1,5; 20	21,4980	21,498	0
25,0	25	25	25,002	- 0,002

Порівнюємо похибку мікрометра, визначену для кожного розміру з похибкою, що допускається (табл. 7.3). Результати перевірки показали, що для трьох розмірів дійсна похибка показань мікрометра менше похибки, що допускається по першому класу, а для двох розмірів дійсна похибка показань мікрометра менше похибки, що допускається по другому класу. Таким чином, точність мікрометра відповідає другому класу.

Контрольні питання

1. Що називають виміром?
2. Що називають еталоном одиниці виміру?
3. Що називають зразковими засобами виміру?
4. Що таке повірочна схема?
5. Як змінюється точність вимірювальних засобів при передачі розміру по метрологічному ланцюжку?
6. Будова і принцип дії гладкого мікрометра.
7. Як визначити погрішність показань мікрометра?

Практична робота 8

СКЛАДЕННЯ КАРТИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Мета роботи – ознайомитися з видами контрольних карт, їх призначенням, методикою розрахунку контрольних границь, побудови та аналізу.

Завдання

1. Виберіть підходящі типи контрольних карт для керування наступними показниками якості.
 - 1) Вага пакетів з харчовими продуктами;
 - 2) Число дефектів в 1000 деталях;
 - 3) Число дефектів пайки в радіоприймачі;

- 4) Вихід хімічного продукту в партії;
- 5) Відсоток дефектів у партії, обсяг якої може мінятися;
- 6) Міцність п'яти зразків, що відбирають щодня;
- 7) Число подряпин на 1 м² сталевого листа.

2. Для дослідження характеру варіації процесу обробки деякої деталі, її розмір визначається 4 рази в день: в 9,11,14 й 16 годин (див. табл. 8.1). Побудуйте (\bar{x} - R)-карту і проаналізуйте стан цього процесу.

3. За даними таблиці 8.2 побудуйте pn -карту. Виконайте аналіз контрольної карти.

Таблиця 8.1 – Дані для (\bar{x} - R)-карти

№ п/п	Дата	Час, ч			
		9	11	14	16
1	2	3	4	5	6
1	Листопад 2	52.5	52.9	52.9	53.5
2	3	53.0	52.8	53.5	52.4
3	4	52.8	52.9	52.7	52.8
4	5	52.9	52.9	52.9	52.9
5	6	52.8	52.9	52.7	53.1
6	9	52.6	53.4	53.1	53.3
7	10	53.5	53.6	52.8	52.7
8	11	53.1	53.3	53.5	53.0
9	12	53.4	53.1	53.1	53.1
10	13	53.2	53.4	53.1	52.9
11	16	53.4	53.0	53.9	53.1
12	17	52.8	52.9	53.2	53.2
13	18	53.2	53.3	52.9	53.1
14	19	53.5	52.9	54.0	53.9
15	20	54.3	53.6	53.6	53.8
16	23	53.2	53.3	54.0	53.7
17	24	53.8	54.0	53.8	53.8
18	25	53.1	53.6	53.7	53.8
19	26	53.7	53.8	53.0	53.5
20	27	53.3	53.1	53.6	53.0
21	30	53.3	53.7	53.3	53.8
22	Грудень 1	53.1	53.1	53.2	53.1
23	2	53.6	53.4	53.2	53.0
24	3	53.4	53.7	53.0	53.2
25	4	53.3	53.2	53.5	53.4

4. Два типи деталей A і B відбираються випадково та з'єднуються. У таблиці 8.3 представлені вимірювані значення для кожної деталі перед складанням. Знайдіть дисперсії A і B . Знайдіть значення $(A + B)$ для кожного з'єднання і підрахуйте дисперсію. Зробіть те ж саме для $(A - B)$.

Таблиця 8.2 – Дані для pn -карти

Номер підгрупи	Об'єм підгрупи, n	pn (число дефектних виробів)	Номер підгрупи	Об'єм підгрупи, n	pn (число дефектних виробів)
1	100	4	14	100	0
2	100	2	15	100	2
3	100	0	16	100	3
4	100	5	17	100	1
5	100	3	18	100	6
6	100	2	19	100	1
7	100	4	20	100	3
8	100	3	21	100	3
9	100	2	22	100	2
10	100	6	23	100	0
11	100	1	24	100	7
12	100	4	25	100	3
13	100	1			

Таблиця 8.3 – Дані для розрахунку дисперсії

№ з'єднання	A	B	№ з'єднання	A	B
1	6,95	5,40	6	7,70	3,90
2	6,75	4,45	7	6,85	4,25
3	7,25	4,65	8	7,50	3,95
4	6,50	4,55	9	7,05	4,80
5	7,95	4,95	10	7,90	4,90

Короткі теоретичні відомості

Надання отриманих даних у вигляді графіка в порядку їх надходження в ході технологічного процесу у хронологічній послідовності дозволяє з першого погляду оцінити зміни, які відбувалися за цей період. Таким чином, графік відбиває динаміку процесу. Такий графік називається контрольною картою.

Контрольна карта дозволяє здійснювати оцінку керованості діючого процесу. У випадку керованості процесу – оцінку його відтворюваності. У випадку статистично некерованого процесу здійснювати проведення коригувального впливу і перевірку ефективності вжитих заходів.

Для кожного типу контрольних карт існують дві різні ситуації:

- коли стандартні значення задані;
- коли стандартні значення не задані.

Стандартні значення – це певні спеціальні вимоги або цільові значення, встановлені для відповідних параметрів процесу.

Залежно від статистичних показників, на основі яких будують контрольні карти, розглядають наступні їхні види:

– контрольні карти для кількісних змінних:

- 1) карта контролю середніх значень і розмахів $\bar{x} - R$;
- 2) карта контролю середніх значень і середньоквадратичних відхилень $\bar{x} - S$;
- 3) карта контролю медіан і розмахів $Me - R$;
- 4) карта індивідуальних значень x ;

– контрольні карти для альтернативних змінних:

- 1) np - карта контролю числа несправних виробів у вибірці;
- 2) p - карта контролю частки несправних виробів у вибірці;
- 3) c - карта контролю числа невідповідностей у вибірці;
- 4) u - карта контролю числа невідповідностей на один виріб у вибірці.

Кількісні дані представляють результати спостережень, отримані виміром показника якості, який може мати для кожної одиниці продукції в спостережуваній підгрупі необмежену кількість можливих значень у певному інтервалі.

8.1 Контрольні карти для кількісних змінних

Такі карти будуються по вимірах таких показників як вага, довжина, розмір, час, температура і т.д. Вони більш інформативні і дають можливість відслідковувати стабільність центру розподілу значень показника процесу і його варіації.

Звичайно використовують не одну карту, а пари карт, побудованих на основі одного масиву даних, що дає можливість одночасно оцінити стан і варіацію процесу.

Карта контролю середніх значень і розмахів $\bar{x} - R$ це найбільш часто використовуваний тип карт. Це пов'язане з відносною простотою визначення середнього арифметичного значення і розмахів.

Створюється карта в наступній послідовності. При відсутності стандартних значень параметрів процесу спочатку розробляють R -частину, а потім, оскільки границі для карти середніх значень визначаються на основі розмахів варіації, карту середніх.

Для кожної підгрупи оцінюють розмах її варіації R_i . Потім знаходять середній розмах варіації для всіх підгруп

$$\bar{R} = \sum R / k, \quad (8.1)$$

де k – число груп (зазвичай 20-25)

Середня лінія визначається як загальна середня всіх розмахів

$$ГР_{сер} = \bar{R}. \quad (8.2)$$

Верхня і нижня контрольні границі для контрольної карти розмахів

$$ГР_в (R) = \bar{R} + 3\sigma_R,$$

$$ГР_н (R) = \bar{R} - 3\sigma_R.$$

Між вибірковими розмахами і стандартним відхиленням нормального розподілу існує залежність, яка має назву відносного розмаху. Параметри розподілу цієї випадкової змінної $W = R/\sigma$ визначаються обсягом вибірки n . Середнім значенням цієї змінної є величина d_2 , а середнім квадратичним відхиленням d_3 .

Між середнім розмахом варіації, його середнім квадратичним відхиленням і середнім квадратичним відхиленням процесу, з якого взяті вибіркові дані, існує залежність

$$\bar{R} = d_2 \sigma,$$

$$\sigma_R = d_3 \sigma,$$

де d_2 і d_3 – константи, що залежать тільки від обсягу вибірки, тоді

$$ГР_е (R) = d_2\sigma + 3d_3\sigma = d_2\sigma\left(1 + 3\frac{d_3}{d_2}\right) = \bar{R}\left(1 + 3\frac{d_3}{d_2}\right),$$

$$ГР_н (R) = \bar{R}\left(1 - 3\frac{d_3}{d_2}\right).$$

Прийнявши $D_3 = \left(1 - 3\frac{d_3}{d_2}\right)$, $D_4 = \left(1 + 3\frac{d_3}{d_2}\right)$, одержимо

$$ГР_е (R) = D_4\bar{R}, \quad (8.3)$$

$$ГР_н (R) = D_3\bar{R}, \quad (8.4)$$

де D_3, D_4 – константи, що залежать тільки від обсягу вибірки n .

Далі розробляють \bar{x} - частину карти. Для кожної вибіркової підгрупи знаходять середні значення \bar{x} , на основі яких визначають загальну середню $\bar{\bar{x}}$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k}, \quad (8.5)$$

де k – кількість вибірових підгруп.

