

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Херсонський державний університет  
Кафедра технологічної та професійної освіти



Кострицький В.Г., Саух О.М.,

# СТАНДАРТИЗАЦІЯ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК**  
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр  
спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Херсон 2019

УДК 377. 1:378.22 (076)

**Кострицький В.Г., Саух О.М.**

Стандартизація, управління якістю та сертифікація: Навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) / В.Г. Кострицький, О.М. Саух. – Херсон: Видавництво ТОВ «Айлант», 2019. - 96с.

**Укладачі:** **Кострицький Віталій Григорович** - кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічної та професійної освіти Херсонського державного університету;

**Саух Олександр Миколайович** – старший викладач кафедри технологічної та професійної освіти Херсонського державного університету;

**Рецензенти:** **Жорова І.Я.** – перший проректор, професор кафедри педагогіки і менеджменту КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти» Херсонської обласної ради доктор педагогічних наук, доцент.

**Савчук В. П.** – завідувач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок Херсонської державної морської академії, кандидат технічних наук, доцент.

Обговорено на засіданні кафедри професійної освіти  
Протокол № 5 від 04.02. 2019р.

Розглянуто на засіданні науково-методичної ради факультету економіки і менеджменту  
Протокол № 5 від 04.02. 2019р.

Схвалено науково-методичною радою ХДУ  
Протокол № 4 від 17.04. 2019р.

Рекомендовано до друку Вченою радою ХДУ  
Протокол № 9 від 17.04. 2019р.

ISBN 978-482-630-120-6

© Кострицький В.Г., 2019

© Саух О.М., 2019

© Айлант, 2019

## ПЕРЕДМОВА

Основна мета практичних робіт, що виконуються в процесі вивчення дисципліни, полягає в формуванні певного обсягу знань та вмінь, які необхідні майбутньому фахівцю.

Методичні вказівки розроблені до розв'язання практичних задач з основних тем дисципліни, які входять до даного змістовного модуля. і містять: мету заняття, завдання, короткі теоретичні відомості, приклад виконання завдання (за необхідністю), контрольні запитання з теми, на які студенту треба звернути увагу при підготовці до роботи, що виконується та до захисту звіту, перелік рекомендованої для самостійного опрацювання літератури із зазначенням сторінок, на яких викладений відповідний матеріал.

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

Перед кожним практичним заняттям студент повинен опрацювати теоретичний матеріал до заняття за конспектом лекцій, рекомендованою літературою та теоретичними відомостями, що викладені у методичних вказівках. Під час підготовки студент із наведеного у методичному посібнику списку літератури обирає ті видання, що є наявними у бібліотеці, методичному кабінеті та мережі INTERNET та більш доступні йому за рівнем викладання.

Звіт за кожне практичне заняття повинен відповідати змісту, що наведений у методичних вказівках і складається з розв'язку відповідного індивідуального завдання і оформлюється згідно із прийнятими вимогами. Звіт з виконаної роботи виконується на аркушах паперу формату А4 (210\*297мм) або споживчого формату, що близький до формату А4.

Допускається використання аркушів з учнівського зошита в «клітинку» того ж розміру. Зміст звіту вказаний у відповідному розділі вказівок до виконання практичних робіт.

Усі записи виконуються чорнилом або пастою одного кольору (чорний, синій або фіолетовий), на одній стороні аркуша. Звіт може бути надрукованим:

шрифт – Times New Roman, кегель – 14, міжрядковий інтервал – 1,5, усі поля – 20мм.

У випадку, коли результати виконаної роботи подаються не в табличній формі, то розрахункові формули записують спочатку в символічному вигляді, далі в них підставляють цифрові значення фізичних величин і потім приводять відповідь з обов'язковим зазначенням розмірності, наприклад:

$$F_n = f_n \cdot P_{\max}^p \cdot \pi \cdot D \cdot \ell = 0,096 \cdot 59,3 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,08 \cdot 0,09 = 1,29 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Необхідні графічні побудови виконуються олівцем на аркуші креслярського паперу формату А4.

Заповнені аркуші звіту брошуруються в загальній обкладинці з титульним аркушем. На титульному аркуші вказується позначення звіту згідно до вимог.

Викладач, приймаючи звіт з виконаної роботи, з'ясовує ступінь розуміння студентом суті роботи, засвоєння теоретичного матеріалу і ставить відповідну оцінку.

# Практична робота 1

## ВИВЧЕННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

### Мета роботи:

- вивчення номенклатури показників якості промислової продукції, набуття навичок класифікації і визначення одиничних показників якості продукції.

### Завдання до практичної роботи:

1. Вивчити номенклатуру показників якості продукції.
2. Сформувати одиничні показники якості для вибраного об'єкта експертизи. Варіанти завдань до роботи приведені в табл. 1.1.
3. Визначити міри показників якості (в одиницях фізичних величин, або у безрозмірних величинах, балах).

### Матеріальне забезпечення:

- комплект нормативних документів на прилади і обладнання.

Таблиця 1.1

Варіанти індивідуальних завдань до практичної роботи

Номер варіанта	Об'єкт експертизи
1	Електрична акумуляторна викрутка
2	Електричний чайник
3	Мультиварка
4	Праска електрична
5	Стабілізатор напруги побутовий
6	Верстат заточний настільний побутовий
7	Кондиціонер побутовий
8	Пилосос
9	Пральна машина
10	Соковижималка
11	Тостер
12	Шуруповерт акумуляторний
13	Обприскувач пневматичний

14	DVD програвач
15	Мікрохвильова піч

### Теоретичні відомості

Якість продукції – сукупність властивостей і характеристик продукції, які надають їм здатність задовольнити обумовлені або передбачувані потреби.

Кожен показник якості, як кількісна характеристика однієї із властивостей об'єкта, повинен відображати здатність цього об'єкта задовольняти суспільні потреби в конкретних умовах. Таким чином, під час формування (введення) будь-якого показника якості необхідно враховувати наступні компоненти якості:

- суспільна потреба;
- конкретні умови;
- об'єкт;
- ступінь задоволення потреби.

Показник якості повинен давати відповідь на питання: якою мірою даний об'єкт має властивість (здатність) задовольняти суспільну потребу (інтерес, цінність)?

Для того щоб оцінити рівень якості, необхідно використовувати відповідну номенклатуру показників. Показники якості поділяються на такі групи:

1) Показники призначення – характеризують властивості продукції, що визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, і що обумовлюють область її застосування.

Група поділена на чотири підгрупи:

- класифікаційні показники;
- показники функціональні і технічної ефективності;
- конструктивні показники;
- показники складу і структури.

2) Показники надійності – характеризують властивості безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності і зберігання.

Група поділена на чотири підгрупи:

- показники безвідмовності;
- показники довговічності;
- показники ремонтопридатності;
- показники зберігання.

3) Показники технологічності – характеризують сукупність властивостей конструкції продукції, що визначає її пристосованість до досягнення оптимальних витрат під час виробництва, експлуатації і ремонту для заданих показників якості продукції, обсягу її випуску і умов виконання робіт.

4) Показники уніфікації характеризують ступінь використання в продукції стандартизованих виробів і рівень уніфікації складових частин виробів.

5) Патентно-правові показники характеризують патентний захист і патентну чистоту продукції, вони важливі для визначення її конкурентоспроможності.

6) Ергономічні показники характеризують систему «людина - виріб» (або «Людина - машина») з позицій людини, як би дають їй «людський вимір», і враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що проявляються у виробничих і побутових процесах.

Група поділяється на наступні підгрупи:

- антропометричні;
- гігієнічні;
- фізіологічні та психофізичні;
- психологічні.

Гігієнічні показники визначають відповідність виробу гігієнічним умовам життєдіяльності і працездатності людини. Сюди відносять показники рівнів: освітленості, температури, вологості, тиску і т. д.

7) Естетичні показники характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виробничого виконання.

Ця група включає наступні підгрупи показників:

- інформаційної виразності;
- раціональної форми;
- цілісності композиції;
- досконалості виробничого виконання і стабільність товарного ряду.

Показники інформаційної виразності визначають здатність виробу виражати своєю формою естетичне уявлення і культурні норми, що склались в суспільстві. У цю підгрупу входять показники: знаковості, оригінальності, стильової відповідності, відповідності моді.

Показники цілісності композиції визначають єдність частин і цілого, ефективність використання професійно-художніх засобів для створення повноцінного композиційного рішення, обмежений взаємозв'язок елементів форми виробу і його узгодженість з ансамблем інших виробів.

8) Показники транспортабельності – характеризують властивості продукції до переміщення в просторі, що не супроводжується її використанням або споживанням. До показників транспортабельності відносяться:

- середня трудомісткість підготовки одиниці продукції до транспортування;
- середня вартість пакування продукції;
- середня вартість перевезення одиниці продукції на один кілометр шляху;
- середня тривалість розвантаження тощо.

9) Екологічні показники характеризують рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище, що виникають під час споживання продукції або її експлуатації.



10) Показники безпеки характеризують властивості продукції, що обумовлюють безпеку людини під час споживання чи використання продукції. До цієї групи відносять:

- ймовірність безпечної роботи людини протягом певного часу;
- час спрацювання захисних пристроїв, опору ізоляції струмопровідних частин та інше.

11) Економічні показники характеризують витрати на розроблення, виготовлення, експлуатацію або споживання продукції.

### **Характеристики показників якості**

Основними характеристиками показників якості є кількісна і якісна характеристика. Показники якості мають розмірність або можуть бути безрозмірними. Кількісною характеристикою показника якості є їх розмір, який потрібно відрізнити від значення – вираження розміру в певних одиницях. Якісною характеристикою показника якості є розмірність. Якщо показник якості є безрозмірним, то кількісною характеристикою є бал. Значення показників якості можуть бути, як абсолютними, так і відносними. Абсолютні значення мають розмірність, а відносні – безрозмірні.

Показники якості поділяються на одиничні і комплексні. Одиничні показники відносяться до однієї з властивостей продукції, що визначають якість, а комплексні – відразу до декількох.

### **Послідовність виконання роботи:**

1. Вибрати об'єкт експертизи із заданого переліку (табл. 1.1).
2. Визначити номенклатуру показників якості об'єкту.
3. Сформувані одиничні показники якості для вибраного об'єкта експертизи.
4. Визначити міри показників якості (в одиницях фізичних величин або у безрозмірних величинах – балах).

Прикладом виконання пунктів 2, 3, 4 може служити приведені в табл. 1.2 технічні характеристики (одиничні показники якості) холодильного агрегату.

Таблиця 1.2

Одиничні показники якості холодильного агрегату

Модель холодильного агрегата	Габаритні розміри, мм			Маса, кг	Температура, °С, min		Потужність, Вт	Потужність за 1 добу, кВт/добу	Витрага електроенергії за 1 добу, кВт/добу	Потужність заморожування, кг/добу
	висота	ширина	довжина		морозильна камера	холодильна камера				

**Зміст звіту:**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Результати визначення показників якості об'єкта експертизи за формою табл. 1.3.
5. Висновки.

Таблиця 1.3

**Показники якості** \_\_\_\_\_  
(вказати об'єкт експертизи)

№	Показник якості	Міри

**Контрольні запитання:**

1. Що таке якість продукції?
2. Які компоненти включає якість продукції?
3. Класифікація показників якості продукції.
4. Охарактеризуйте окремі групи показників якості продукції.
5. Що являється характеристикою показників якості продукції?
6. Яким чином встановлюються безрозмірні показники якості продукції?
7. Принципи забезпечення якості продукції.
8. Принципи управління якістю продукції.

### **Література:**

[1], с. 189-193; [2], с. 9-42; [3], с. 5-14; 41-46; [6], с. 417-430.

## **Практична робота 2**

### **ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ (РОБІТ, ПОСЛУГ)**

#### **Мета роботи:**

- вивчення видів експертизи виробів (робіт, послуг)

#### **Завдання до практичної роботи:**

- дати характеристику мети і завдань різних видів експертизи виробів (робіт, послуг).

### **Теоретичні відомості**

**Експертне оцінювання виробів (робіт, послуг)** – сукупність операцій з вибору комплексних або одиничних характеристик виробів (робіт, послуг) щодо визначення їх справжніх значень, підтверджень експертами їх відповідності встановленим вимогам і товарній інформації.

Передумовою експертних оцінювань побутових послуг є їхня експертиза-дослідження будь-яких питань, вирішення яких потребує спеціальних знань, із

представленням мотивованого висновку. Як специфічний вид діяльності щодо аналізу і оцінювання якості виробів (робіт, послуг) експертиза вимагає застосування експертних методів на основі спеціальних досліджень, врахування їхніх результатів. Основними компонентами експертизи є:

а) суб'єкт експертизи. Ним є експерт – висококваліфікований, спеціально підготовлений спеціаліст, який оцінює якість виробів (робіт, послуг);

б) об'єкт експертизи – споживчі властивості виробів або робіт, що виявляються у процесі взаємодії з покупцем у момент споживання;

в) критерії експертизи – споживчі властивості, що використовуються під час їх аналізу й оцінювання. Серед них розрізняють загальні (існуючі в суспільстві цінності, норми, уявлення, керуючись якими експерти роблять висновки про споживчі властивості виробів (робіт, послуг) і конкретні (реальні вимоги до якості певного виду виробів (робіт, послуг), зафіксовані у нормативно-технічних документах, а також сукупність базових значень показників, котрі характеризують якість послуг, робіт, виробу) критерії. Залежно від цілей експертизи або показників, що аналізуються, експерти можуть використовувати один або кілька критеріїв.

г) методи проведення експертизи споживчих властивостей виробів (робіт, послуг) – способи дослідження їх якісних характеристик, їх групують з урахуванням таких класифікаційних ознак, як відмінності, обумовлені специфікою об'єкта експертизи на стадіях його розроблення (технологія надання, технічне завдання, проект, дослідний взірець) та експлуатації (засоби праці, предмет споживання) і відмінності, обумовлені особливостями підходу спеціалістів до розв'язання завдань і використовуваними при цьому засобами (комплексні, оперативні, експертні, соціологічні, розрахунково-інструментальні методи).

Провідним є експертний метод.

### **Основні етапи проведення експертизи виробів (робіт, послуг)**

Традиційно основними етапами експертизи є: аналіз з метою забезпечення експертів необхідною інформацією про якість виробів (робіт,

послуг) для винесення ними оцінних суджень; оцінювання, засноване на результатах аналізу організації і технології виробництва (містить характеристику споживчого рівня якості та її обґрунтування).

У процесі експертизи якості здебільшого використовують комплексну та оперативну експертизу на всіх етапах їх надання.

*Комплексна експертиза якості виробів (робіт, послуг)* має на меті всебічне вивчення та оцінювання якості груп однотипних об'єктів, які надають серійно для масового споживання (наприклад: ремонт взуття, швейних, хутряних, трикотажних, шкіряних виробів, побутових машин і приладів; ремонт і виготовлення меблів тощо), її завдання орієнтують експертів на системний, комплексний підхід до аналізу об'єкта оцінювання, тобто на розгляд його з огляду на різноманітні потреби споживача й особливості його предметного оточення. У процесі експертизи формують критерії оцінювання, обирають базові послуги (роботи, взірці) та показники якості. Завдяки цьому комплексна експертиза дає змогу отримати не тільки науковий, пізнавальний, а й методичний і нормативний матеріали, необхідні для проведення інших видів експертизи.

*Оперативна експертиза якості виробів (робіт, послуг)* ґрунтується на результатах комплексних експертиз, що дає змогу експертам скоротити строки експертних робіт, дотримуючись необхідної глибини та обґрунтованості експертних висновків. Особливістю оперативної експертизи є проведення її як на основних стадіях розроблення технології виготовлення різновидів виробів (робіт, послуг) (технічне завдання, проектно-конструкторська документація, дослідний зразок), так і в процесі їх масового випуску і споживання.

Ця експертиза, зазвичай, передбачає використання (за можливості) завчасно зібраних даних про конкретні об'єкти експертизи, їх споживачів, умови набуття і споживання, а також результатів попередніх досліджень тощо; скорочення строків проведення; винесення колективного судження експертів про споживчий рівень якості.

### **Види експертизи виробів (робіт, послуг)**

Будь-який виріб, послуга наділені різноманітними споживчими характеристиками, завдяки яким вони стають потрібною споживачам. Для з'ясування цих і багатьох інших якостей виробів (робіт, послуг) використовують екологічну, економічну, технологічну, судово-правову експертизи.

*Екологічна експертиза.* Екологічні показники якості виробів (робіт, послуги) охоплюють групи даних, які відображають особливості їх впливу на природне і предметно-просторове середовище. Для з'ясування цього проводять екологічну експертизу товару, яка, використовуючи різноманітні методи аналізу, завершується висновками, наскільки екологічно безпечним є споживання виробів, послуги, і супутні йому операції.

Екологічна експертиза сприяє формуванню оптимальних рішень і своєчасному внесенню необхідних змін, спрямованих на поліпшення технології виготовлення виробів.

*Економічна експертиза.* Завдання її полягає в дослідженні експертом на основі спеціальних знань у сфері економіки стану та обставин, що виникають у правових відносинах суб'єкта бізнесу і клієнта. Ґрунтується вона на економічному та інших методах аналізу, покликаних розкрити причини конфліктних ситуацій в господарських операціях, а також стосовно економічної діяльності підприємства. До економічної експертизи вдаються при розгляді справ про фальсифікацію продукції, виконання плану випуску продукції за їх видами, встановлення собівартості та ін. Крім того, економічна експертиза досліджує застосування технологічних норм і нормативів, встановлених керівництвом підприємства, зважаючи на те, наскільки ці нормативи відповідають рівню науково-технічного розвитку галузі, сприяють економічному розвитку підприємства та задоволенню попиту населення.

*Технологічна експертиза.* Метою її є дослідження організації і технології, виготовлення виробів відповідності послуг (робіт, виробів) технологічним режимам і нормативам у кількісному та якісному вимірах. Крім того, особливу увагу вона звертає на використання матеріалів, послідовність технологічних

процесів, методи їх виконання, визначає вмотивованість вибору обладнання, пристроїв, моделей, інструменту, розміщення виробничих потужностей та ін. Технологічній експертизі підлягають матеріали, речі, вироби, комплектувальні матеріали, які використовують у процесі виготовлення виробів.

*Судово-правова експертиза.* Здійснюють її експерти в передбаченому процесуальним законодавством порядку для встановлення за матеріалами кримінальної або цивільної справи фактичних даних та обставини. Підставами для неї можуть бути спеціальні постанови господарського суду, прокурора щодо вивчення споживчих та інших властивостей виробів (робіт, послуг). Етапами проведення судово-правової експертизи є: проведення експертами досліджень за спеціальними правилами споживчих властивостей продукції, надання суду звіту про результати дослідження; подання висновку про виявлені внаслідок дослідження порушення у забезпеченні споживчих властивостей продукції.

*Товарна експертиза.* Вона полягає в оцінюванні експертом основних характеристик виробів (робіт, послуг), а також їх змін у процесі надання (реалізації). У процесі товарної експертизи з'ясовують:

- відповідність товарних якостей державним стандартам;
- сортність виробу, яка могла зазнати змін (знизитися) у процесі виробництва, ремонту і транспортування;
- відповідність якості комплектувальних матеріалів договірній ціні;
- розміри природних втрат;
- причини браку виробів.

Товарна експертиза застосовує органолептичні (оцінювання якості з використанням органів чуття) і документальні методи. Оглядаючи вироби (виконані роботи), експерт звертає увагу на дефекти, які виявилися у процесі експлуатації, на відповідність виданих підприємством - виробником гарантій. Класифікують товарну експертизу за видами, з урахуванням вимог до експертного оцінювання (на рис. 2.1 представлені підгрупи товарної експертизи

виробів (робіт, послуг), а також характерні для них вимоги до виробу та обсягу робіт).

За організаційними ознаками експертизу виробів (робіт, послуг) поділяють на такі підвиди:

а) первинна експертиза. Під час її проведення експерти вперше знайомляться з об'єктом дослідження. Організують її на замовлення зацікавленої організації;

б) повторна експертиза. Вдаються до неї у разі непогодження однієї із зацікавлених сторін з результатами первинної експертизи. Здійснює її новий склад експертів, а також експерти-учасники первинної експертизи за відсутності заперечень зацікавлених сторін. Якщо результати повторної і первинної експертизи аналогічні, вони вважаються остаточними;

в) додаткова експертиза. Завданням її є виявлення додаткової інформації з метою прийняття остаточного рішення. Вона не повторює, а доповнює первинну експертизу;





Рисунок 2.1 - Класифікація товарної експертизи залежно від вимог до виробу та обсягу робіт

г) контрольна експертиза. Організують її з метою перевірки достовірності та обґрунтування результатів первинної, додаткової та повторної експертизи. Вона може бути плановою і позаплановою. Підставами для неї бувають виявлення недостовірних результатів попередніх експертиз внаслідок необ'єктивності експертів або подання замовником недостатньої чи спотвореної інформації;

д) комплексна експертиза. Скерована на досягнення комплексної оцінки, охоплює всі або більшість основоположних характеристик виробів (робіт, послуг). У процесі її проведення до складу експертних груп залучають спеціалістів із суміжних галузей знань. Передумовою для проведення комплексної експертизи є відсутність товарів-аналогів, що спричиняє необхідність всебічного оцінювання товару, що розглядається. Крім того, її проводять за високої міри ризику для споживачів і навколишнього середовища, котрі можуть виникнути при споживанні продукції у конкретних ситуаціях.

У процесі проведення експертизи виробів (робіт, послуг) експерти повинні керуватись такими принципами:

- принцип об'єктивності (орієнтує на попередження, усунення суб'єктивізму під час проведення експертних оцінювань);
- принцип незалежності (на ньому ґрунтується об'єктивність експертів, які повинні бути відмежованими від будь-яких зацікавлених в експертизі сторін: підприємства, споживачів);
- компетентність експертизи (забезпечується підготовленістю експертів у певній галузі знань і досвідом роботи відповідній у сфері послуг);
- принцип системного підходу (отриманні в наслідок експертизи дані мають бути згруповані, систематизовані, що необхідно для формування об'єктивних висновків);

- принцип ефективності (результати експертизи повинні сприяти раціональному використанню продукції, організації оптимальної технології її виготовлення, скороченню витрат матеріалів, електроенергії, праці);

- принцип безпечності (зобов'язує експертів враховувати шкоду, яку завдають або може завдати продукція життю, здоров'ю, майну споживачів, навколишньому середовищу).

#### **Зміст звіту:**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Характеристика мети і завдань різних видів експертизи виробів (робіт, послуг).
5. Висновки.

#### **Контрольні запитання:**

1. Що таке експертне оцінювання виробів (робіт, послуг)?
2. Що являться компонентами експертних послуг?
3. Які критерії експертизи послуг можуть бути використанні експертами?
4. Які методи проведення експертизи якості продукції використовуються?
5. Які етапи проведення експертизи виробів (робіт, послуг)?
6. Які види експертизи використовують?

#### **Література:**

[7], с. 139-143; [8], с. 153-161.

### **Практична робота 3**

## **СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА І ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ**

### **Мета роботи:**

- набути навички з обробки результатів вимірювань.

### **Завдання до практичної роботи:**

1. Побудувати графік залежності  $y=f(x)$  технологічного процесу. Варіанти завдань до роботи приведені в табл. 3.1.
2. Виконати статистичну обробку заданих результатів вимірювань.

### **Теоретичні відомості**

Кількісні закономірності між певними властивостями фізичних об'єктів (наприклад, показники обробленого виробу і параметри технологічного процесу, обладнання та ін.) встановлюються шляхом вимірювань фізичної величини за допомогою спеціальних засобів вимірювальної техніки.

Як би ретельно не проводились вимірювання отримати абсолютно точне значення вимірюваної величини практично неможливо. Відхилення результату вимірювань від дійсного значення вимірюваної величини називається похибкою вимірювання. Задачею вимірювання являється не тільки знаходження найбільш точного значення вимірюваної величини, але й оцінка точності отриманого результату. Точність вимірювання відображає близькість отриманого результату до дійсного значення вимірюваної величини.

Зазначимо, що різниця в результатах повторних вимірювань (розсіювання) являється результатом прояву ряду факторів, кожен з яких зумовлюється певними фізичними величинами, що впливають, а тому результати вимірювання є випадковою величиною з систематичними та випадковими складовими.

Серед похибок розрізняють також грубі похибки та промахи, які вилучають з розгляду. Середній результат вимірювань (середньоарифметичне значення вимірюваної величини) є ефективною оцінкою результатів багатократних вимірювань.

Для наочності результати вимірювань зручно представляти у вигляді графіків. Це дозволяє краще зрозуміти фізичну сутність процесу, що досліджується, виявити характер функціональної залежності досліджуваних параметрів.

При графічному зображенні результатів експерименту графік функції, що має вид кривої, проводять так, щоб вона проходила по можливості ближче до всіх експериментальних точок (експериментальні точки в зв'язку з наявністю похибок вимірювань лежать на ламаній лінії).

За експериментальними даними можна підібрати емпіричну формулу, що описує взаємозв'язок між досліджуваними параметрами (в задачу даної роботи не входить).