Границі регулювання і центральна лінія визначаються як

$$\begin{aligned} ГР_{сер}(\bar{x}) &= \bar{\bar{x}}, \\ ГР_е(\bar{x}) &= \bar{\bar{x}} + 3\sigma_{\bar{x}}, \\ ГР_н(\bar{x}) &= \bar{\bar{x}} - 3\sigma_{\bar{x}}. \end{aligned} \quad (8.6)$$

Середньоквадратичне значення вибірових спостережень оцінюється через вибірові розмах і варіації

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{\bar{R}/d_2}{\sqrt{n}}.$$

Якщо прийmemo $A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$, то тоді границі регулювання можна виразити через константу A_2 і середні вибірові розмахи

$$ГР_в(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}, \quad (8.7)$$

$$ГР_н(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}. \quad (8.8)$$

Іноді існує можливість визначення стандартних значень для середньої величини показника процесу і його стандартного відхилення. Ці значення використовуються для створення контрольних карт без одержання попередніх даних. Допустимо, що існують стандартно встановлені величини для генерального середнього μ і генерального стандартного відхилення σ . Тоді параметри карти середніх значень розраховуються

$$ГР_в = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$ГР_{сеп} = \mu$$

$$ГР_н = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Прийнявши $3/\sqrt{n} = A$ – множник, який визначається тільки обсягом вибірки n , отримаємо

$$ГР_в = \mu + A\sigma$$

$$ГР_{сеп} = \mu \quad (8.9)$$

$$ГР_н = \mu - A\sigma$$

Для створення карти розмахів R зі стандартними значеннями згадаємо, що $\sigma = \bar{R}/d_2$, а середнє квадратичне відхилення цього розподілу $\sigma_R = d_3\sigma$, то формули карти розмахів зі стандартними значеннями

$$ГР_в = d_2 + 3 d_3 \sigma,$$

$$ГР_{сеп} = d_2 \cdot \sigma, \quad (8.10)$$

$$ГР_н = d_2 - 3 d_3 \sigma.$$

Прийнявши $D_1 = d_2 - 3 d_3 \sigma$, $D_2 = d_2 + 3 d_3 \sigma$, одержимо

$$ГР_в = D_2 \sigma, \quad (8.11)$$

$$GP_n = D_1 \sigma . \quad (8.12)$$

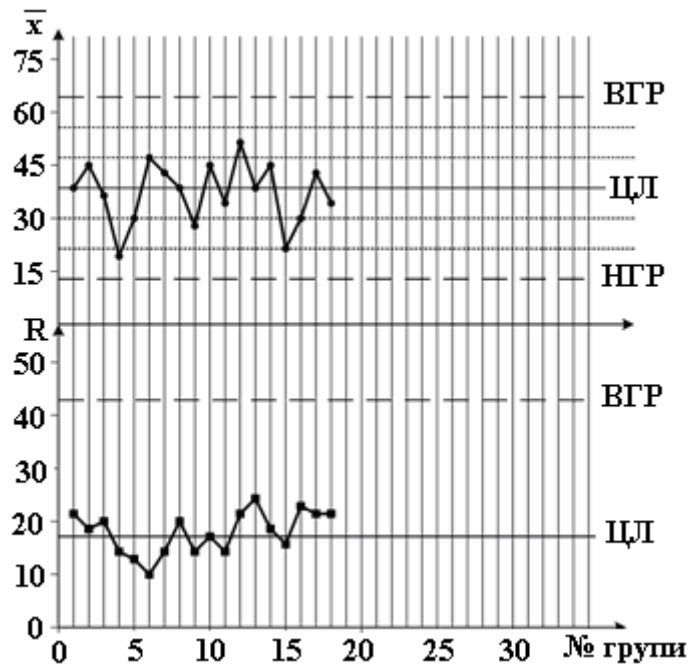


Рисунок 8.1 – Приклад контрольної карти

Карта контролю середніх значень і середньоквадратичних відхилень $\bar{x} - S$, незважаючи на більшу складність розрахунків, є особливо ефективною, якщо обсяг окремих вибірок становить 10-12 виробів або більше, або якщо обсяг змінюється від вибірки до вибірки.

Контрольна карта $\bar{x} - S$ створюється в тій же послідовності, що і $\bar{x} - R$ карта.

Спочатку для кожної підгрупи знаходимо вибіркоче середнє квадратичне відхилення S_i . Воно визначається як

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} . \quad (8.13)$$

На його основі визначимо загальне середнє квадратичне відхилення

$$\bar{S} = \frac{\sum S_i}{k}, \quad (8.14)$$

де k – число отриманих вибірок.

Середнє квадратичне відхилення процесу можна виразити як $\sigma = \bar{S}/c_4$, де c_4 – константа, що залежить від обсягу вибірки n .

Контрольні границі карти середніх квадратичних відхилень устанавлюються як $\bar{S} \pm 3\sigma_S$.

Середнє квадратичне відхилення процесу, оцінене через середні квадратичні відхилення вибірок, $\sigma_S = \sigma\sqrt{1-c_4}$, тоді

$$GP_e = \bar{S} + 3\sigma\sqrt{1-c_4} = \bar{S} + \frac{3\bar{S}\sqrt{1-c_4}}{c_4} = \bar{S}\left(1 + \frac{3\sqrt{1-c_4}}{c_4}\right),$$

$$GP_n = \bar{S}\left(1 - \frac{3\sqrt{1-c_4}}{c_4}\right).$$

Прийmemo, $\left(1 - \frac{3\sqrt{1-c_4}}{c_4}\right) = B_3$; $\left(1 + \frac{3\sqrt{1-c_4}}{c_4}\right) = B_4$.

Тоді границі регулювання для карти середньоквадратичних відхилень будуть

$$GP_e(S) = B_4 S, \quad (8.15)$$

$$GP_n(S) = B_3 S. \quad (8.16)$$

У свою чергу для \bar{x} - частини контрольної карти має розташування границь регулювання на відстані $\bar{x} \pm 3\sigma/\sqrt{n}$.

Якщо $\sigma = \frac{\bar{S}}{c_4}$, то границі регулювання визначаються як

$$\bar{x} \pm 3\frac{\bar{S}}{c_4\sqrt{n}}.$$

Прийmemo $A_3 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}}$, формули для границь регулювання

$$GP_e(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + A_3 S, \quad (8.17)$$

$$GP_n(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} - A_3 S. \quad (8.18)$$

Значення A_3 залежать тільки від обсягу вибірки n і можуть бути визначені по табл. 8.1.

Карта контролю медіан і розмахів $Me - R$ була розроблена і впроваджена з метою спрощення розрахунків при визначенні стабільності процесу. Замість розрахунків середньої для кожної вибірки визначається її медіана.

R - частина контрольної карти обчислюється аналогічно $\bar{x} - R$ карті. Якщо варіація процесу є стабільною, її оцінку можна використовувати для створення карти медіан.

Спочатку для кожної вибірки визначають медіану. Потім знаходять загальну медіану для всіх підгруп як середню з вибірових медіан

$$\bar{Me} = \frac{\sum Me}{k}, \quad (8.19)$$

де k – число вибірових підгруп.

Вона і буде прийнята в якості центральної лінії контрольної карти

$$GP_{сер} = \bar{Me} = \frac{\sum Me}{K}. \quad (8.20)$$

Середнє квадратичне відхилення для вибірових медіан становить $\sigma_{Me} = \frac{A_4}{3} \bar{R}$, тоді границі регулювання для карти медіан визначаються

$$GP_e(Me) = \bar{\bar{Me}} + A_4 \bar{R}, \quad (8.21)$$

$$GP_n (Me) = \overline{Me} - A_4 \overline{R} . \quad (8.22)$$

Значення константи A_4 одержують із таблиць констант для контрольних карт (табл.8.4).

8.2 Контрольні карти для альтернативних змінних

Контрольні карти для атрибутивних ознак створюються для процесів, кількісну характеристику яким можна дати шляхом підрахунку числа об'єктів у загальній сукупності, що відповідає певним умовам. Поширеною характеристикою є частка дефектних виробів у (p – карта) у партії виготовленої продукції.

Контрольна карта частки невідповідностей для певного процесу створюється на основі загальної середньої частки невідповідних виробів, яка ухвалюється в якості центральної лінії контрольної карти

$$GP_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k n_i} = \overline{p} , \quad (8.23)$$

де d – кількість дефектних виробів у партії i ;

n – обсяг партії i ;

k – кількість досліджених партій виробів.

Таким чином, середня частка невідповідних виробів визначається як відношення загальної кількості невідповідних виробів до загальної кількості перевірених виробів.

Оскільки дисперсія якісного показника визначається як $\sigma^2 = \overline{p}(1 - \overline{p})$, то середнє квадратичне відхилення процесу оцінюється $\sigma = \sqrt{\overline{p}(1 - \overline{p})}$ і для вибірки обсягом n одиниць, вибіркове стандартне відхилення розраховується як

$$\sigma = \sqrt{\frac{\overline{p}(1 - \overline{p})}{n}} .$$

Границі регулювання для контрольної карти частки встановлюються на відстані трьох середніх квадратичних відхилень процесу від центральної лінії і визначаються як

$$GP_v(p) = \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}, \quad (8.24)$$

$$GP_n(p) = \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}. \quad (8.25)$$

Цей підхід застосовується, коли всі вибірки мають однакову кількість одиниць, тобто для постійного обсягу. Треба відзначити, що обсяг вибірки повинен бути досить великим, оскільки тільки тоді можна встановити наявність дефектів, які зустрічаються дуже рідко.

Дуже часто кількість дефектів краще зрозуміти, якщо вони представлені як цілі числа, а не як частина від загального. Карта контролю числа дефектних виробів у вибірці (np – карта) – це карта, якій число np представляє кількість одиниць із певною характеристикою в підгрупі (наприклад, кількість невідповідних виробів). Традиційно, np -карти використовують, якщо обсяг вибірки постійний. Оскільки застосовують ті ж дані, що й для p -карт, тож вони є взаємозамінними і дають однакові висновки.