### Послідовність виконання роботи

Таблиця 3.1

#### Вихідні дані до завдання

1	$x$	3	6	7	11	15	17	18	20
	$y$	3	4	9	9	15	13	16	15
2	$x$	1	3	5	8	14	16	17	20
	$y$	3	3	6	7	11	13	12	9
3	$x$	1	2	2	4	5	6	8	8
	$y$	4	4	10	10	13	20	16	22
4	$x$	1	3	4	5	6	7	9	10
	$y$	2	3	4	8	11	7	12	8
5	$x$	1	4	5	7	9	10	13	14
	$y$	3	4	6	6	7	9	11	8
6	$x$	1	2	3	4	5	6	8	9
	$y$	9	9	13	12	13	18	21	15
7	$x$	1	5	6	10	15	17	20	25
	$y$	0,5	1	2,5	2,5	3,5	4,5	5	4
8	$x$	5	12	12	16	16	19	19	22
	$y$	1	1	9	5	10	7	12	8
9	$x$	1	2	3	4	5	6	7	8
	$y$	4	5	7	6	7	12	9	14
10	$x$	1	5	5	8	9	11	13	15

	$y$	2	2	7	4	8	6	10	8
11	$x$	1	2	2	3	4	5	7	8
	$y$	2	2	4	4	6	9	10	8
12	$x$	2	3	3	4	5	5	7	8
	$y$	1	2	4	3	5	8	10	8
13	$x$	1	2	5	7	10	11	16	20
	$y$	4	3	6	5	6	8	9	7
14	$x$	1	2	4	6	9	10	15	17
	$y$	3	4	8	7	10	17	20	17
15	$x$	1	2	2	3	4	5	6	8
	$y$	1	1	3	4	6	7	9	8
16	$x$	1	5	7	8	10	11	15	17
	$y$	3	4	4	8	6	8	10	8

1. Вихідні дані для вивчення залежності  $y=f(x)$  технологічного процесу вибрати із табл. 3.1 (номер варіанта надається викладачем).

2. За експериментальними даними побудувати графік залежності  $y=f(x)$ , застосувавши спосіб графічного вирівнювання. Для цього з'єднують відрізками прямих одну з однією точки вихідних даних, що нанесені на графік. Через середні точки цих відрізків проводять плавну криву. Вважають, що при такому підході досягається мінімальне відхилення вирівняних значень від значень, що отримані експериментально.

Примітки: у випадку, якщо якась із точок виявиться різко віддаленою від кривої, то її вважають грубою помилкою або промахом і в подальшому не враховують. Остаточне ж рішення приймають після статистичної обробки результатів експерименту, що потребує багатократних повторів вимірювань,  $n \geq 4$ .

3. Визначити середньоарифметичне значення (середній результат вимірювань), за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

де  $n$  – число результатів вимірювань,

$x_i$  — результат вимірювань,

а за графіком — середнє значення  $\bar{y}$

### Приклад виконання завдання

Таблиця 3.2

#### Результати експерименту

x	3	6	7	10	13	15	19	24
y	4	6	11	9	11	15	13	15

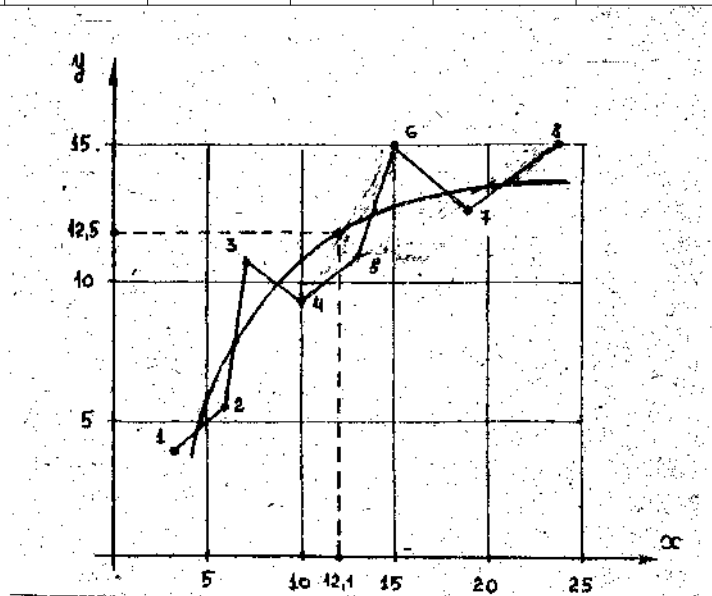


Рисунок 3.1 - Приклад графічної побудови експериментальної залежності

Середньоарифметичне значення  $\bar{x}$  :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{3+6+7+10+13+15+19+24}{8} = \frac{97}{8} = 12,1$$

середнє значення  $\bar{y}$  (по графіку):  $\bar{y} = 12,5$

#### Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Графік залежності  $y=f(x)$  технологічного процесу.
5. Висновки.

#### Контрольні запитання:

1. Загальні відомості про похибки вимірювань.
2. Види похибок та причини їх появи.
3. Поясніть причини появи систематичних і випадкових похибок.
4. Дайте характеристику способу вилучення систематичних похибок.
5. Методика побудови графічного зображення результатів експерименту.

**Література:**

[1], с. 69-72; [4], с. 10-12; [6], с. 413-418.

**Практична робота 4**

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ЗВ'ЯЗКУ ПОКАЗНИКІВ І ФАКТОРІВ  
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ  
КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ**

**Мета роботи:**

- набути навички застосування методу кореляційного аналізу для встановлення залежності між показниками і факторами досліджуваного технологічного процесу.

**Завдання до практичної роботи:**

1. Для заданих результатів дослідження технологічного процесу встановити ступінь зв'язку показників і факторів технологічного процесу.

Варіанти завдань до роботи приведено в табл. 4.1.

2. Скласти рівняння регресії.

**Теоретичні відомості**

Дослідження різних технологічних процесів часто полягає в вивченні їх за допомогою функцій, що виявляють зв'язок між показником  $y$  і факторами  $x$ , що характеризують ці процеси.

У випадку точної функціональної залежності між  $x$  і  $y$  кожному значенню  $x$  відповідає строго визначене значення  $y$ .

В більшості випадків зв'язок між  $x$  і  $y$  не неоднозначний: одному  $x$  і тому ж значенню  $y$  відповідає статистична сукупність значень  $y$ . Пояснюється це тим, що при експериментальних дослідженнях результати вимірювань певних характеристик визначаються з певною похибкою. Різниця в результатах повторних вимірювань (розсіювання) являється результатом прояву ряду факторів, що впливають, кожен з яких зумовлюється певними фізичними величинами, а тому результати вимірювань є випадковою величиною з систематичними та випадковими складовими. Зв'язок в системі випадкових величин називається статистичною або кореляційною залежністю.

Вивчення кореляційних залежностей передбачає розв'язок двох задач:

1- про форму кореляційного зв'язку між  $x$  і  $y$  у вигляді деякої функціональної залежності – формули;

2- про ступінь наближеності кореляційного зв'язку до функціонального (щільності кореляційного зв'язку між  $x$  і  $y$ ).

Для того, щоб попередньо встановити наявність кореляційного зв'язку між  $x$  і  $y$ , на графік наносять експериментальні точки – будують так зване кореляційне поле.

Якщо між фактором  $x$  і показником технологічного процесу  $y$  є кореляція, то таку взаємозалежність можна кількісно представити рівнянням регресії.

Тобто, суть кореляційного аналізу зводиться до установлення рівняння регресії – залежності між випадковими величинами, оцінки ступеня наближеності зв'язку і вірогідності результатів вимірювань.

Процес пошуку емпіричної формули – рівняння регресії ділиться на два етапи:

1- вибір типу лінії (пряма, парабола, гіпербола і т.д.) біля якої групуються експериментальні точки;

2- визначення параметрів, що входять в рівняння лінії обраного типу, так, щоб із множини ліній цього типу отримати ту, яка найбільш близько проходить біля всіх експериментальних точок.

Ступінь наближеності кореляційної залежності між  $x$  і  $y$  до лінійної



функціональної залежності (регресії) визначається коефіцієнтом кореляції.

Коефіцієнт кореляції  $r$  даних вибірки із  $n$  вимірювань визначається за формулою:

$$r = \frac{n \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (4.1)$$

де  $n$  – число вимірювань,

$x_i, y_i$  – експериментальні дані.

Коефіцієнт кореляції може знаходитись в межах  $-1 \leq r \leq +1$ . При цьому, якщо при збільшенні  $x$  збільшується і  $y$ , то  $r > 0$ , якщо при збільшенні  $x$  зменшується  $y$ , то  $r < 0$ . При наближенні  $|r|$  до одиниці ( $|r| \rightarrow 1$ ) кореляція цілком імовірна, а при ( $|r| \rightarrow 0$ ) – малоймовірна.

По щільності групування експериментальних точок навколо обраної лінії функціональної залежності можна візуально робити висновок про наявність кореляційного зв'язку, а по значенню коефіцієнта кореляції про форму лінії – прямолінійну (при  $|r| > 0,5$ ) або криволінійну (при  $|r| < 0,5$ ).

Прямолінійна функціональна залежність представляється рівнянням:

$$y = a + bx \quad (4.2)$$

де коефіцієнти рівняння регресії визначаються за формулами:

$$b = \frac{n \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad (4.3)$$

$$a = \frac{\sum y_i - b \cdot \sum x_i}{n}, \quad (4.4)$$

Таблиця 4.1

### Вихідні дані до завдання

1. Залежність обривності швацьких ниток ( $y$ – частота обриву ниток №30 в три складання крутки $S$ ) від частоти обертання головного валу швацької машини ( $x$ , хвил <sup>-1</sup> )							
$x \cdot 10^3$	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
$y_1$	16	24	25	35	35	47	52
$y_2$	14	18	32	34	36	40	53
2. Залежність обривності швацьких ниток №10 в три складання крутки $S$ ( $y$ – частота обриву ниток) від частоти обертання головного валу швацької машини ( $x$ , хвил <sup>-1</sup> )							
$x \cdot 10^3$	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
$y_1$	6	7	8	7	8	10	13
$y_2$	5	5	7	10	12	7	9
3. Залежність теплового опору тканини ( $y$ , м <sup>2</sup> К/Вт) від її товщини ( $x$ , мм) в умовах спокійного повітря							
$x$	2	3	4	5	6	7	8

$y_1$	0,04	0,04	0,07	0,07	0,12	0,14	0,15		
$y_2$	0,025	0,06	0,075	0,09	0,12	0,15	0,16		
4. Залежність міцності тканини по основі (після носки) ( $y$ – втрата міцності, %) від кількості прання ( $x$ )									
$x$	25	50	75	100	125	150	175	200	
$y_1$	26	28	50	63	70	77	91	100	
$y_2$	22	26	47	55	75	79	85	105	
5. Залежність продуктивності праці одного робітника за зміну ( $y$ - ПП) від потужності швацького потоку ( $x$ , шт. за зміну)									
$x$	160	240	320	400	480	560	640	720	
$y_1$	2,25	2,3	2,3	2,43	2,5	2,56	2,64	2,7	
$y_2$	2,3	2,4	2,46	2,47	2,48	2,57	2,6	2,72	
6. Залежність рівня спеціалізації ( $y$ – С) від потужності швацького потоку ( $x$ , шт. за зміну)									
$x$	120	160	200	240	280	320	360	400	
$y_1$	0,42	0,55	0,5	0,59	0,59	0,6	0,62	0,63	
$y_2$	0,55	0,5	0,58	0,6	0,61	0,62	0,61	0,64	
7. Залежність виходу продукції з I м швацького потоку $y$ від його потужності ( $x$ , шт. за зміну)									
$x$	120	160	200	240	280	320	360	400	
$y_1$	1,3	1,49	1,4	1,5	1,42	1,5	1,52	1,52	
$y_2$	1,45	1,38	1,48	1,4	1,42	1,45	1,5	1,54	
8. Залежність коефіцієнта потреби в обладнанні ( $y$ ) від потужності швацького потоку ( $x$ , шт. за зміну)									
$x \cdot 10^2$	4	5	6	7	8	9	10	11	
$y_1$	1,78	1,6	1,5	1,45	1,44	1,32	1,29	1,2	
$y_2$	1,7	1,7	1,55	1,43	1,35	1,28	1,18	1,15	
9. Залежність міцності тканини по основі (після носки) ( $y$ – втрата міцності, %) від кількості прання ( $x$ )									
$x$	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$y_1$	20	26	26	28	30	29	30	32	36
$y_2$	15	24	28	28	26	30	32	33	34
10. Залежність тривалості зварювання ( $y$ , с) від площі зварюваної поверхні ( $x$ , мм <sup>2</sup> )									
$x$	6	7	8	9	10	11	12	13	
$y_1$	0,012	0,017	0,025	0,035	0,045	0,05	0,064	0,07	
$y_2$	0,015	0,02	0,023	0,032	0,044	0,048	0,06	0,075	
11. Залежність коефіцієнта використання робочого часу ( $y$ ) від потужності швацького потоку ( $x$ , шт. за зміну)									
$x \cdot 10^2$	4	5	6	7	8	9	10	11	
$y_1$	0,81	0,84	0,84	0,87	0,9	0,94	0,94	0,96	
$y_2$	0,83	0,83	0,83	0,88	0,88	0,92	0,95	0,97	
12. Залежність теплового опору тканини ( $y$ , м <sup>2</sup> К/Вт) від швидкості повітряного потоку ( $x$ , мм)									
$x$	5	10	15	20					
$y_1$	0,13	0,12	0,08	0,05					
$y_2$	0,18	0,10	0,08	0,06					
$y_3$	0,16	0,11	0,10	0,06					
$y_4$	0,15	0,08	0,06	0,07					

### Послідовність виконання роботи

1. Вихідні данні для визначення залежності  $y=f(x)$  технологічного

процесу вибрати із табл. 4.1 (номер варіанта задається викладачем);

2. Для попереднього визначення наявності кореляційного зв'язку між  $x$  і  $y$  побудувати кореляційне поле, для чого нанести на графік експериментальні точки. Зазначимо, що за результатами експерименту кожному значенню  $x$  відповідають два значення  $y$  – повторні вимірювання проводились для підвищення точності оцінювання досліджуваної залежності;

3. Визначити коефіцієнт кореляції  $r$  (за формулою 4.1);

4. На підставі форми кореляційного поля і значення  $r$  визначити вид функціонального зв'язку між  $x$  і  $y$ , обчислити коефіцієнти рівняння регресії;

5. На графіку з результатами експериментальних даних в заданому діапазоні зміни  $x$  і  $y$  побудувати лінію регресії згідно отриманого рівняння регресії;

6. Зробити висновок про ступінь наближеності кореляційного зв'язку до функціонального (щільність кореляційного зв'язку) між показником  $y$  і фактором  $x$  технологічного процесу.