Середнє квадратичне відхилення процесу визначається як

$$\sigma = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}. \quad (8.26)$$

Границі регулювання і центральна лінія визначаються

$$\begin{aligned} GP_{сер} &= n\bar{p}, \\ GP_v &= n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}, \\ GP_n &= n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}. \end{aligned} \quad (8.27)$$

Якщо необхідно досліджувати не кількість дефектних виробів у партії продукції, а кількість дефектів на певну кількість одиниць, то необхідно використовувати c -карту і u -карту.

1.3 Побудова контрольної карти

Зібрані дані необхідно розділити на підгрупи за встановленою ознакою. Коли практично немає ознаки для поділу даних на підгрупи, необхідно ділити їх у порядку надходження. У більшості випадків обсяг групи береться в інтервалі від 2 до 10.

Обчислюються значення параметрів по яких буде контролюватися стан процесу.

Розраховуються границі регулювання для контрольних параметрів.

Наносять контрольні лінії на графік. Для цього наносять вертикальну вісь зі значеннями контрольних параметрів і горизонтальну вісь із номерами підгруп. Номера підгруп на горизонтальній осі розташовують із інтервалом в 2 - 5 мм. Розмічають верхню та нижню межі параметрів так, щоб між ними залишилося 20 - 30 мм. Наносять центральну лінію (суцільну), і контрольні межі (пунктирними лініями).

На графіку вказують значення контрольних параметрів для кожної підгрупи на одній і тій же вертикальній осі напроти відповідного номера підгрупи. Щоб легше було розрізняти значення параметрів, для їхньої вказівки на графіку вибирають різні знаки. Для тих значень, які виходять за межі використовують знаки у вигляді кола.

Таблиця 8.4 – **Значення коефіцієнтів**

Кількість спостережень в підгрупі (n)	Коефіцієнти для розрахунку контрольних границь							
	A_1	A_2	A_3	A_4	B_3	B_4	B_5	B_6
2	2,121	1,880	2,659	1,88	0,000	3,267	0,000	2,606
3	1,732	1,023	1,954	1,19	0,000	2,568	0,000	2,276
4	1,500	0,729	1,628	0,80	0,000	2,266	0,000	2,088
5	1,342	0,577	1,427	0,69	0,000	2,089	0,000	1,964
6	1,225	0,483	1,287	0,55	0,030	1,970	0,029	1,874
7	1,134	0,419	1,182	0,51	0,118	1,882	0,113	1,806
8	1,061	0,373	1,099	0,43	0,185	1,815	0,179	1,751
9	1,000	0,337	1,032	0,41	0,239	1,761	0,232	1,707
10	0,949	0,308	0,975	0,36	0,284	1,716	0,276	1,669

Продовження таблиці 8.4

Кількість спостережень в підгрупі (n)	Коефіцієнти для розрахунку контрольних границь				Коефіцієнти для розрахунку центральної лінії	
	D_1	D_2	D_3	D_4	C_4	d_2
2	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,128
3	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8886	1,693
4	0,000	4,696	0,000	2,282	0,9213	2,059
5	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	2,326
6	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	2,534
7	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	2,704
8	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	2,847
9	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	2,970
10	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	3,078

Після побудови карти необхідно записати необхідну інформацію: обсяг підгрупи (n) (у верхньому лівому куті карти), назва процесу та продукту, період часу, метод виміру, умови роботи, зміна і т.д.

Контрольні питання

1. Що таке контрольна карта?
2. Що таке варіація параметра?
3. Які види контрольних карт використовують для контролю стану технологічного процесу?
4. Що таке границі регулювання і як вони визначаються?
5. Як будуються контрольні карти?

Практична робота 9

СТАТИСТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗА КІЛЬКІСНОЮ ОЗНАКОЮ

Мета роботи – закріпити знання та одержати практичні навички з регулювання якості виробів у процесі виробництва.

Завдання

Для заданих значень параметрів миттєвих вибірок:

- 1) розрахувати границі регулювання технологічної операції;
- 2) побудувати контрольну карту регулювання;
- 3) виконати аналіз ходу технологічної операції;
- 4) зробити висновок про якість настроювання устаткування в початковий момент часу (по першій вибірці);
- 5) зробити висновок про стабільність настроювання (по всіх вибірках), про характер зміни рівня настроювання (лінійний, нелінійний, стрибкоподібний, постійний) і можливі причини його зміни;
- 6) визначити необхідність налаштування устаткування в аналізований період;
- 7) оцінити розсіювання контрольованого параметра в початковий момент і динаміку його зміни в часі;
- 8) розрахувати показники точності і стабільності технологічної операції;
- 9) розрахувати кількість можливого браку за результатами вибірок, порівняти його кількість із заданим.

Варіанти індивідуальних завдань наведені нижче. У всіх варіантах передбачено, що розподіл контрольованого параметра відповідає закону нормального розподілу (закону Гауса).

Варіант 1

Операція – зовнішнє точіння вала на прецизійному токарському автоматі. Контрольований показник якості – діаметр вала $50_{-0,082}^{-0,030}$ мм. $\bar{S} = 7,4 \cdot 10^{-3}$ мм; $\bar{R}_m = 18,1 \cdot 10^{-3}$ мм; $S_R = 4,8 \cdot 10^{-3}$ мм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і середньому квадратичному відхиленню (\bar{x} , S). Припустима сумарна частка браку – 1,0 %.

Таблиця 9.1 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-55	-54	-39	-43	-50	-54	-66	-55	-56	-49
2	-59	-75	-66	-61	-59	-60	-51	-51	-69	-56
3	-70	-64	-49	-60	-50	-64	-70	-50	-62	-72
4	-59	-64	-45	-52	-66	-65	-66	-67	-66	-55
5	-57	-76	-53	-55	-53	-63	-56	-66	-60	-63

Варіант 2

Операція – зовнішнє точіння гільзи на прецизійному токарському автоматі. Контрольований показник якості – діаметр гільзи $30^{+0,028}_{-0,012}$ мм. $\bar{S} = 4,9$ мкм; $\bar{R}_m = 11,9$ мкм; $S_R = 2,8$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і розмаху (\bar{x} , R). Припустима сумарна частка браку - 0,5 %.

Таблиця 9.2 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	8	12	10	6	8	6	16	6	5
2	8	6	-3	13	6	6	0	8	10	10
3	13	7	13	12	2	0	12	3	15	16
4	4	12	3	15	13	12	15	3	8	12
5	8	9	12	3	9	-2	4	7	3	12

Варіант 3

Задана кресленням твердість ресорних листів 370-430 НВ. Термічна обробка включає загартування та відпуск. $\bar{S} = 9,0$ НВ; $\bar{R}_m = 20,5$ НВ; $S_R = 3,4$ НВ. Метод регулювання – по середньому ари-

фметичному значенню і розмаху (\bar{x} , R). Припустима сумарна частка браку – 0,5 %.

Таблиця 9.3 – Дійсна твердість деталі (по Бринелю) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	409	406	393	415	415	401	406	395	388	409
2	388	412	388	412	415	393	388	401	388	393
3	393	398	404	398	415	417	398	401	412	393
4	390	404	404	398	404	404	393	388	404	390
5	404	388	404	398	398	398	409	415	401	406

Варіант 4

Операція – плоске шліфування. Контрольований показник – товщина пластини $4_{-0,110}^0$ мм. $\bar{S} = 17$ мкм; $\bar{R}_m = 41$ мкм; $S_R = 11,4$ мкм. Метод регулювання – по медіані і розмаху (Me , R). Припустима сумарна частка браку – 1,0 %.

Таблиця 9.4 – Дійсна товщина деталі (у мм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,43	4,45	4,47	4,42	4,44	4,45	4,43	4,42	4,44	4,46
2	4,45	4,44	4,45	4,43	4,42	4,44	4,43	4,44	4,44	4,41
3	4,43	4,44	4,43	4,46	4,47	4,44	4,46	4,44	4,46	4,44
4	4,42	4,45	4,43	4,47	4,44	4,43	4,45	4,48	4,46	4,45
5	4,46	4,42	4,44	4,44	4,45	4,45	4,47	4,43	4,47	4,45

Варіант 5

Операція – зовнішнє точіння. Контрольований показник якості діаметр вала $13_{-0,365}^{-0,075}$ мм. $\bar{S} = 39$ мкм; $\bar{R}_m = 84$ мкм; $S_R = 46$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і сере-

дньому квадратичному відхиленню (\bar{x} , S). Припустима сумарна частка браку – 1,5 %.

Таблиця 9.5 – Дійсні розміри вала (у мм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки						
	1	2	3	4	5	6	7
1	12,766	12,751	12,776	12,776	12,776	12,827	12,878
2	12,827	12,725	12,675	12,802	12,776	12,827	12,802
3	12,725	12,776	12,776	12,827	12,776	12,802	12,725
4	12,751	12,827	12,776	12,827	12,802	12,802	12,725
5	12,700	12,751	12,751	12,802	12,776	12,827	12,802

Варіант 6

Операція – внутрішнє кругле шліфування. Контрольований показник якості – діаметр кондукторної втулки $25^{+0,030}_{+0,009}$ мм. $\bar{S} = 3,2$ мкм; $\bar{R}_m = 7,3$ мкм; $S_R = 3,2$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і розмаху (\bar{x} , R). Припустима сумарна частка браку – 1,0 %.