### Приклад виконання завдання

Визначити залежність продуктивності праці  $y$  від потужності  $x$  швейного потоку по виготовленню пальто. Результати експериментальних досліджень представлені в табл.4.2.

Таблиця 4.2

#### Результати експерименту при $n = 20$

$x$	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800
$y_1$	2,20	2,26	2,30	2,40	2,43	2,48	2,53	2,60	2,68	2,71
$y_2$	2,26	2,30	2,40	2,46	2,47	2,52	2,57	2,64	2,72	2,75

Нанесемо на графік експериментальні точки. Отримане кореляційне поле апроксимуємо прямолінійною залежністю (рис. 4.1) після обчислення рівняння регресії.

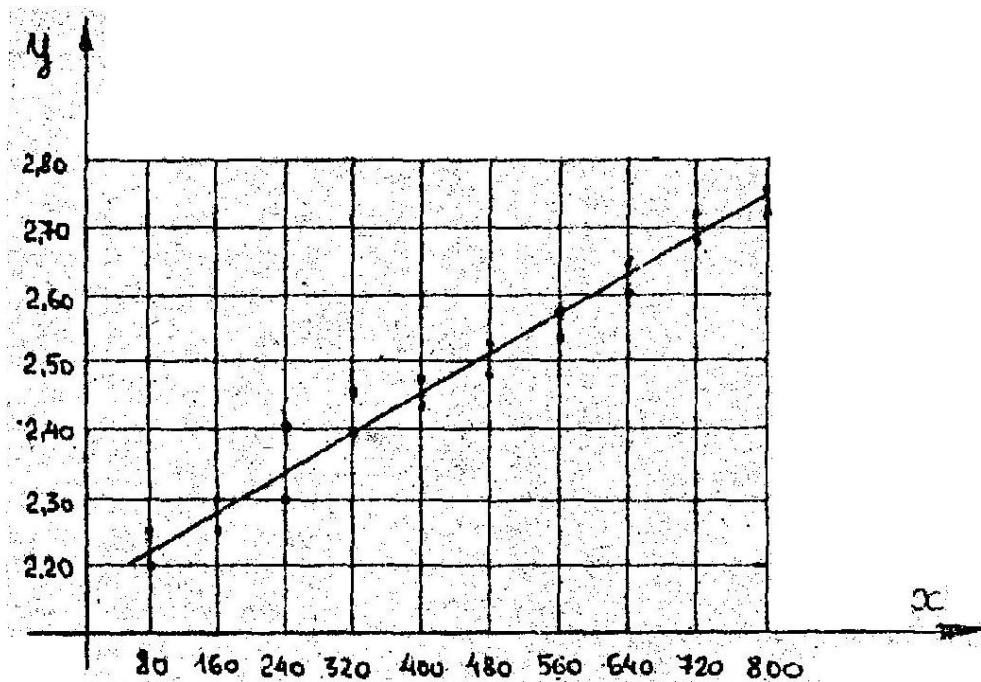


Рисунок 4.1 - Залежність продуктивності праці  $y$  від потужності швейного потоку  $x$ .

Ступінь взаємозв'язку  $y=f(x)$  визначаємо з допомогою коефіцієнта кореляції  $r$ , обчисленого за формулою (4.1):

$$r = \frac{20 \cdot 22595,2 - 8800 \cdot 49,68}{\sqrt{20 \cdot 4928000 - 77440000} \cdot \sqrt{20 \cdot 123,92 - 2468,1}} = 0,998$$

Значення  $r$  наближено до одиниці, що означає, що щільність кореляційного зв'язку дуже висока, а по значенню коефіцієнта кореляції  $r > 0,5$  дозволяє представити залежність між  $x$  і  $y$  у вигляді прямої лінії, рівняння якої  $y = a + bx$ .

Знаходимо коефіцієнти рівняння регресії за формулами (4.3) і (4.4)

$$b = \frac{20 \cdot 22595,2 - 8800 \cdot 49,68}{20 \cdot 4928000 - 77440000} = 0,0007$$

$$a = \frac{49,68 - 0,0007 \cdot 8800}{20} = 2,176$$

Отримуємо рівняння регресії:

$$y = 2,176 + 0,0007x$$

що відображає залежність продуктивності праці  $y$  від потужності  $x$  швейного потоку по виготовленню пальто.

Апроксимуючу пряму проводимо не на «око» відносно експериментальних точок, а за значеннями ординат  $y$ , що отримані підстановкою двох довільних значень  $x$  у відповідне рівняння регресії.

У прикладі, що розглядається:

При  $x=200$  отримуємо:  $y = 2,175 + 0,0007 \cdot 200 = 2,315$ .

При  $x=500$  отримуємо:  $y = 2,175 + 0,0007 \cdot 500 = 2,525$

Обчислені значення  $y$  наносимо на графік і проводимо через отримані точки пряму, що буде установлювати відповідну залежність  $y=f(x)$ .

### **Зміст звіту:**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Графік з результатами експериментальних даних з побудованою лінією регресії.
5. Рівняння регресії.
6. Висновки.

### **Контрольні запитання:**

1. Сутність методу кореляційного аналізу.
2. В чому заключається процес пошуку емпіричної формули регресії?
3. Методи пошуку параметрів рівняння регресії.
4. Кореляційне відношення і коефіцієнт кореляції.
5. Які значення коефіцієнта кореляції свідчать про лінійну залежність досліджуваного процесу?

### **Література:**

[4], с. 12-17; [6], с. 420-427.

## **Практична робота 5**

# СТАТИСТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ КОНТРОЛЬНИХ КАРТ (МЕТОДОМ МЕДІАН)

## **Мета роботи:**

набути навички застосування методів статистичного регулювання операцій технологічного процесу обробки деталей шляхом застосування контрольних карт.

## **Завдання до практичної роботи:**

За отриманими результатами досліджуваного технологічного процесу обробки деталей визначити періоди корегування параметрів процесу для ліквідації причин розсіювання розмірів. Варіанти завдань до роботи приведено в табл. 5.1 (варіант задається викладачем).

## **Теоретичні відомості**

Під статистичним регулюванням технологічного процесу обробки деталей розуміється корегування параметрів процесу в ході його виконання для забезпечення необхідної якості виготовлення деталей і попередження браку за допомогою вибіркового контролю.

Одним із методів статистичного регулювання процесу являється метод медіан. Метод дослідження оснований на побудові точкових діаграм (контрольних карт). Метод заключається в тому, що в процесі виготовлення даної продукції періодично, тобто через певні проміжки часу відбирають проби (вибірки) в кількості від трьох до десяти одиниць (деталей). Визначення періоду відбору проб здійснюється дослідним шляхом з урахуванням тривалості циклу між двома розладками процесу. Для того щоб проби були порівнювані між собою в них кожний раз необхідно включати однакову кількість заготовок або зразків.

Практично період відбору вибірок встановлюється в 1...2 години.

Результати вимірювань регульованих і параметрів, що перевіряються, оброблюються і наносяться на контрольну карту (діаграму).

Результати вимірювань по кожному зразку даної проби відмічають на діаграмі окремою точкою, що поставлена проти тієї поділки шкали, якій відповідає вимірний розмір.

Як приклад, на рис. 5.1 приведено зразки діаграм з нанесеними результатами контролю. Результати вимірювань проби з п'яти заготовок (в даному прикладі) зображені на кожній із діаграм групою із п'яти точок, що розміщені в одній вертикальній колонці з номером чергової проби. Зазначимо, що використане на цих діаграмах позначення розміру (1,2...15) є умовним.

Так, на рис. 5.1 (а), приведено графік стійкого налагодженого технологічного процесу, так як всі точки розташовуються, не виходячи за межі поля допуску, при чому центр кривої розсіювання розміщений на лінії, що поділяє поле допуску на дві приблизно рівні частини.

На рис. 5.1 (б), положення центру розсіювання являється симетричним, але зміщеним у бік збільшення розмірів. При цьому величина розсіювання (а) менше, ніж величина допуску.

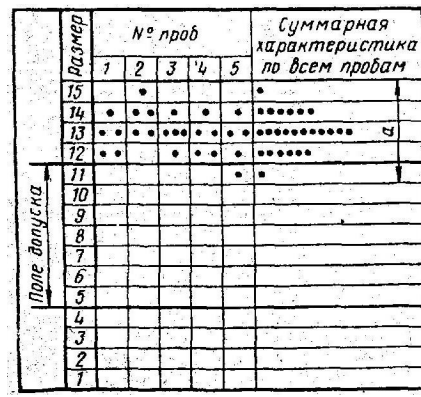
Це свідчить про те, що технологічний процес обробки являється стійким, але потребує підналагодження з тим, щоб всі точки, що характеризують якість (розміри) заготовок знаходились в межах поля допуску.

На рис. 5.1 (в) приведена діаграма з великим розсіюванням точок, що визначають якість (розміри). Точки виходять за межі поля допуску, хоча центр розсіювання лежить в середині поля допуску на даний розмір. Дана діаграма свідчить про те, що метод обробки повинен бути змінений.

На рис. 5.1 (г) приведена діаграма, що характеризується наявністю окрім випадкових похибок, що визивають розсіювання розмірів, також наявністю систематичної похибки, що визвала зміщення центра розсіювання. В цьому випадку необхідно виконати переналагоджування обладнання для усунення систематичної похибки.



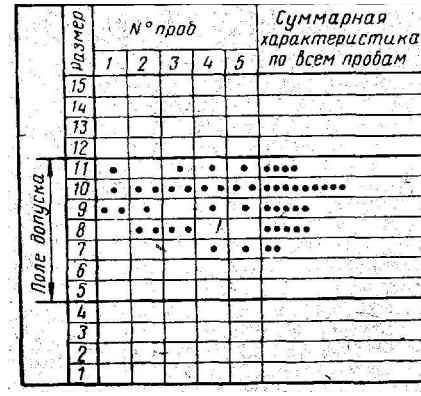
а)



б)



в)



г)

Рисунок 5.1 - Приклады контрольных карт

На контрольной карте (рис. 5.2) маємо дві паралельні прямі  $T_v$  і  $T_n$ , що визначають граничні значення поля допуску, і дві статистично, що визначають контрольні границі, що називаються верхньою  $P_v$  (UCL) і нижньою  $P_n$  (LCL) контрольними границями, для визначення поля розсіювання середніх групових значень (медіан), що являються відповідно верхньою і нижньою попереджувальними границями.

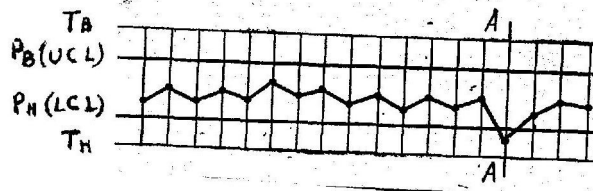


Рисунок 5.2 - Приклад контрольної карти із нанесеними контрольними границями



Положення контрольних границь визначають на основі теоретичних положень статистичного контролю.

На приведеному прикладі (рис. 5.2) точки, що відповідають середнім груповим значенням (медіанам) з'єднані лініями. Спочатку процес обробки протікає нормально і лінія не виходить за межі контрольних границь. При контролі групи А установлений вихід за межі контрольних границь. Це служить сигналом для виявлення причин змін в ході технологічного процесу.