Таблиця 9.6 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	24	21	22	25	21	20	22	22	12	20
2	20	17	24	21	22	21	24	22	24	13
3	19	21	22	24	21	19	17	23	18	15
4	22	23	21	18	24	25	21	18	23	24
5	18	19	21	13	22	17	19	20	21	20

Варіант 7

На токарському автоматі виготовляються цапфи передньої осі діаметром $20^{+0,065}_{+0,017}$ мм. $\bar{S} = 6,2$ мкм; $\bar{R}_m = 13,7$ мкм; $S_R = 5,3$ мкм. Ме-

тод регулювання – по медіані і розмаху (Me, R). Припустима сумарна частка браку – 1,5 %.

Таблиця 9.7 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	48	37	44	39	42	52	43	38	40	44
2	25	43	32	31	30	42	34	44	45	49
3	43	37	40	46	30	48	34	50	32	35
4	38	43	44	40	45	50	46	44	46	47
5	30	40	44	43	52	50	41	45	47	40

Варіант 8

На токарському автоматі виготовляються штифти. Контрольований показник якості – діаметр $3_{-0,410}^{+0,090}$ мм. $\bar{S} = 72$ мкм; $\bar{R}_m = 168$ мкм; $S_R = 27$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і розмаху (\bar{x}, R). Припустима сумарна частка браку – 0,5 %.

Таблиця 9.8 – Дійсні розміри деталі (у мм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,89	2,78	2,96	2,79	2,78	2,89	2,79	2,85	2,75	2,79
2	2,91	2,92	2,80	2,85	2,96	2,88	2,90	2,80	2,76	2,70
3	2,93	2,84	2,79	2,85	2,95	2,80	2,75	2,72	2,85	2,70
4	2,83	2,94	2,90	2,95	2,90	2,79	2,70	2,78	2,90	2,88
5	2,91	2,77	2,94	2,85	2,78	2,69	2,84	2,89	2,78	2,82

Варіант 9

Операція – шліфування зовнішнє кругле. Контрольований параметр якості – діаметр вала $20,150 \pm 0,010$ мм. $\bar{S} = 2,6$ мкм;

$\bar{R}_m=5,6$ мкм; $S_R=2,0$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і середньому квадратичному відхиленню (\bar{x} , S). Припустима сумарна частка браку – 1,5 %.

Таблиця 9.9 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-2	-5	-3	-3	0	-1	-1	4	-2	2
2	-2	4	3	-2	0	0	1	6	0	0
3	-1	2	-6	3	3	3	-1	-2	2	1
4	5	-1	-5	-4	-1	-2	3	-2	-2	0
5	5	-3	0	0	0	-1	1	3	0	0

Варіант 10

Операція – зовнішнє точіння. Контрольований показник якості діаметр вала $10_{-0,270}^{-0,060}$ мм. $\bar{S}=29$ мкм; $\bar{R}_m=64$ мкм; $S_R=36$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і розмаху (\bar{x} , R). Припустима сумарна частка браку – 0,5 %.

Таблиця 9.10 – Дійсні розміри вала (у мм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки						
	1	2	3	4	5	6	7
1	9,766	9,751	9,776	9,776	9,776	9,827	9,878
2	9,827	9,735	9,675	9,802	9,775	9,927	9,802
3	9,725	9,776	9,776	9,827	9,876	9,802	9,725
4	9,751	9,827	9,776	9,827	9,802	9,902	9,925
5	9,800	9,751	9,751	9,802	9,776	9,827	9,802

Варіант 11

Операція – зовнішнє точіння вала на прецизійному токарському автоматі. Контрольований показник якості – діаметр вала $60_{-0,082}^{-0,030}$ мм. $\bar{S}=6,4 \cdot 10^{-3}$ мм; $\bar{R}_m=16 \cdot 10^{-3}$ мм; $S_R=3,6 \cdot 10^{-3}$ мм. Ме-

тод регулювання – по медіані і розмаху (Me, R). Припустима сумарна частка браку – 1,0 %.

Таблиця 9.11 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-55	-54	-39	-43	-50	-54	-66	-55	-56	-49
2	-56	-66	-56	-66	-59	-60	-51	-51	-69	-56
3	-70	-64	-49	-60	-50	-64	-70	-50	-62	-72
4	-59	-64	-45	-52	-66	-65	-66	-67	-66	-55
5	-57	-76	-53	-55	-53	-63	-56	-66	-60	-63

Варіант 12

Операція – плоске шліфування. Контрольований показник – товщина пластини $5_{-0,090}^0$ мм. $\bar{S} = 15$ мкм; $\bar{R}_m = 42$ мкм; $S_R = 13,5$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і середньому квадратичному відхиленню (\bar{x}, S). Припустима сумарна частка браку – 1,5 %.

Таблиця 9.12 – Дійсна товщина деталі (у мм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,45	4,44	4,45	4,43	4,42	4,44	4,43	4,44	4,44	4,41
2	4,43	4,44	4,43	4,46	4,47	4,46	4,42	4,44	4,44	4,45
3	4,44	4,46	4,44	4,46	4,44	4,43	4,45	4,47	4,42	4,44
4	4,43	4,45	4,48	4,46	4,45	4,45	4,47	4,43	4,47	4,45
5	4,45	4,43	4,42	4,44	4,46	4,42	4,45	4,43	4,47	4,44

Варіант 13

Операція – внутрішнє кругле шліфування. Контрольований показник якості – діаметр кондукторної втулки $56_{+0,033}^{+0,060}$ мм.

$\bar{S} = 3,2$ мкм; $\bar{R}_m = 7,3$ мкм; $S_R = 3,2$ мкм. Метод регулювання – по медіані і розмаху (Me, R). Припустима сумарна частка браку – 1,5 %.

Таблиця 9.13 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	54	51	52	35	41	55	41	38	53	44
2	50	37	54	41	52	37	39	50	51	50
3	50	32	42	32	50	39	51	52	54	41
4	51	34	42	34	43	42	53	51	38	54
5	49	37	43	38	35	38	39	41	43	42

Варіант 14

Операція – зовнішнє кругле шліфування. Контрольований параметр якості – діаметр вала $25,250 \pm 0,010$ мм. $\bar{S} = 2,6$ мкм; $\bar{R}_m = 5,6$ мкм; $S_R = 2,0$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і розмаху (\bar{x}, R). Припустима сумарна частка браку – 1,0 %.

Таблиця 9.14 – Дійсні відхилення розміру деталі (у мкм) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-2	-5	-3	-3	0	-1	-1	4	-2	2
2	-2	4	3	-2	0	0	1	6	0	0
3	-1	2	-6	3	3	3	-1	-2	2	1
4	5	-1	-5	-4	-1	-2	3	-2	-2	0
5	5	-3	0	0	0	-1	1	3	0	0

Варіант 15

Задана кресленням твердість пружини після термічної обробки повинна становити 370-430 НВ. $\bar{S} = 8,0$ НВ; $\bar{R}_m = 20$ НВ; $S_R = 3,6$ НВ. Метод регулювання – по медіані і розмаху (Me, R). Припустима сумарна частка браку – 1,5 %.

Таблиця 9.15 – Дійсна твердість пружини (по Бринелю) після обробки

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	409	406	393	415	415	401	406	395	388	409
2	388	412	388	412	415	393	388	401	388	393
3	393	398	404	398	415	417	398	401	412	393
4	390	404	404	398	404	404	393	388	404	390
5	404	388	404	398	398	398	409	415	401	406

Короткі теоретичні відомості

Керування якістю продукції – це дії, здійснювані при створенні, експлуатації або споживанні продукції, з метою встановлення, забезпечення та підтримки необхідного рівня її якості (ДСТУ 3514-97)

Показниками якості продукції є відхилення розмірів, форми та розташування поверхонь, шорсткості, твердості, змісту компонентів, температури процесу і т.п.

Наприклад, поле допуску розміру деталі являє собою різницю між найбільшим і найменшим припустимими значеннями показника якості (або верхнім T_B і нижнім T_H межами поля допуску). Найвищу якість буде мати та деталь, дійсний розмір якої відповідає граничному розміру (найменший граничний розмір для отвору і найбільший граничний розмір для вала).

Поле розсіювання ω – це область значень показників якості виробу, що відповідає заданій ймовірності їх появи. Отже порівняння погрішності виготовлення із заданим допуском дозволяє оцінити точність виготовлення виробу, тобто його якість.

Допуск на показник якості може бути заданий у технічній або нормативній документації на виріб, технологічний процес якого вже освоєний у виробництві. Для такого процесу (операції), характеристики якого вже відомі, застосовують методи *статистичного регулювання* показника якості, його втримання в межах поля допуску, визначеного документацією.

Статистичний аналіз точності і стабільності технологічного процесу проводять у випадках, коли ще не існує допуску на показник якості виробу (наприклад, допуск температури заливання металу у форму); це буває, коли новий процес ще не освоєний, коли ще не існує допуску на показник якості виробу, процес перебуває в стадії розробки і для нього ще тільки мають бути розроблені технічні межі. У такій ситуації прагнуть витримати параметри факторів, що впливають, як можна точніше, хоча б доти, поки в результаті вивчення з'явиться можливість призначити дійсні допуски.

Об'єм вибірки n – число одиниць продукції (або спостережень), що складають вибірку.

Миттєва вибірка – це вибірка з потоку продукції, що складається з одиниць продукції, яка зроблена останньою до моменту відбору протягом досить короткого інтервалу часу.

Для такої вибірки:

а) зміни рівня налаштування верстата або іншого технологічного устаткування за період виготовлення продукції, що становить вибірку, не відбувається;

б) розсіювання контрольованого параметра обумовлено тільки випадковими факторами;

в) миттєвий розподіл є гаусовим.

Об'єднана вибірка – вибірка, що складається з декількох миттєвих вибірок.

Рівень налаштування – це рівень, на який потрібно налаштувати розміри деталей (медіану або вибіркочну середню \bar{x}) при кожному випадку таких дій. Якщо при тенденції зношування інструмента або розладнання розміри збільшуються, рівень налаштування приймають ближче до нижньої границі (при цьому мінімальні крайні значення не повинні виходити за межу), а якщо зменшуються, то рівень налаштування приймають ближче до верхньої границі.

Якщо відхилення в обидва боки рівно ймовірні, рівнем налаштування слугує середина конструкторського допуску.

Для параметрів, що мають тільки позитивні значення (биття, дисбаланси і т.д.), рівнем настроювання є найменше значення медіани, виявлене при обстеженні процесу.

На рисунку 9.1 наведені графічні характеристики ходу технологічного процесу.

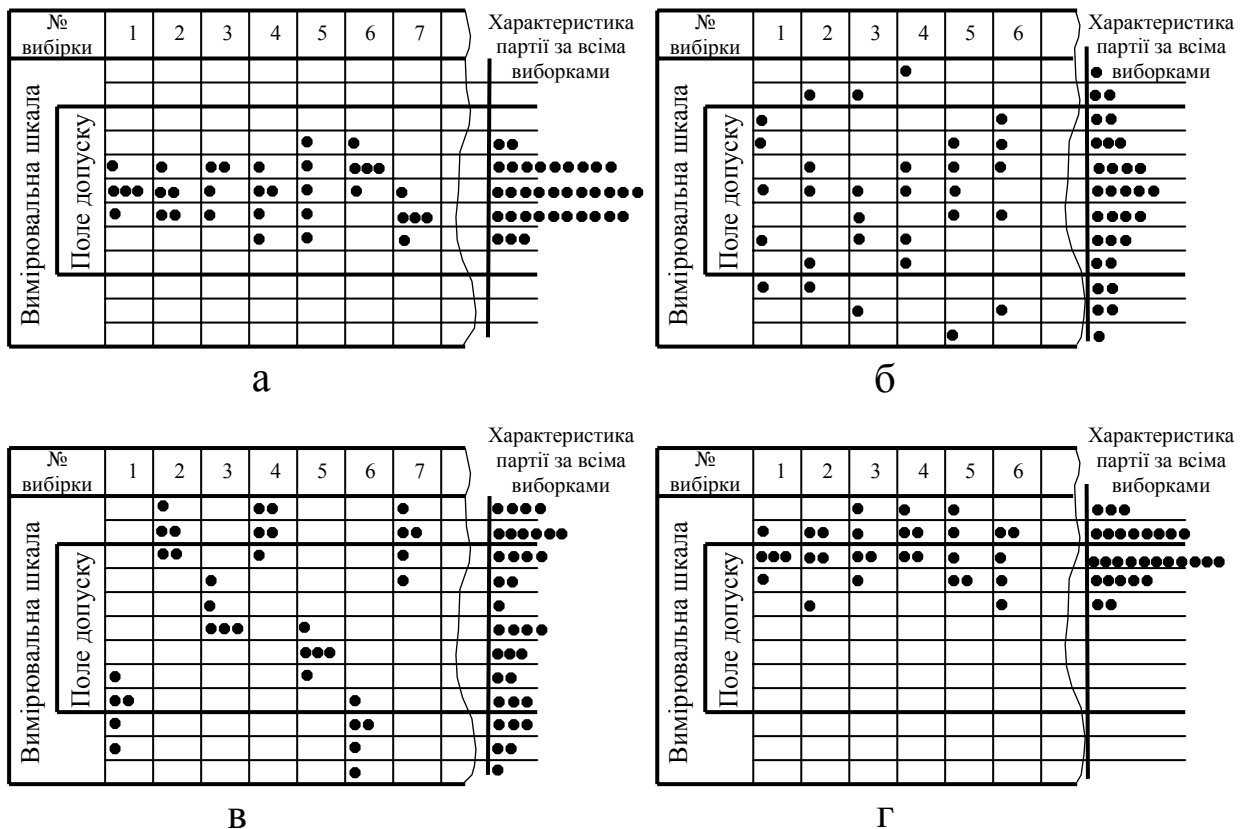


Рисунок 9.1 – Графічна характеристика технологічного процесу: а – стійкого налаштованого процесу; б – стійкого процесу з великим розкидом; в – нестійкого процесу з частим розлаштуванням; г – неправильно налаштованого процесу

При обробці на металорізальних верстатах постійні систематичні похибки виникають внаслідок неточності налаштування різального інструменту на розмір, неточності виготовлення верстата, пристосування і розмірного різального інструменту (наприклад, свердла, розгортки, протяжки).

Змінні систематичні похибки в основному є наслідком розмірного зношування різального інструменту і його температурних деформацій від нагрівання в процесі різання; причиною також є тем-

пературні деформації верстата та оброблюваної деталі. При сталій температурі деформація частин верстата або інструмента припиняється, а погрішність, що виникає з цієї причини, перетворюється в постійну.

Випадкові погрішності виникають від багатьох причин, але головними є пружні деформації технологічної системи і зазори в окремих вузлах верстата; найбільше значення має складова сили різання P_v . Випадкові погрішності виникають також як результат нерівномірності процесу різання, утворення та зриву наростів на ріжучій крайці інструмента, через пружні деформації від внутрішніх напружень у матеріалі заготівлі і т.д.

Результуюча погрішність змінних систематичних і випадкових похибок однієї деталі відрізняється від похибки іншої деталі. У результаті цього виникає розсіювання похибок розмірів і похибок форми деталей у партії, обробленої з одного настроювання верстата.

Як відомо, це розсіювання може підкорятися різним законам розподілу. При виробництві продукції всі причини, що викликають похибки, діють одночасно.

Похибка Δ являє собою поле розсіювання дійсних значень контрольованого параметра виробів у даній партії. Тому зіставлення сумарної похибки обробки з допуском розміру T дозволяє оцінити точність обробки.

Для опису виробничих похибок найбільше часто використовують наступні закони.

Закон нормального розподілу – закон Гауса (розподіл випадкових похибок, якщо серед них немає різко виділяються); до таких величин ставляться значення твердості, хімічного складу, маси, температури, об'єму, розмірів деталей оброблюваних стійкими інструментами, міжосьова відстань у зачепленні зубчастих коліс, швидкості, потужності, витрати пального і т.п.

Розсіювання розмірів деталей підкоряється закону Гауса також у тому випадку, якщо поряд із сукупністю випадкових похибок діє деяке число постійних, що не змінюються в часі систематичних похибок. Наявність постійних систематичних похибок викликає зсув всієї області розсіювання відхилень, не порушуючи загального характеру закону розподілу.

Композиції нормального закону (розподіл випадкових похибок) і рівної ймовірності (розподіл змінних систематичних похибок); графік такої кривої має плоску вершину.

Композиції нормального закону і закону рівномірно зростаючої ймовірності (сумарний вплив розмірного зношування інструмента і температурної зміни); графік із правобічною асиметрією.

Такі показники якості як параметри R_z і R_a , що характеризують шорсткість, погрішності форми і розташування поверхонь деталей, зміст шкідливих домішок у сплаві підкоряються розподілам законів істотних-позитивних величин. Наприклад, радіальне биття зубчастого вінця, зсув осей і биття поверхонь деталі, залишкові деформації виражаються законом Максвелла, овальність і конусоподібність – законом розподілу модуля різниці. Розподілу Максвелла підкоряються близько 35 % всіх контрольованих розмірів деталей автомобілів, тракторів і підшипників.

На істотні-позитивні величини встановлюється лише верхня границя допуску або норми, тому що, чим менше значення такої величини, тим якість продукції вище.

Для аналізу та регулювання технологічного процесу застосовують наступні характеристики.

Середнє арифметичне значення \bar{x} вибірки, що визначається по формулі

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (9.1)$$

де $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_n$ – окремі обмірювані значення спостережуваної величини;

n – кількість спостережень або кількість обмірюваних екземплярів (об'єм вибірки).

Середнє арифметичне є наближеною оцінкою математичного очікування.

2) Середнє квадратичне відхилення S_i окремого спостереження в миттєвій вибірці при $n < 25$ визначається за формулою

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (9.2)$$

Середнє квадратичне відхилення у вибірці є наближеною оцінкою середнього квадратичного відхилення генеральної сукупності.

Середнє квадратичне відхилення $S_{\bar{x}}$ – середнього арифметичного \bar{x} обчислюється по вираженню

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} . \quad (9.3)$$

Середнє квадратичне відхилення \bar{S} по декількох миттєвих вибірках (при $n_1=n_2=\dots=n_m$) визначається по формулі

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m S_j^2}{m}} , \quad (9.4)$$

де S_j^2 – дисперсія j -ї миттєвої вибірки, по якій виконувався аналіз точності і стабільності операції;

m – кількість миттєвих вибірок.

Медіана Me безперервної випадкової величини – таке її значення, для якого функція розподілу дорівнює $1/2$. Значення медіани в упорядкованій вибірці (числові значення в якій розташовані в порядку зростання) визначається в такий спосіб. При непарному об'ємі вибірки ($n = 3, 5, 7, 9$ і т.д.) приймають як медіану число, що займає серединне положення, тобто число, що має номер $(n + 1) / 2$. Наприклад, в упорядкованій вибірці чисел 20,2; 20,4; 20,5; 20,8; 20,9 медіаною є число 20,5.