В ряді випадків, крім, вказаних попереджувальних ліній передбачають ще дві, що являються границями для регулювання крайніх значень даної вибірки:

$R_{в.р.}$  і  $R_{н.р.}$

Таблиця 5.1

### Вихідні дані до завдання

Варіант 1. Результати виміру довжини рукава:  $x = (524 \pm 3)$  мм

526	527	525	526	524	526	525	524	522	527
525	526	524	525	524	526	527	525	523	526
526	525	525	523	525	524	525	525	526	526
525	527	525	526	525	526	524	525	526	526
524	525	524	525	527	525	526	526	523	525

Варіант 2. Результати виміру довжини рукава:  $x = (500 \pm 3)$  мм

500	498	500	501	500	499	501	500	497	499
499	500	500	498	500	502	500	500	501	501
501	501	497	501	499	500	498	500	500	499
499	498	501	498	500	501	501	500	498	500
502	501	499	500	501	502	502	500	500	499

Варіант 3. Результати виміру ширини рукава:  $x = (327 \pm 3)$  мм

330	327	328	329	330	328	329	328	326	330
329	328	326	329	328	327	329	328	330	328
327	329	330	329	328	328	330	329	328	329
329	329	330	329	327	329	326	329	327	328
330	328	327	329	328	327	330	329	329	330

Варіант 4. Результати виміру ширини рукава:  $x = (300 \pm 3)$  мм

302	299	300	298	300	299	302	300	298	301
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

300	303	300	299	300	298	301	300	301	299
301	300	302	300	301	299	300	299	303	301
300	298	300	299	303	299	301	300	301	300
302	299	301	300	298	300	302	299	300	302

Варіант 5. Результати виміру довжини стоячого коміру:  $x = (180 \pm 3)$  мм

179	183	181	180	181	180	181	178	182	181
182	181	183	181	179	181	182	181	181	179
181	180	182	181	182	181	182	178	181	180
178	181	182	179	182	180	182	181	179	182
180	182	178	182	181	179	181	180	181	180

Варіант 6. Результати виміру довжини стоячого коміру:  $x = (180 \pm 3)$  мм

181	179	182	179	179	184	179	181	179	180
179	178	180	180	182	179	181	179	179	182
181	179	182	179	180	179	179	178	182	179
182	184	180	179	182	179	182	179	181	182
180	179	181	182	184	180	180	179	182	184

Варіант 7. Результати виміру ширини стоячого коміру:  $x = (40 \pm 2)$  мм

43	40	41	40	40	42	41	40	42	41
40	41	40	43	40	41	40	42	40	43
41	40	42	40	41	40	39	40	41	41
42	40	40	41	42	41	40	41	40	41
41	40	39	41	42	40	42	40	43	41

Варіант 8. Результати виміру ширини стоячого коміру:  $x = (40 \pm 2)$  мм

40	39	41	42	38	41	40	41	42	39
41	42	40	42	42	39	41	43	41	40
41	39	41	43	40	41	40	42	41	42
42	42	39	42	42	40	39	41	40	42
39	41	40	42	38	41	40	39	42	38

Варіант 9. Результати виміру ширини відкладного коміру:  $x = (176 \pm 3)$  мм

175	176	176	178	177	175	176	177	176	174
176	174	177	176	177	176	177	176	178	177
177	176	176	177	175	176	178	176	177	176
176	174	177	176	178	177	176	175	176	177
177	178	177	176	173	176	178	177	176	175

Варіант 10. Результати виміру ширини відкладного коміру:  $x = (170 \pm 3)$  мм

170	172	174	172	173	172	170	173	172	171
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

174	172	173	172	174	172	172	173	171	172
173	172	170	173	172	171	173	173	172	174
171	172	171	172	174	171	172	173	174	172
173	171	173	170	174	172	171	173	173	170

Варіант 11. Результати виміру ширини відкладного коміру:  $x = (80 \pm 3)$  мм

83	81	80	81	82	80	81	82	80	79
83	81	82	79	81	80	83	81	80	82
81	81	83	81	81	82	81	80	82	80
80	79	80	82	79	80	79	82	80	81
82	81	82	80	80	82	80	81	80	79

Варіант 12. Результати виміру ширини відкладного коміру:  $x = (80 \pm 3)$  мм

82	79	81	78	79	79	83	79	80	78
79	80	79	80	79	80	80	80	79	82
81	79	83	81	80	81	79	78	79	81
79	80	80	79	78	81	81	79	82	80
78	80	80	82	79	82	82	78	80	82

Варіант 13. Результати виміру довжини подвійної манжети на застібці:

$$x = (152 \pm 3) \text{ мм}$$

156	153	152	151	152	154	151	153	153	156
152	154	155	153	152	153	152	153	152	151
151	153	152	154	155	152	152	154	154	154
153	153	154	153	153	152	153	152	153	152
154	155	154	152	151	151	152	154	152	155

Варіант 14. Результати виміру довжини подвійної манжети на застібці:

$$x = (120 \pm 3) \text{ мм}$$

118	120	121	120	120	122	120	121	119	122
119	120	119	121	120	120	119	120	119	119
121	120	122	120	119	118	120	120	118	121
119	120	119	120	121	119	121	119	121	119
118	119	121	121	119	120	122	120	118	118

Варіант 15. Результати виміру довжини одинарної манжети на застібці:

$$x = (152 \pm 3) \text{ мм}$$

151	152	154	152	151	152	152	154	152	155
151	152	153	152	154	152	154	153	153	154
153	152	154	152	151	152	153	151	152	154
153	155	152	153	156	153	154	152	152	153
154	155	152	154	153	153	152	153	152	151

Варіант 16. Результати виміру довжини накладної манжети:  $x = (152 \pm 3)$  мм

155	152	153	151	154	152	154	151	152	153
152	154	153	154	152	153	154	152	154	151
152	155	152	151	154	153	155	152	154	152
153	154	151	154	153	152	152	154	153	151
151	154	153	152	155	154	151	154	154	153

Примітка:

В таблиці завдань дійсні значення контрольованого показника якості розподілені на 10 вибірок обсягом по 5 деталей кожна.

**Послідовність виконання роботи**

1. Вихідні дані для побудови контрольної карти вибрати із табл. 5.1 (номер варіанта задається викладачем).

2. Перед початком побудови контрольної карти, значення контрольованого показника якості на основі табл. 5.1 за відповідним варіантом представити за формою табл. 5.2, з розподілом на вибірки обсягом п'ять деталей кожна.

*Таблиця 5.2*

Результати вимірювань

Значення контрольованого параметру	Номер вибірки				
	1	2	3	4	...
$x_1$					
$x_2$					
$x_3$					
$x_4$					
$x_5$					

3. На контрольній карті нанести горизонтальні лінії:

- границі поля допуску –  $T_v$  і  $T_n$ ;
- границі для регулювання медіан –  $P_v$  і  $P_n$ ;
- границі для регулювання крайніх значень даної вибірки –  $P_{v.p.}$  і  $P_{n.p.}$ .

Положення контрольних границь  $P_v$ ,  $P_n$ ,  $P_{v.p.}$  і  $P_{n.p.}$  визначити за формулами:

$$P_v = T_v - 0,4 AT;$$

$$P_n = T_n + 0,4 AT;$$

$$P_{v.p.} = T_v - 0,4 CT;$$

$$P_{n.p.} = T_n + 0,5 CT,$$

де  $A$  і  $C$  – коефіцієнти, що залежать від обсягу ( $n$ ) вибірки або проби (табл. 5.3);

$T_v$  і  $T_n$  – верхня і нижня границі поля допуску,  $T$  - допуск.

Таблиця 5.3

Значення коефіцієнтів для обчислення контрольних границь

Обсяг вибірки	A	C
3	0,42	0,28
5	0,55	0,18
7	0,62	0,14
9	0,67	0,10

4. Для кожної проби нанести отримані результати на контрольну карту у вигляді точок у відповідності до номеру проби (вибірки), медіани відмітити хрестиками.

Медіаною  $Me$  ( $\bar{x}$ ) називається середнє значення, упорядкованого за зростанням або зменшенням ряду чисел.

Медіаною (середнім значенням проби) при непарному числі вибірових значень являється середня точка (центральне значення). Так, в пробах із п'яти заготовок медіаною буде третя точка, відрахована зверху або знизу, в пробах із семи заготовок – четверта і т.д.

Винятком являється випадок проби із проміжком в середині. У випадку проб із п'яти заготовок за медіану приймають місце, що відстоїть на  $1/3$  відстані від групи із трьох точок (рис. 5.3).

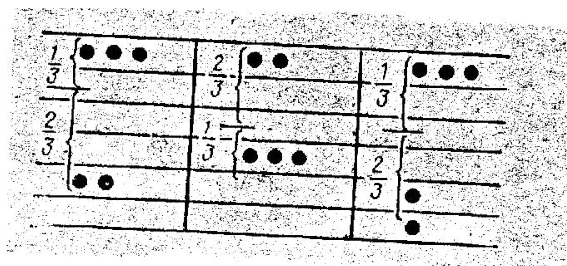


Рисунок 5.3 - Схема визначення середнього значення (медіани) при роздвоюванні проби

При парному числі вибірових значень медіаною являється середнє арифметичне від двох центральних за величиною вибірових значень. Звичайно для медіан використовують вибірку непарного обсягу.

Точки медіан з'єднати відрізками прямих для того, щоб наочно було видно хід зміни точності технологічного процесу.

Приклад заповнення контрольної карти статистичного регулювання методом медіан приведено на рис. 5.4.



Рисунок 5.4 - Приклад заповнення контрольної карти

## 5. Проаналізувати розташування точок на контрольній карті.

5.1. Хід процесу вважається нормальним, якщо значення медіани не виходить за межі  $P_v$  і  $P_n$ , а крайні точки не виходять за межі  $P_{v.p}$  і  $P_{n.p}$ . Виготовлену між двома вибірками продукцію (даною і попередньою) можна

приймати без додаткового контролю.

5.2. При виході точок за границі регулювання процес вважається незадовільним, на контрольній карті робиться сигнал попереджень у вигляді стрілки (·), технологічний процес зупиняється з метою виявлення та усунення причин, що визвали порушення нормального ходу процесу, а продукція, що виготовлена між вибірками, підлягає суцільному контролю.

5.3. Якщо два послідовно отриманих значення медіани знаходяться в проміжку між попереджувальною границею ( $P_v$  або  $P_n$ ) і між границею регулювання (відповідно  $P_{v.p.}$  або  $P_{n.p.}$ ), здійснюються негайно дії по зупинці процесу виробництва для виявлення несправності та її усунення.

5.4. Якщо точки на діаграмі розташовуються явно по зростаючому або зменшуючому напрямку здійснюються певні міри навіть в тому випадку, коли ці точки знаходяться в межах попереджувальних границь, так як це може виявитись індикатором появи невіпадкових причин, наприклад зниженням параметрів налагодження обладнання.

### **Зміст звіту:**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Результати вимірювань за формою табл.5.2.
5. Результати розрахунку границь регулювання:  $P_n$ ,  $P_v$ ,  $P_{n.p.}$ ,  $P_{v.p.}$ .
6. Контрольна карта.
7. Результати аналізу розташування точок на контрольній карті.
8. Висновки.

### **Контрольні запитання:**

1. В чому відмінність застосування контрольних карт за методом медіан і методом середньоарифметичних значень?
2. При розв'язанні яких проблем доцільно застосовувати контрольні

карти (метод медіан)?

3. В чому заключається метод медіан?
4. Як визначаються контрольні границі на контрольних картах?
5. Що називається медіаною?

**Література:**

[4], с. 23-29; [5], с. 36-40; [8], с. 406-407.

**Практична робота 6**

**СТАТИСТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
МЕТОДОМ СЕРЕДНІХ АРИФМЕТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ І РОЗМАХІВ**

**Мета роботи:**

- практичне оволодіння методами статистичного керування якістю продукції і попередження браку.

**Завдання до практичної роботи:**

За отриманими результатами досліджуваного технологічного процесу обробки деталей дати аналіз ходу технологічного процесу і визначити показник точності технологічного процесу.

Варіанти завдань до роботи приведені в таблиці 5.1 практичної роботи 5 (варіант задається викладачем).

**Теоретичні відомості**

Контрольна карта – це графічний спосіб представлення і порівняння інформації, що оснований на послідовності вибірок (проб), що відображають поточний стан процесу, з границями, які установлені на основі внутрішньо присутній процесу мінливості.



При статистичному регулюванні технологічного процесу використовують різні типи контрольних карт.

Для контрольних карт, що використовують кількісні дані, припускається нормальний розподіл для варіацій значень вибірок.

Виконання даної роботи передбачає для регулювання технологічного процесу використання карт середніх арифметичних значень ( $\bar{x}$ ) і розмахів (R).

Обсяг вибірки при цьому методі складає 3...10 одиниць. Статистичними характеристиками є середнє арифметичне значення  $\bar{x}$  і розмах розподілення R даної вибірки.

### Послідовність виконання роботи

1. Вихідні дані для побудови контрольної карти вибрати з таблиці 5.1(завдання до практичної роботи 5).

2. Перед початком побудови контрольної карти значення контрольного показника якості на основі даних за відповідним варіантом представити за формою таблиці 6.1 з розподілом на вибірки обсягом п'ять деталей кожна.

Таблиця 6.1

Результати вимірювань

Значення контролюємого параметра	Номер вибірки				
	1	2	3	...	n
$x_1$					
$x_2$					
$x_3$					
$x_4$					
$x_5$					
Сума $\sum x_i$					
Середнє $\bar{x}$					
Розмахи R					

3. За результатом вимірювань для кожної вибірки обчислити середнє арифметичне значення  $\bar{x}$  контрольованого параметра за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (6.1)$$

де  $n$  – обсяг вибірки (число вимірів у вибірці)

$x_i$  - результат вимірювань контрольованого параметра у вибірці, мм.

Результати розрахунків занести до табл. 6.1.

4. Для кожної вибірки обчислити значення розмаху  $R$  контрольованого показника:

$$R = x_{\max} - x_{\min}, \quad (6.2)$$

де  $x_{\max}$  і  $x_{\min}$  – відповідно найбільше і найменше значення контрольованого показника у вибірці, мм.

Результати розрахунків занести до табл. 6.1.

5. Обчислені значення середніх арифметичних і розмахів та відповідні цим значенням точки нанести на контрольну карту.

Контрольна карта ( $\bar{x}$  -  $R$ ) складається із двох діаграм: діаграми середніх арифметичних значень і діаграми розмахів.

На діаграму середніх арифметичних значень нанести лінії  $T_v$  і  $T_n$ , що визначають граничні значення поля допуску і контрольні границі (попереджувальні лінії)  $P_v$  і  $P_n$  для допустимих середніх арифметичних.

Між діаграмами залишається місце для запису значень контрольованого показника  $x_i$ , суми значень показників  $\sum x_i$ , середніх арифметичних значень  $\bar{x}$ , найбільших  $x_{\max}$  і найменших  $x_{\min}$  значень контрольованого показника і значень розмаху  $R$  у вибірках. В нижній частині карти наносяться границі: нижня границя розмахів, що приймається рівною нулю.) і верхня границя регулювання розмахів  $P_{BR}$ .

Границі регулювання  $P_v$  і  $P_n$  діаграми середніх арифметичних значень вибірок обчислюють за формулами:

$$P_v = T_v - 0,5A \cdot T \quad (6.3)$$

$$P_n = T_n + 0,5A \cdot T \quad (6.4)$$

де  $T$  – допуск;

A – коефіцієнт, що залежить від обсягу вибірки (табл.6.2).

Границю регулювання розмахів визначають за формулою:

$$P_{BR} = 0,5B \cdot T \quad (6.5)$$

де B – коефіцієнт, що залежить від обсягу вибірки (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Значення коефіцієнтів** для обчислення контрольних границь

Обсяг вибірки	A	B
3	0,42	1,45
5	0,55	1,63
7	0,62	1,72
9	0,67	1,78

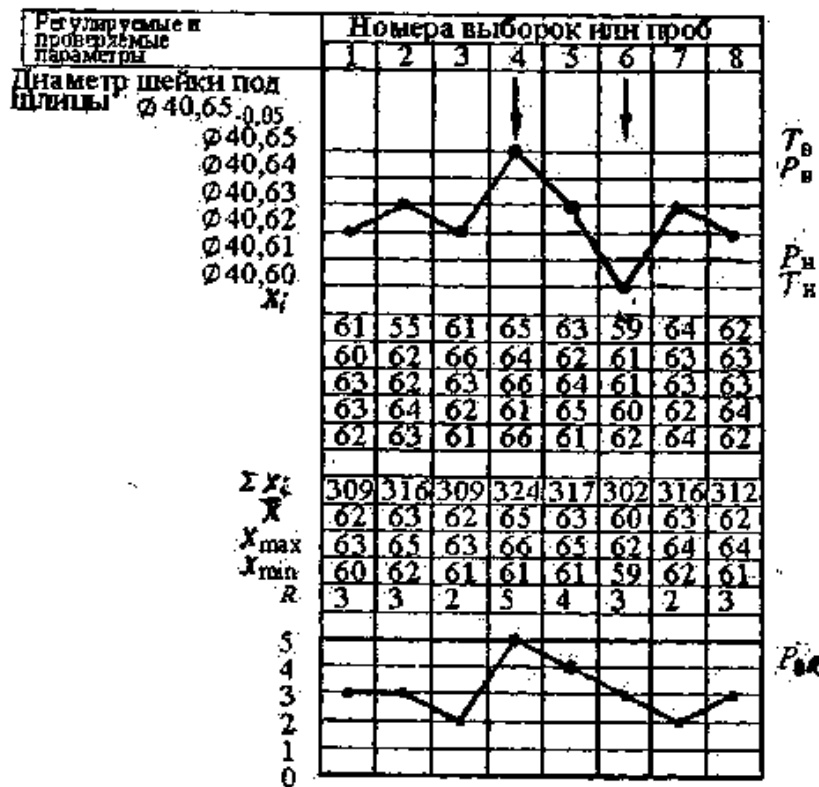


Рисунок 6.1 - Приклад контрольної карти статистичного регулювання методом середніх арифметичних значень і розмахів ( $\bar{x}$  і R).

На рис. 6.1 приведено приклад контрольної карти статистичного регулювання методом середніх арифметичних значень і розмахів ( $\bar{x}$  і R).

Примітка: величини  $\bar{x}$ ,  $x_i$ ,  $x_{max}$ ,  $x_{min}$ ,  $\Sigma x_i$  вказані десятковими значеннями.

6. Проаналізувати розташування точок на контрольній карті.

6.1. Хід процесу вважається нормальним, якщо середні арифметичні значення  $\bar{x}$  вибірок не виходять за границі регулювання  $P_v$  і  $P_n$ , а розмахи  $R$  за границю  $P_{BR}$ .

6.2. Лінія, що з'єднує точки середніх арифметичних значень вибірок, відображає динаміку зміни рівня настройки процесу, а лінія що з'єднує точки розмахів вибірок-динаміку зміни точності процесу.

Вихід середніх арифметичних і (або) розмахів вибірок за границі регулювання сигналізує про порушення нормального ходу процесу і можливе виникнення браку. На контрольній карті робиться сигнал попередження у вигляді стрілки ( $\downarrow$ ).

6.3. Процес вважається також потребує наладки, коли точки на діаграмі явно розташовуються по зростаючому або зменшуваному напрямку.

### **Зміст звіту:**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Результати вимірювань за формою табл. 6.1.
5. Результати розрахунків границь регулювання:  $P_B$ ,  $P_H$ ,  $P_{BR}$ .
6. Контрольна карта.
7. Результати аналізу розташування точок на контрольній карті.
8. Висновки.

### **Контрольні запитання:**

1. Що таке контрольна карта?
2. Які типи контрольних карт використовуються при статистичному регулюванні технологічного процесу?

3. В чому особливість методу середніх арифметичних значень і розмахів?

4. В яких випадках згідно контрольної карти хід процесу вважається нормальним?

**Література:**

[4], с 30-36; [5], с.36-40; [8], с. 407-409.

**Практична робота 7**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНИМ МЕТОДОМ**

**Мета роботи:**

- практичне освоєння методів статистичного дослідження точності виконання технологічних операцій виготовлення деталей.

**Матеріальне забезпечення:**

Стандарти:

- ГОСТ11.002 – 73 «Прикладная статистика. Правила оценки аномальности результатов наблюдений».

- ГОСТ11.006 – 74 «Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим».

**Завдання до практичної роботи**

1. Вивчити ймовірнісно-статистичний метод дослідження точності виконання технологічних операцій швейного виробництва.

2. Провести аналіз і дати оцінку точності виконання технологічної операції викроювання деталей жіночої сукні, що задані відповідним варіантом (варіанти виконуваних завдань встановлює викладач).

3. Запропонувати заходи, що підвищать точність виконання досліджуваної технологічної операції.

Таблиця 7.1

**Варіанти завдань до практичної роботи 7**

*Варіант 1. Результати виміру довжини рукава:  $x=(524\pm 3)$  мм*

526	527	525	526	524	526	525	524	522	527
525	526	524	525	524	526	527	525	523	526
526	525	525	523	525	524	525	525	526	526
525	527	525	526	525	526	524	526	525	526
524	525	524	525	527	525	526	526	523	525

*Варіант 2. Результати виміру довжини рукава:  $x=(500\pm 3)$  мм*

500	498	500	501	500	499	501	500	497	499
499	500	500	498	500	502	500	500	501	501
501	501	497	501	499	500	498	500	500	499
499	498	501	498	500	501	501	500	498	500
502	501	499	500	501	502	502	500	500	499

*Варіант 3. Результати виміру ширини рукава:  $x=(327\pm 3)$  мм*

330	327	328	329	330	328	329	328	326	330
329	328	326	329	328	327	329	328	330	328
327	329	330	329	328	328	330	329	328	329
329	329	330	329	327	329	326	329	327	328
330	328	327	329	328	327	330	329	329	330

*Варіант 4. Результати виміру ширини рукава:  $x=(300\pm 3)$  мм*

302	299	300	298	300	299	302	300	298	301
300	303	300	299	300	298	301	300	301	299
301	300	302	300	301	299	300	299	303	301
300	298	300	299	303	299	301	300	301	300
302	299	301	300	298	300	302	299	300	302

*Варіант 5. Результати виміру довжини стоячого коміру:  $x=(180\pm 3)$  мм*

179	183	181	180	181	180	181	178	182	181
182	181	183	181	179	181	182	181	181	179
181	180	182	181	182	181	182	178	181	180
178	181	182	179	182	180	182	181	179	182
180	182	178	182	181	179	181	180	181	180

Варіант 6. Результати виміру довжини стоячого коміру:  $x=(180\pm 3)$  мм

181	179	182	179	179	184	179	181	179	180
179	178	180	180	182	179	181	179	179	182
181	179	182	179	180	179	179	178	182	179
182	184	180	179	182	179	182	179	181	182
180	179	181	182	184	180	180	179	182	184

Варіант 7. Результати виміру ширини стоячого коміру:  $x=(40\pm 2)$  мм

43	40	41	40	40	42	41	40	42	41
40	41	40	43	40	41	40	42	40	43
41	40	42	40	41	40	39	40	41	41
42	40	40	41	42	41	40	41	40	41
41	40	39	41	42	40	42	40	43	41

Варіант 8. Результати виміру ширини стоячого коміру:  $x=(40\pm 2)$  мм

40	39	41	42	38	41	40	41	42	39
41	42	40	42	42	39	41	43	41	40
41	39	41	43	40	41	40	42	41	42
42	42	39	42	42	40	39	41	40	42
39	41	40	42	38	41	40	39	42	39

Варіант 9. Результати виміру довжини відкладного коміру:  $x=(176\pm 3)$  мм

176	176	176	176	177	175	176	177	176	174
176	174	177	176	177	176	177	176	178	177
177	176	176	177	175	176	178	176	177	176
176	174	177	176	178	177	176	176	176	177
177	178	177	176	173	176	178	177	176	175

Варіант 10. Результати виміру довжини відкладного коміру:  $x=(170\pm 3)$

мм

170	172	174	172	173	172	170	173	172	171
174	172	173	172	174	172	172	173	171	172
173	172	170	173	172	171	173	173	172	174
171	172	171	172	174	171	172	173	174	172
173	171	173	170	174	172	171	173	173	170

Варіант 11. Результати виміру ширини відкладного коміру:  $x=(80\pm 3)$  мм

83	81	80	81	82	80	81	82	80	79
83	81	82	79	81	80	83	81	80	82
81	81	83	81	81	82	81	80	82	80
80	79	80	82	79	80	79	82	80	81
82	81	82	80	80	82	80	81	80	79

*Варіант 12. Результати виміру ширини відкладного коміру:  $x=(80\pm 3)$  мм*

82	79	81	78	79	79	83	79	80	78
79	80	79	80	79	80	80	80	79	82
81	79	83	81	80	81	79	78	79	81
79	80	80	79	78	81	81	79	82	80
78	80	80	82	79	82	82	78	80	82

*Варіант 13. Результати виміру довжини подвійної манжети на застібці:  $x=(152\pm 3)$  мм*

156	153	152	151	152	154	151	153	153	156
152	154	155	153	152	153	152	153	152	151
151	153	152	154	155	152	152	154	154	154
152	153	154	153	153	152	153	152	153	152
154	155	154	152	151	151	152	154	152	155

*Варіант 14. Результати виміру довжини подвійної манжети на застібці:  $x=(120\pm 3)$  мм*

118	120	121	120	120	122	120	121	119	122
119	120	119	121	120	120	119	120	119	119
121	120	122	120	119	118	120	120	118	121
119	120	119	120	121	119	121	119	121	119
118	119	121	121	119	120	122	120	118	118

*Варіант 15. Результати виміру довжини одинарної манжети на застібці:  $x=(152\pm 3)$  мм*

151	152	154	152	151	152	152	154	152	155
151	152	153	152	154	152	154	153	153	154
153	152	154	152	151	152	153	151	152	154
153	155	152	153	156	153	154	152	152	153
154	155	152	154	153	153	152	153	152	151

*Варіант 16. Результати виміру довжини накладної манжети:  $x=(152\pm 3)$*

мм

155	152	153	151	154	152	154	151	152	153
152	154	153	154	152	153	154	152	154	151
152	155	152	151	154	153	155	152	154	152
153	154	151	154	153	152	152	154	153	151
151	154	153	152	155	154	151	154	154	153



## Теоретичні відомості

Під точністю виготовлення деталі розуміють степінь відповідності дійсних геометричних параметрів деталі, що отримані в результаті обробки (розміри, форми і взаємного розташування поверхонь), параметрам, що задані на робочому кресленні. Точність виконання розмірів визначається допустимими відхиленнями (полями допусків) від номінальних значень.