Розмах R у кожній вибірці визначається за формулою

$$R = x_{\max} - x_{\min} . \quad (9.5)$$

Для зазначеної вище вибірки $R = 20,9 - 20,2 = 0,70$.

Середній розмах \bar{R}_m визначається з попередніх досліджень точності операції по формулі

$$\bar{R}_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_m}{m}, \quad (9.6)$$

де $R_1, R_2, R_3, \dots, R_m$ – размахи в окремих вибірках об'ємом n кожна ($n = \text{const}$);

m – кількість вибірок.

Представницьким вважається середній розмах, якщо $m \geq 25$.

Оцінка середнього квадратичного відхилення розмахів S_R обчислюється на основі попередніх досліджень по формулі

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (R_j - \bar{R}_m)^2}{m}}, \quad (9.7)$$

Оцінка середнього квадратичного відхилення (при $n \leq 10$) по вибірках, кількість яких дорівнює m , обчислюється на основі середнього розмаху (за результатами попередніх досліджень).

$$S_{tR} = \frac{\bar{R}_m}{d_n}, \quad (9.8)$$

де d_n – коефіцієнт, значення якого приймається по таблиці 9.17.

Якість налаштування устаткування та виробництва продукції забезпечується, якщо витримується умова

$$T \geq l\sigma + \omega_{\bar{x}}, \quad (9.9)$$

де l – коефіцієнт, що залежить від закону розподілу (при законі Гауса $l = 6$);

σ – середнє квадратичне відхилення генеральної сукупності або його оцінка S_t ;

$\omega_{\bar{x}}$ – поле розсіювання центрів групування пробних деталей, по яких зроблене налаштування устаткування.

Поле розсіювання визначають по формулі

$$\omega_{\bar{x}} = \bar{x}_{\max} - \bar{x}_{\min} , \quad (9.10)$$

де \bar{x}_{\max} , \bar{x}_{\min} – максимальне і мінімальне значення центрів групування (середніх арифметичних) вибірок пробних деталей, по яких зроблене налаштування верстата.

Похибка налаштування (зміщення рівня налаштування) Δ_H визначають по формулі

$$\Delta_H = \bar{x} - x_H , \quad (9.11)$$

де \bar{x} – середнє арифметичне вибірки, по якій оцінюється якість налаштування;

x_H – заданий рівень налаштування.

Похибка налаштування може приймати позитивне, негативне або рівне нулю значення.

Показник рівня налаштування K_H розраховують по першій миттєвій вибірці після налаштування устаткування по формулі

$$K_H = \frac{x_H - \bar{x}_1}{T} , \quad (9.12)$$

де \bar{x}_1 – середнє арифметичне першої миттєвої вибірки. Показник K_H характеризує точність налаштування в початковий, після налаштування, період обробки.

Показник зсуву центра розсіювання $K_{Ц}$ розраховують по формулі

$$K_{\text{ц}} = \frac{\bar{x}_m - \bar{x}_1}{T}, \quad (9.13)$$

де \bar{x}_m – середнє арифметичне останньої, перед новим налаштуванням, миттєвої вибірки.

Показник, характеризує відносну величину систематичної похибки.

Показник стабільності налаштування $K_{\text{МС}}$ розраховують по формулі

$$K_{\text{МС}} = \frac{S_m}{S_1}, \quad (9.14)$$

де S_1, S_m – середні квадратичні відхилення відповідно в першій й останній миттєвих вибірках.

Показник характеризує зміну розсіювання контрольованого параметра за період між двома налаштуваннями.

Показник розсіювання K_P розраховують по вибірках відповідно до формули

$$K_P = \frac{\omega}{T}, \quad (9.15)$$

де ω – поле розсіювання контрольованого параметра відповідної вибірки, обумовлене як

$$\omega = l \cdot S_i, \quad (9.16)$$

де S_i – середнє квадратичне відхилення окремого спостереження у вибірці, обраховане по формулі (9.2).

Показник K_P характеризує ступінь відповідності поля розсіювання заданому полю допуску без урахування зміщення рівня і його розсіювання.

Показник стабільності розсіювання K_C розраховують по вибірках, зробленим у різні періоди часу, по формулі

$$K_C = \frac{K_P(t_2)}{K_P(t_1)}, \quad (9.17)$$

де $K_P(t_1)$, $K_P(t_2)$ – показники розсіювання, розраховані для періодів часу t_1 й t_2 .

Показник характеризує зміну показників розсіювання з часом.

Гранично припустимі значення коефіцієнтів точності і стабільності встановлюють залежно від конкретних умов виробництва та вимог до якості продукції.

Для регулювання статистичних процесів передбачаються наступні статистичні методи:

- метод вибірових середніх арифметичних значень \bar{x}
- метод вибірових медіан Me ;
- метод вибірових середніх квадратичних відхилень S ;
- метод вибірових розмахів R .

Існують наступні варіанти статистичного регулювання за кількісною ознакою в процесі виробництва:

- 1) по середньому арифметичному значенню і середньому квадратичному відхиленню (\bar{x} ; S);
- 2) по середньому арифметичному і розмаху (\bar{x} ; R);
- 3) по медіані і розмаху (Me ; R);
- 4) за індивідуальним значенням x_i .

Основне правило статистичного регулювання технологічного процесу полягає в тім, що значення статистичних характеристик (\bar{x} , S , Me , R) у миттєвих вибірках не повинні виходити за відповідні границі регулювання.

Вихід значень цих характеристик за межі (B , H) або потрапляння на границю означає розладнання або порушення заданого ходу процесу і можливість появи браку.

При побудові контрольної карти дотримуються наступних правил:

- точки, що виходять за межі регулювання B и H (що потрапляють на границю), відзначають короткими стрілками;
- на картах роблять оцінки про всі зміни умов процесу та заходи, які вживалися в різний час.

Найбільш характерними умовами, що приводять до зміни технологічного процесу, є новий (незношений) інструмент, нова партія матеріалу (сировини), переналаштування устаткування та пристосувань, регулювання технологічного процесу, зміна оператора, що обслуговує устаткування, або контролера, ремонт і технічне обслуговування.

Як правило, засіб вимірювальної техніки (ЗВТ) повинен мати ціну поділки від $1/6$ до $1/12$ конструкторського допуску. Як виключення для методу медіан допускається ціна поділки не грубіше $1/5$ допуску; а для методу середніх арифметичних – не грубіше $1/3$ допуску.

Градування шкали на графіку повинне відповідати ціні розподілу ЗВТ. Якщо ціна поділки менше $1/12$ (наприклад $1/24$) допуску, шкала графіка укрупнюється і у кожному смугу включається вже не одна, а дві сусідніх поділки шкали ЗВТ.

Шкала графіка (положення нуля внизу або вгорі шкали) будується таким чином, щоб збільшення розмірів деталі завжди було спрямовано вгору, а зменшення розмірів – вниз.

Приклад оформлення і ведення контрольної карти наведений на рисунку 9.2.

При використанні сполучених методів контрольна карта повинна складатися із двох діаграм, наприклад, діаграми \bar{x} та діаграми R .

Для розрахунку контрольних границь використовують статистичну інформацію, отриману при аналізі точності і стабільності технологічної операції, що містить не менш 100 спостережень в 25–40 миттєвих вибірках. Для розрахунку використовують формули таблиці 9.16.

Для формул таблиці 9.16 вихідні величини (крім наведених у таблиці 7.17) визначаються в такий спосіб.

T_B і T_H – по граничних відхиленнях або допуску контрольованого параметра, заданого конструктором;

S – по формулі (9.4); величина S вказується в завданні;

n – об'єм миттєвої вибірки, прийнятої для регулювання;

Δ_{HD} – половина допуску на зміщення налаштування від заданого рівня налаштування x_H .

Таблиця 9.16 – Формули для розрахунку границь регулювання контрольних карт при розподілі за нормальним законом

Вид карти	Границі регулювання		
\bar{x}	Верхня границя	при зовнішній обробці	$B_x = T_B - 3\bar{S} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$
		при внутрішній обробці	$B_x = T_B - \Delta_{HD} - 3\bar{S} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$
	Нижня границя	при зовнішній обробці	$H_x = T_H + \Delta_{HD} + 3\bar{S} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$
		при внутрішній обробці	$H_x = T_H + 3\bar{S} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$
S	Верхня границя	при $n < 25$	$B_S = C_4 \cdot \bar{S}$
	Нижня границя	при $n < 25$	$H_S = C_3 \cdot \bar{S}$
R	Верхня границя		$B_R = \bar{R}_m + 3S_R$
	Нижня границя		$H_R = 0$
Me	Верхня границя	при зовнішній обробці	$B_{Me} = T_B - K_M \cdot \bar{S}$
		При внутрішній обробці	$B_{Me} = T_B - \Delta_{HD} - K_M \cdot \bar{S}$
	Нижня границя	при зовнішній обробці	$H_{Me} = T_H + \Delta_{HD} + K_M \cdot \bar{S}$
		при внутрішній обробці	$H_{Me} = T_H + K_M \cdot \bar{S}$

Значення Δ_{HD} визначається або за результатами попереднього статистичного аналізу, або приймається рівним $1/10$ допуску T контрольованого параметра. У завданні варто приймати $\Delta_{HD} = T/10$.

\bar{R}_m – по формулі (9.6); величина \bar{R}_m вказується в завданні.

S_R – по формулі (9.7); величина S_R вказується в завданні.
 S_{iR} – по формулі (9.8).

Числові значення коефіцієнтів приймають по таблиці 9.17.