У виробництві при аналізі і контролі якості виробів найбільш часто приходиться вирішувати наступні задачі:

- 1) аналіз точності обробки на основі метода кривих розподілу;
- 2) забезпечення виготовлення виробів без браку (визначення ймовірності браку, а також числа виробів, що вимагають доробки);
- 3) корегування параметрів технологічного процесу у ході його виконання для забезпечення необхідної якості деталей, що виготовляються за допомогою вибіркового контролю показників точності (статистичне регулювання технологічного процесу обробки).

Оскільки похибки, а також дійсні розміри, які встановлені вимірюванням з допустимою похибкою, являються величинами випадковими, то для виявлення закономірностей, що властиві цим величинам, можуть бути застосовані методи теорії ймовірностей і математичної статистики.

Ймовірнісно-статистичний метод розрахунку точності обробки застосовують при кількості контрольованих виробів (в одній партії) в межах від 50 до 100 одиниць. У результаті експерименту вимірюють необхідний параметр. Результати вимірів оброблюються на основі теорії ймовірності і методів математичної статистики, визначаючи точність досліджуваного технологічного процесу.

Величина  $\bar{x}$  середній результат вимірювань та  $S$  емпіричне середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань називаються параметрами розподілу і являються основними кількісними характеристиками розподілу випадкових величин і в даному випадку являються кількісними

характеристиками точності виконання операції технологічного процесу виготовлення деталей.

У теорії похибок доведено, що за умов виконання нормального закону розподілу (Гауса) при декількох вимірюваннях однакової точності середнє арифметичне значення  $\bar{x}$  при всіх вимірюваннях є найбільш ймовірним значенням вимірюваної величини, а також являється центром розподілу (центром групування) їх значень.

Емпіричне середнє квадратичне відхилення  $S \sim \sigma$  являється мірою точності даного методу обробки, визначаючи величину поля розсіювання результатів вимірювань.

По отриманим у результаті обробки експериментальних даних величинам  $\bar{x}$  і  $S$  будують криву розподілу досліджуваного параметру. При цьому не враховується послідовність обробки заготовок, тобто систематичні сталі і змінні похибки не відокремлюються від випадкових і вплив усіх похибок відображається у загальному вигляді розсіяння розмірів, що мають різні значення при нез'ясованих причинах їх появи.

### Послідовність виконання роботи

1. Результати вимірювання досліджуваного показника ( $x$ ) згідно отриманого варіанту завдання занести до табл.7.2, упорядкувавши їх за зростаючими значеннями (у варіаційний ряд):

$$x_1 = x_{min} \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n = x_{max}.$$

Таблиця 7.2

Результати вимірювань.....

№ п/п															
Розмір, мм															

2. Виконати обробку експериментальних даних для визначення вимірювань, що різко відрізняються.

Для цього визначити середній результат вимірювань з виразу:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

та середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань з виразу:

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

де  $n$  – число результатів вимірювань.

Прийняти рішення щодо сумнівних результатів (найбільшого та найменшого) вимірювань.

Методика перевірки для випадку нормального розподілу значень вимірюваної величини приведена в ГОСТ 11.002-73 «Прикладная статистика. Правила оценки аномальности результатов наблюдений».

Вилучення грубих похибок з результатів вимірювань здійснюють за допомогою критерію аномальності результату вимірювань. Запропоновано декілька статистичних критеріїв вилучення грубих похибок (Райта, Діксона, Греббса, Романовського та ін.).

При виконанні даної роботи застосовується критерій Романовського (приймавши рівень значимості  $\alpha=0,05$  та ймовірності  $\beta=0,95$ ). Згідно критерію

Романовського, якщо  $|x_i^c - \bar{x}| \geq t_\beta \cdot S$ , де  $t_\beta$  – критерій, значення якого

приведені в табл.7.3, то вимірювання  $x_i^c$  підлягає виключенню, як таке, що не заслуговує довіри (містить «грубі» похибки, являються «анормальним результатом»).

Таблиця 7.3

**Значення критерію  $t_\beta$  при ймовірності  $\beta=0,95$  та кількості ступенів вільності  $k=n-1$**

$k=n-1$	10	15	20	30	50	100
$t_{\beta}$	2,23	2,13	2,09	2,04	2,01	1,98

Результати оцінки вимірювань за критерієм грубої похибки занести до табл.7.4.

Таблиця 7.4

### Результати оцінки вимірювань

Вихідні дані		Сумнівні результати вимірювань та відхилення, мм		Оцінка за критерієм грубих похибок	
$\vec{x}$ , мм					
S, мм				Критерій Романовського,	Висновок про похибку
Рівень значимості $\alpha=0,05$		$x_{max}^c =$	$ x_{max}^c - \vec{x}  =$	$t_{\beta=}$	
		$x_{min}^c =$	$ x_{min}^c - \vec{x}  =$	$t_{\beta \times S=}$	

3. Побудувати гістограму розподілу результатів вимірювань та емпіричну криву (полігон).

Для цього:

– визначити граничні значення  $x_{max}$  та  $x_{min}$  (за результатами вимірів, що залишились після перевірки наявності грубих похибок);

– визначити діапазон розсіювання випадкової величини  $x$  за формулою

$$R = x_{max} - x_{min};$$

– розбити діапазон розсіювання на ціле число рівних інтервалів  $k$  за принципом зростання розмірів.

Для кількості вимірювань, меншої від 100 рекомендують визначити кількість інтервалів за формулою  $k=(0,55 \div 1,25) n^{0.4}$ , де  $n$  – кількість вимірів.

З практики число інтервалів рекомендується приймати в межах від 8 до 15, у залежності від діапазону розсіювання розмірів (результатів вимірювань) і прийнятої величини інтервалу.

Визначити величину інтервалу  $\Delta x$ :

- визначити границі інтервалів та середнє значення інтервалів;
- визначити число вимірів, що відповідають кожному інтервалу

(частоту)  $m_i$ . Необхідно врахувати, якщо значення припадає на границю інтервалу, то в суміжні інтервали відносять по 0,5 числа показань. Результати занести до табл.7.5.

Таблиця 7.5

**Результати обробки вимірювань по визначенню середнього результату вимірювань  $\bar{x}$  і середнього квадратичного відхилення  $S$**

Вихідні дані				Визначення параметрів розподілу $\bar{x}; S$			
№ інтервалу	Границі інтервалів, мм		Середнє значення інтервалу $x_i$ , мм	Частота, $m_i$	$x_i m_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2 m_i$
	від	до					
1							
2							
3							
k							
Сума				$\sum_{i=1}^k m_i =$	$\sum_{i=1}^k x_i m_i =$		$\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 m_i =$
Результати розрахунків							
$\bar{x} =$ , мм		$v = \pm$		$S =$ , мм		$S(\bar{x}) = \pm$ , мм	

Визначити по формулам:

– середній результат вимірювань  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i \cdot m_i}{n}$  або  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  ;

– емпіричне середнє квадратичне відхилення 
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 \cdot m_i}{n-1}};$$

де  $n$  – число проведених вимірів;

$k$  – число інтервалів розмірів;

$x_i$  – середнє значення  $i$ -го інтервалу.

Результати обчислень занести до табл.7.5

Обчислити статистичні характеристики вибірки, що розглядається:

– коефіцієнт варіації  $v = \pm \frac{100S}{\bar{x}}$  ;

– середню квадратичну похибку середнього арифметичного значення

результату вимірювань  $S(\bar{x}) = \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$ .

Результати обчислень занести до табл. 7.5.

Побудувати гістограму розподілу отриманих результатів. Для цього по осі абсцис у вибраному масштабі відкласти інтервали показань у відповідності з табл.7.5, а по осі ординат – у певному масштабі відповідно їм частоти  $m_i$ .

У результаті побудови отримаємо стовбчасту діаграму – гістограму розподілу.

На отриманій гістограмі побудувати емпіричну криву розподілу (полігон), для чого послідовно з'єднати між собою ламаною лінією точки, що відповідають середині кожного інтервалу гістограмного розподілу (див. рис. 7.1).

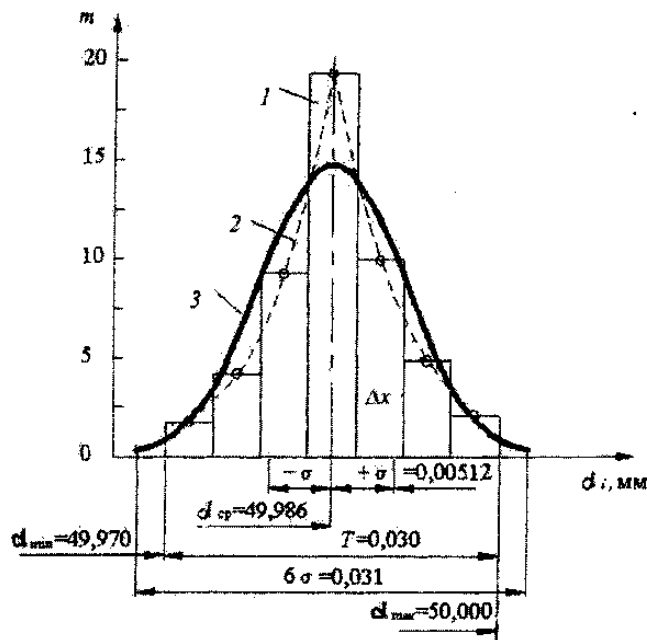


Рисунок 7.1. Приклад побудови емпіричного розподілу: гістограми (1), полігону (2) та теоретичного розподілу (3) випадкової величини.

4. Побудувати теоретичну криву нормального розподілу, поєднавши її з емпіричною кривою розподілу. Побудову виконати в одному і тому ж масштабі. При побудові використати дані табл.7.6.

Таблиця 7.6

Дані для побудови кривої нормального розподілу

Абсциси			Ординати		
Z	$x = Z \cdot S$	права гілка	ліва гілка	y	$m'_i = y \frac{n \cdot \Delta x}{S}$
		$x_i = \bar{x} + x$	$x_i = \bar{x} - x$		
0	0			0,3989	
0.5	0.5S=			0,3521	
1.0	S=			0,2420	
2.0	2S=			0,0540	
3.0	3S=			0,0044	

### Примітки:

1. При побудові теоретичної кривої нормального розподілу абсциси відкладати від середнього арифметичного значення  $\bar{x}$  (центра симетрії) в обидві сторони на відстані  $x = \pm Z \cdot S$ .

2.  $m'_i$  - ординати кривої нормального розподілу у тому ж масштабі, що і для емпіричної кривої розподілу.

3. Визначити відповідність емпіричної кривої розподілу досліджуваного показника теоретичному закону нормального розподілу їх візуальним порівнянням.

4. У випадку, якщо гіпотеза про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону розподілу підтверджується, тобто емпірична і теоретична криві розподілу будуть мати близьке співпадіння визначаємо:

– коефіцієнт точності технологічного процесу  $\psi = \frac{T}{6S}$ , де  $T$  – поле допуску досліджуваного показника ( $x$ ) у виробі однієї партії згідно варіанта завдання  $T = es - ei$ , де  $es, ei$  – відповідно верхнє і нижнє граничні відхилення величини  $x$ .

При значеннях  $\psi \geq 1,12$  процес обробки заготовок без браку являється надійним. При значеннях  $1,0 \leq \psi \leq 1,12$  обробка без браку залежить від умов правильного розмірного налагоджування, що характеризується величиною відповідного зміщення  $\Delta L$  вершини кривої розподілу від середини поля допуску (рис. 7.2).

$e = \frac{\Delta L}{T}$ , де  $e$  – коефіцієнт точності налагоджування.

При цьому  $\Delta L = \vec{x} - 0,5(L_{max} + L_{min})$ ,

де  $L_{max}$  та  $L_{min}$  - найбільший і найменший гранично допустимі розміри деталі відповідно (див. рис. 7.2).



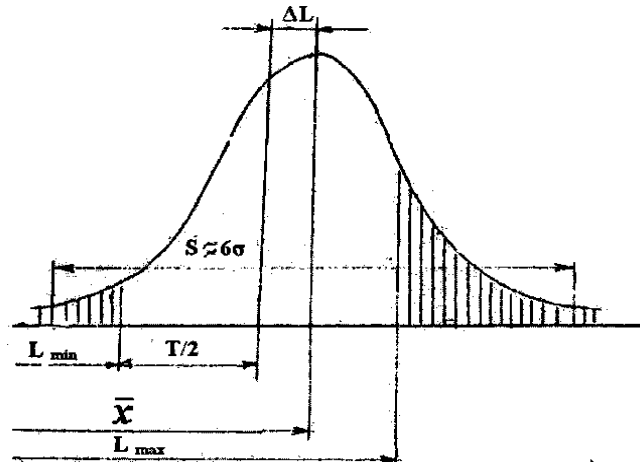


Рисунок 7.2 - До визначення коефіцієнта точності налагоджування

Налагоджування вважається точним (виконання обробки без браку), якщо

$e < e_{\text{доп}}$ , де  $e_{\text{доп}}$  – допустиме значення коефіцієнта точності налагоджування.

$$e_{\text{доп}} = \frac{T - 6S}{2T}$$

7. Визначити ймовірну кількість бракованих деталей.

$$P_{\text{бр}} = 1 - [\Phi(z_1) + \Phi(z_2)],$$

де значення аргументу  $Z$  у функції Лапласа дорівнює (приймавши  $\sigma=S$ ).

$$z_1 = \frac{L_{\text{max}} - \bar{x}}{S}$$

Значення функції  $\Phi(z)$  приведені у табл.7.7.