Таблиця 7.17 – **Числові значення коефіцієнтів**

n	d_n	T_n	Z_3	Z_4	K_M
3	1,693	0,90	0	2,569	1,00
4	2,059	0,885	0	2,30	-
5	2,326	0,864	0	2,09	1,45
6	2,534	0,848	0,06	1,96	-
7	2,704	0,833	0,117	1,883	1,68

Для обчислення ймовірного браку при розподілі контрольованого параметра по кривій Гауса (рис. 9.3) і положенні центра розсіювання \bar{x} усередині поля допуску, користуються наступними формулами.

Кількість шлюбу (q_B) у відсотках по верхній границі конструкторського допуску

$$q_B = [0,50 - \Phi(t_B)] \cdot 100; \quad (9.18)$$

кількість браку (q_H) у відсотках по нижній границі допуску

$$q_H = [0,50 - \Phi(t_H)] \cdot 100; \quad (9.19)$$

де $\Phi(t)$ – функція Лапласа (площа під кривою Гауса на довжині відрізка t , що лежить по одну сторону від центра розсіювання \bar{x}) прийнята по таблиці 9.18;

0,50 – половина площі під кривою Гауса;

t – аргумент функції – відхилення від центра розсіювання \bar{x} , виражене в частках генерального середнього квадратичного відхилення або його оцінки S (при об'ємі вибірки $n \geq 25$);

$$t_B = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}; \quad (9.20)$$

$$t_H = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}, \quad (9.21)$$

де x_{\max} – максимальне значення контрольованого параметра, що відповідає верхній границі T_B конструкторського допуску;

x_{\min} – мінімальне значення, що відповідає нижній границі T_H ;

S – оцінка генерального середнього квадратичного відхилення (середнє квадр. відхилення окремого виміру вибірки $n \geq 25$);

\bar{x} – центр розсіювання контрольованого параметра (середнє арифметичне вибірки)

$$\bar{x} = x_H \pm \Delta_H. \quad (9.22)$$

Таблиця 9.18 – Значення функції Лапласа

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
0,00	0,000	1,60	0,4450	2,60	0,4953
0,20	0,0795	1,80	0,4640	2,70	0,4965
0,40	0,1555	2,00	0,4775	2,80	0,4974
0,60	0,2255	2,10	0,4821	2,90	0,4981
0,80	0,2880	2,20	0,4860	3,00	0,49865
1,00	0,3415	2,30	0,4895	3,10	0,49898
1,20	0,3850	2,40	0,4920	3,20	0,49931
1,40	0,4190	2,50	0,4940	3,30	0,49949

Примітка. Допускається лінійна інтерполяція.

Якщо $n < 25$, замість функції Лапласа використовуються ймовірності інтеграла Стюдента, значення якого наведені в таблиці 9.19.

Формули (9.18) і (9.19) враховують виникнення браку як від зміщення центра налаштування, так і від розсіювання ω .

Якщо задано допустима кількість браку, можна розрахувати величину допустимого зміщення центра налаштування Δ_{HD} , використовуючи формули (9.18) і (9.19).

По першій миттєвій вибірці можна визначити дійсне зміщення центра розсіювання Δ_H з формули (9.22).

Таблиця 9.19 – Значення ймовірностей $P(t, k)$ розподілу Стьюдента в частках одиниці

t	$k = n-1$			t	$k = n-1$			t	$k = n-1$		
	2	3	4		2	3	4		2	3	4
0,0	0,000	0,000	0,000	1,4	0,352	0,372	0,383	2,3	0,426	0,448	0,458
0,2	0,070	0,073	0,074	1,5	0,364	0,385	0,396	2,4	0,431	0,452	0,463
0,4	0,136	0,142	0,147	1,6	0,375	0,396	0,408	2,6	0,439	0,460	0,470
0,6	0,195	0,205	0,210	1,7	0,384	0,406	0,418	2,7	0,443	0,463	0,473
0,8	0,246	0,259	0,266	1,8	0,393	0,415	0,427	2,8	0,446	0,466	0,476
1,0	0,289	0,304	0,313	1,9	0,401	0,423	0,435	2,9	0,449	0,469	0,478
1,1	0,307	0,322	0,334	2,0	0,408	0,430	0,442	3,0	0,452	0,471	0,480
1,2	0,324	0,342	0,352	2,1	0,415	0,437	0,448	3,1	0,455	0,473	0,482
1,3	0,338	0,358	0,368	2,2	0,421	0,442	0,454	3,2	0,457	0,475	0,484

Тоді якість налаштування устаткування можна визначити з наступних умов:

$\Delta_H \leq \Delta_{НД}$ – якість настроювання належна;

$\Delta_H > \Delta_{НД}$ – якість настроювання незадовільна.

Оцінку ймовірного браку за результатами вибірки при $n < 25$ (при розподілі Гауса) роблять у такий спосіб.

Розраховують значення аргументу t розподілу Стьюдента: по верхній границі допуску

$$t_B = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}; \quad (9.23)$$

по нижній границі допуску

$$t_H = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}. \quad (9.24)$$

З таблиці 9.4 знаходять за значеннями t_B , t_H й k (k – кількість ступенів свободи) значення ймовірностей $P(t, k)$ і далі оцінюють брак у відсотках по формулах:

по верхній границі допуску

$$q_B = [0,50 - P(t_B, k)] \cdot 100; \quad (9.25)$$

по нижній границі допуску

$$q_H = [0,50 - P(t_H, k)] \cdot 100. \quad (9.26)$$

Сумарна кількість браку визначається по формулі

$$q_C = q_B + q_H. \quad (9.27)$$

Якщо розрахована кількість браку перевищує припустиму, а технологічні заходи щодо зниження браку виявляються неефективними, перед конструкторами може бути поставлене питання про проведення додаткових досліджень, спрямованих на розширення конструкторського допуску або переробку конструкції взагалі.

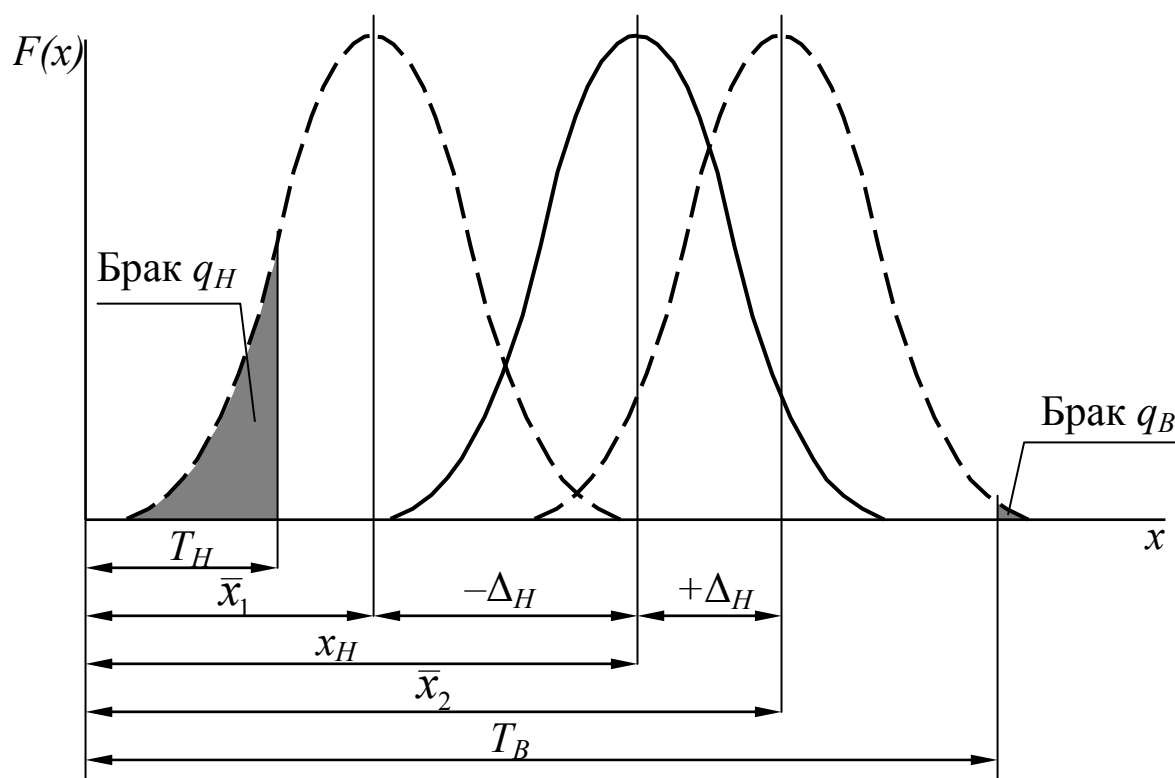


Рисунок 9.3 – До розрахунку ймовірної кількості шлюбу

Приклад виконання завдання

Операція – плоске шліфування. Контрольований показник – товщина пластини $3_{-0,100}^{+0,250}$ мм. $\bar{S} = 45$ мкм; $\bar{R}_m = 110$ мкм; $S_R = 46$ мкм. Метод регулювання – по середньому арифметичному значенню і розмаху (\bar{x} , R). Припустима сумарна частка браку – 0,5 %.

Таблиця 9.20 – Дійсна товщина деталі (у мм)

Номер виробу у вибірці x_i	Номер миттєвої вибірки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,0	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2
2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,0	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2
3	3,1	3,2	3,0	3,1	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,1
4	3,1	3,2	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1
5	3,1	3,1	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,2	3,1

Рішення.

Розраховуємо границі регулювання технологічної операції по таблиці 9.16.

Для регулювання по середньому арифметичному значенню верхня границя регулювання

$$B_x = 3,25 - 3 \cdot 0,045 \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right) = 3,175 \text{ мм};$$

нижня границя регулювання

$$H_x = 2,9 + 0,035 + 3 \cdot 0,045 \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right) = 3,01 \text{ мм}.$$

Для регулювання по розмаху верхня границя регулювання

$$B_R = 110 + 3 \cdot 46 = 250 \text{ мкм};$$

нижня границя регулювання

$$H_R = 0.$$

Будуємо контрольну карту регулювання за результатами заданих миттєвих вибірок (рис. 9.4).

Аналіз контрольної карти показує, що технологічний процес має вигляд стійкого, але неправильно налагодженого.

З контрольної карти видно, що в одній з миттєвих вибірок середнє значення контрольованого параметра виходить за межі регулювання. У зв'язку із цим потрібна налаштування технологічної операції.

Аналіз контрольної карти показує, що технологічний процес не досить стабільний. Значення контрольованих параметрів від вибірки до вибірки міняється стрибкоподібно.

Якість налаштування устаткування та виробництва продукції забезпечується, якщо витримується умова (9.9).

Для оцінки якості налаштування устаткування визначаємо поле розсіювання центрів групування пробних деталей, по яких зроблене налаштування

$$\omega_{\bar{x}} = 3,18 - 3,04 = 0,14 \text{ мм}.$$

Тоді

$$6 \cdot 0,045 + 0,14 = 0,41 \geq T.$$

Дана нерівність підтверджує неправильність налаштування устаткування.

Розраховуємо показники точності і стабільності технологічної операції (по першій миттєвій вибірці).

Похибка налаштування (зміщення рівня налаштування) Δ_H визначають по формулі (9.11)

$$\Delta_H = 3,12 - 3,075 = 0,055 \text{ мм}.$$

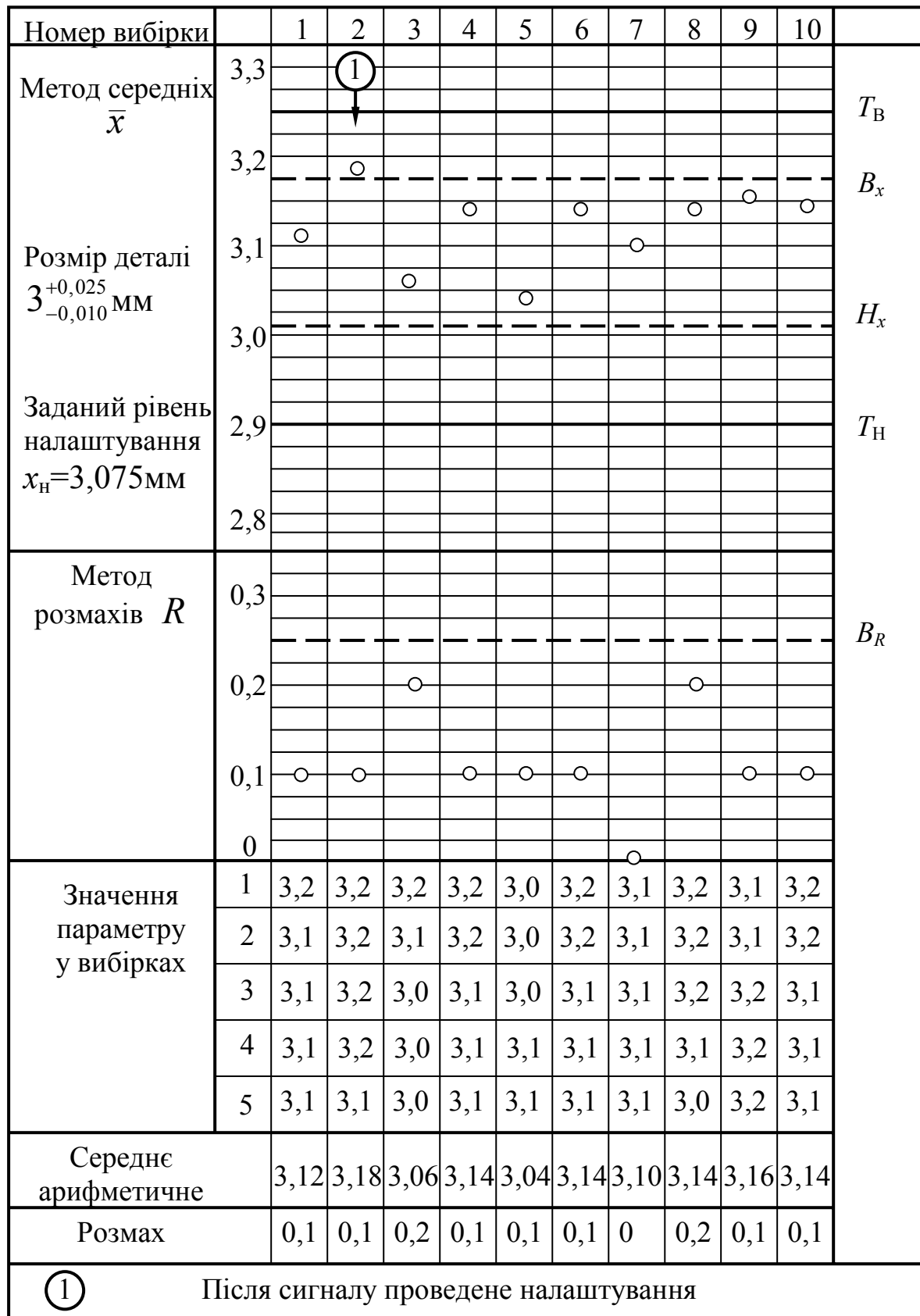


Рисунок 9.2 – Приклад оформлення контрольної карти

Показник рівня налаштування K_H розраховуємо по формулі (9.12)

$$K_H = \frac{0,055}{0,35} = 0,157 .$$

Показник зміщення центра розсіювання $K_{Ц}$ розраховують по формулі (9.13)

$$K_{Ц} = \frac{3,14 - 3,12}{0,35} = 0,057 .$$

Показник стабільності налаштування $K_{МС}$ розраховують по формулі (9.14)

$$K_{МС} = \frac{0,0548}{0,0447} = 1,226 .$$

Показник розсіювання K_P розраховують по вибірках відповідно до формули (9.15)

$$K_{P1} = \frac{0,537}{0,35} = 1,53 ;$$

$$K_{P2} = \frac{0,268}{0,35} = 0,766 .$$

Аналогічним образом розраховуються коефіцієнти K_P для інших вибірок.

Показник стабільності розсіювання K_C розраховують по вибірках, що були зроблені у різні періоди часу, по формулі (9.17). Розраховуємо даний коефіцієнт для першої та другої вибірки

$$K_{C1-2} = \frac{0,766}{1,53} = 0,5 .$$

Аналогічно розраховуються коефіцієнти K_C для інших вибірок. Розрахуємо кількість можливого браку за результатами вибірок. Оцінку ймовірного браку при $n < 25$ (при розподілі Гауса) робимо в такий спосіб.

Розраховуємо значення аргументу t розподілу Стюдента по формулах (9.23) і (9.24) для кожної миттєвої вибірки:

- по верхній границі допуску

$$t_{B1} = \frac{3,25 - 3,12}{0,0447} = 2,91;$$

- по нижній границі допуску

$$t_{H1} = \frac{3,12 - 2,90}{0,0447} = 4,92 .$$

З таблиці 7.4 знаходимо за значеннями t_B , t_H і $k = 4$ значення ймовірностей $P(t, k)$ і оцінюємо брак у відсотках по формулах (9.25) і (9.26):

- по верхній границі допуску

$$q_B = [0,50 - 0,478] \cdot 100 = 2,2 \ %;$$

- по нижній границі допуску

$$q_H = [0,50 - 0,50] \cdot 100 = 0 .$$

Сумарна кількість браку визначається по формулі (9.27)

$$q_C = 2,2 + 0 = 2,2 \ %.$$

Результати розрахунку показали, що загальна можлива кількість браку в першій вибірці може перевищити припустиме значення.

Контрольні питання

1. Що називається миттєвою вибіркою, ознаки такої вибірки?
2. У чому полягає розходження між статистичним аналізом точності і стабільності технологічної операції та статистичним регулюванням?
3. У яких випадках рівень настроювання встаткування приймається:
 - ближче до верхньої границі регулювання;
 - ближче до нижньої границі;
 - посередині границі регулювання?
4. Яким вимогам повинне задовольняти засіб вимірювання для контролю параметра якості виробу?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стандарти України. Показчик: У двох томах/ Укладачі: Ковальова І.В., Романів І.Б., Рубцова О.Ю., Стрелкова Н.Ю. – Львів: Ленорм, 2004. – Т1 – 220 с.
2. Каталог нормативних документів. Держспоживстандарт України. Том 1. Київ. 2005. – 305 с.
3. Каталог нормативних документів. Держспоживстандарт України. Том 2. Київ. 2005. – 316 с.
4. Козловський Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебн. пособие. – М.: Машиностроение, 1983. – 304 с.
5. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник. – М.: Машиностроение, 1979. – 343 с.
6. ДСТУ 2708-99 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення.
7. ДСТУ 3741-98 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань довжини.

Навчальне видання
Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
“ Основи стандартизації ”
для студентів спеціальності 015.13 Професійна освіта
(Метрологія, стандартизація, сертифікація)

Упорядник БАЙЦУР Максим Вячеславович

Відповідальний за випуск Подригало М.А.

Редактор

Підписано до друку	Формат 60x84 1/16.	Папір тип. №
Відруковано на ризографі	Умовн. друк. арк 1,0	Обл. вид. арк. 1,2
	Замовлення №	Тираж

Адреси редакції видавця та поліграфпідприємства
ХНАДУ, 61002, Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25