8. Визначити технологічний допуск, тобто допуск, що може забезпечуватись даним технологічним процесом.

$$T_T = 6S + \Delta L$$

9. Визначити ресурс точності, як відношення технологічного допуску до допуску, що заданий технічними умовами.

$$R_T = \frac{T_T}{T}$$

10. Скласти звіт по роботі.

Таблиця 7.7

$$\text{Значення функції } \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz .$$

z	Φ(z)	z	Φ(z)	z	Φ(z)	z	Φ(z)
0.01	0.0040	0.31	0.1217	0.72	0.2642	1.80	0.4641
0.02	0.0080	0.32	0.1255	0.74	0.2703	1.85	0.4678
0.03	0.0120	0.33	0.1293	0.76	0.2764	1.90	0.4713
0.04	0.0160	0.34	0.1331	0.78	0.2823	1.95	0.4744
0.05	0.0199	0.35	0.1368	0.80	0.2881	2.00	0.4772
0.06	0.0239	0.36	0.1406	0.82	0.2939	2.10	0.4821
0.07	0.0279	0.37	0.1443	0.84	0.2998	2.20	0.4861
0.08	0.0319	0.38	0.1480	0.86	0.3051	2.30	0.4893
0.09	0.0359	0.39	0.1517	0.88	0.3106	2.40	0.4918
0.10	0.0398	0.40	0.1554	0.90	0.3159	2.50	0.4938
0.11	0.0438	0.41	0.1591	0.92	0.3212	2.60	0.4953
0.12	0.0478	0.42	0.1628	0.94	0.3264	2.70	0.4965
0.13	0.0517	0.43	0.1664	0.96	0.3315	2.80	0.4974
0.14	0.0557	0.44	0.1700	0.98	0.3365	2.90	0.4981
0.15	0.0596	0.45	0.1736	1.00	0.3413	3.00	0.49865
0.16	0.0636	0.46	0.1772	1.05	0.3531	3.20	0.49931
0.17	0.0675	0.47	0.1808	1.10	0.3643	3.40	0.49966
0.18	0.0714	0.48	0.1844	1.15	0.3749	3.60	0.49984
0.19	0.0753	0.49	0.1879	1.20	0.3849	3.80	0.499928
0.20	0.0793	0.50	0.1915	1.25	0.3944	4.00	0.499968
0.21	0.0832	0.52	0.1985	1.30	0.4032	4.50	0.499997
0.22	0.0871	0.54	0.2054	1.35	0.4115	5.00	0.4999997
0.23	0.0910	0.56	0.2123	1.40	0.4192		
0.24	0.0948	0.58	0.2190	1.45	0.4265		
0.25	0.0987	0.60	0.2257	1.50	0.4332		
0.26	0.1020	0.62	0.2324	1.55	0.4394		
0.27	0.1064	0.64	0.2389	1.60	0.4452		
0.28	0.1103	0.66	0.2454	1.65	0.4505		
0.29	0.1141	0.68	0.2517	1.70	0.4554		
0.30	0.1179	0.70	0.2580	1.75	0.4599		

### Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до лабораторної роботи.
4. Таблиці результатів обробки експериментальних даних за формою табл.7.2; 7.4; 7.5; 7.6.
5. Емпірична крива розподілу (полігон та гістограма) та крива нормального розподілу.

6. Висновки (відповідність отриманого розподілу закону нормального розподілу; значення коефіцієнтів точності технологічного процесу та точності налагоджування, ймовірної кількості бракованих деталей).

Примітка: наведемо приклад висновків. Визначені кількісні характеристики точності технологічного процесу  $\bar{x}=85,8$  мм,  $S=1,4$  мм. Так як коефіцієнт точності технологічного процесу  $\psi=1$ , а коефіцієнт точності налагоджування  $e < e_{\text{доп}}$ ,  $e=0.03$ ;  $e_{\text{доп}}=0,2$ , то в партії деталей можливо поява деталей з розмірами, що виходять за межі границь поля допуску.

Ймовірна кількість бракованих деталей дорівнює 4%, а технологічний допуск, що фактично забезпечується на даній операції становить  $T_T=8.62$  мм при допуску, що заданий технічними умовами  $T=6$  мм.

Встановлено на основі аналізу партії деталей, що точність технологічного процесу незадовільна, так як не у всіх викроєних деталей забезпечуються розміри, що допускаються технічними умовами.

Необхідно терміново прийняти міри по налагодженню технологічного обладнання і досягнення умов правильного виконання операції.

### **Контрольні запитання:**

1. Показники якості виготовлення виробів.
2. Сутність ймовірнісно-статистичного методу дослідження процесу виготовлення виробів.
3. Методика оцінки точності виконання технологічної операції виготовлення виробу.
4. Визначення кількісних характеристик точності технологічного процесу.
5. Як визначити відношення між придатними і бракованими деталями?

6. Яка послідовність побудови кривої нормального розподілу і приведення її до одного масштабу з емпіричною кривою розподілу?

7. Яка послідовність побудови емпіричної кривої розподілу (полігону)?

### **Література:**

[1], с.79 – 82, 97 – 99; [4], с.14 – 33, [6], с.439 – 442.

## **Практична робота 8**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

#### **Мета роботи:**

- практичне освоєння методів розрахунку показників якості продукції.

#### **Матеріальне забезпечення:**

Нормативні документи на прилади та обладнання, що використовується в побутових умовах.

#### **Завдання до практичної роботи:**

1. Вивчити методику оцінювання показників якості продукції.

2. Виконати розрахунок комплексного показника якості приладів та обладнання, що задані відповідним варіантом приведеним у табл. 8.1 (варіанти виконуваних завдань встановлює викладач). Моделі для аналізу добираються студентом.

*Таблиця 8.1*

#### **Варіанти індивідуальних завдань до практичної роботи**

Номер варіанту	Об'єкт експертизи
1	Калькулятор
2	Крісло
3	Фен
4	Кондиціонер

5	Телефон
6	Чайник електричний
7	Пилосос
8	Дриль електричний
9	Стабілізатор напруги
10	Шуруповерт акумуляторний
11	Електрична машинка для підстригання волосся
12	Праска електрична

### Теоретичні відомості

Якість – це сукупність властивостей і характеристик продукції або послуги, що визначають її придатність задовольняти індивідуальні потреби конкретного споживача

Рівень якості продукції – це будь-яка кількісна оцінка, отримана шляхом порівняння спостережуваних значень із заданими.

Будь-яка міра якості повинна допомогти нам дати відповіді на наступні запитання:

1. Чи відповідають параметри виробу вимогам споживачів?
2. Чи відповідає виріб усім нормативним і юридичним документам?
3. Чи переважає виріб товари-конкуренти?

Кваліметрія – наукова дисципліна, що вивчає методологію і проблеми комплексного кількісного оцінювання якості об'єктів будь-якої природи

Кваліметрія поділяється на теоретичну і прикладну. Прикладна кваліметрія, що розробляє методи кількісної оцінки якості для конкретних видів об'єктів. Під час оцінювання рівня якості однорідної продукції використовується два методи кваліметрії: диференційний і комплексний. Диференційним називається метод, заснований на порівнянні одиничних показників якості розглянутого зразка продукції з такими ж показниками якості базового зразка. Базове значення показника якості продукції – це значення показника якості продукції, прийняте за основу під час порівняльної оцінки її якості. Вибір базового зразка здійснюється залежно від мети оцінки рівня якості розглянутих зразків. У разі, коли метою оцінки є прийняття рішення за результатами випробувань відповідно до нормативно-технічного документу,

згідно з яким оцінювана продукція виробляється тоді, як базові показники використовуються показники даного стандарту. Якщо необхідно оцінити якість з точки зору споживача, то базовим є найбільш конкурентоспроможний зразок з розглянутих.

Використовується два методи порівняння показників якості продукції:

1. За кваліметричною шкалою інтервалів, коли з  $i$ -го значення показника, що розглядається продукції  $p_i$  віднімається  $i$ -те значення показника якості базового зразка  $p_{i\text{баз}}$ .

2. За кваліметричною шкалою відносин, в цьому випадку визначають показники якості:

$$K_i = p_i / p_{i\text{баз}}, \quad (8.1)$$

де  $p_i$  – значення  $i$ -го показника якості оцінюваної продукції;

$p_{i\text{баз}}$  – значення  $i$ -го базового показника;

$i$  – кількість показників якості продукції .

Далі точки наносять в системі координат: за віссю абсцис – значення показника  $p_i$ , за віссю ординат – оцінки показника  $K_i$ ; визначають тенденцію зміни залежності в інтервалі між головними точками і будують графік. Отримані ламані криві необхідно апроксимувати адекватними аналітичними функціями (див. роботу 3 і 4). При виконанні даної роботи не передбачено.

Комплексний метод оцінки рівня якості продукції здійснюється з використанням комплексних (узагальнених) показників якості. Слід звернути увагу, що комплексна оцінка не дає уявлення про окремі властивості продукції; комплексні показники можна отримувати за різного поєднання одиничних показників. Тому комплексні показники повинні доповнювати, а не замінити окремі показники якості. Комплексний показник характеризує сукупність взаємопов'язаних властивостей (складна властивість) з усієї безлічі властивостей, що утворюють якість продукції і виражається одним числом, що дозволяє на практиці порівнювати велику кількість показників якості продукції

з такою кількістю базових показників. Він відображає таку сукупність властивостей продукції, за якою прийнято рішення оцінювати якість продукції. Вибір одиничних показників обґрунтовують. Після складання списку показників, їх об'єднують у групи за характерними властивостями: призначення, технологічності, безпеки і інші. Розрахунок комплексного показника якості передбачає визначення коефіцієнтів вагомості. Комплексними показниками якості є головні, інтегральні і середньозважені. Коли це можливо, для оцінки використовується головний показник, який найбільш повно відображає основне призначення продукції.

#### Експертний метод ранжування

Коефіцієнти вагомості показників якості, що потрібні для визначення комплексних показників якості, визначаються експертними методом ранжування.

Експертні методи застосовуються під час вирішення наступних завдань: формулювання і уточнення мети оцінки якості продукції; розроблення класифікації продукції і споживачів; побудова ієрархічної структурної схеми показників якості; визначення коефіцієнтів вагомості показників; визначення базових значень показників і інші. Застосування експертного методу передбачає дотримання наступних умов:

- експертна оцінка проводиться у разі неможливості використання більш об'єктивних методів для вирішення питання;
- думки експертів повинні бути незалежними;
- формулювання питань, поставлених перед експертами, повинна виключати можливість різного тлумачення;
- експерти повинні бути компетентні в розв'язуваних питаннях;
- кількість експертів повинна бути оптимальною;
- відповіді експертів повинні бути однозначними і забезпечувати можливість їх математичної обробки. До недоліків експертного методу слід віднести властивий йому суб'єктивізм, а також явище конформізму – вплив переважаючого у групі судження на думку експерта.

Сутність експертного методу ранжування. Ранжування припускає розстановку об'єктів вимірювань або показників якості в порядку їх уподобання або важливості. Для цього експертам пропонують проранжувати параметри в порядку зростання важливості, тобто мінімальний ранг  $a_{ij}=1$  отримує найменш важливий показник, наступний, найменш важливий з решти, отримує ранг  $a_{ij}=2$  і так далі. Найбільш важливому показнику присвоюється ранг  $m$ , де  $m$  – кількість показників якості. Часто в процесі експертного опитування виникає ситуація, коли експерт не може провести чіткого розмежування між двома або кількома членами ряду. У такому випадку вводяться «зв'язані ранги».

Коефіцієнт вагомості показників якості  $q_j$  визначають за формулою:

$$q_j = \sum_1^n a_{ij} / \sum_1^m \sum_1^n a_{ij} \quad (8.2)$$

де  $\sum_1^n a_{ij}$  – сума балів, присвоєних усіма експертами за  $i$ -тим показником якості;

$\sum_1^m \sum_1^n a_{ij}$  – сума балів, присвоєних усіма експертами за всіма показниками.

Ступінь узгодженості думок експертів характеризується коефіцієнтом конкордації  $W$ , що визначається за результатами ранжування.

Коефіцієнт конкордації  $W$  обчислюється за формулою:

$$W = 12 \cdot S / [n^2 \cdot (m^3 - m)] \quad (8.3)$$

де  $S$  – сума квадратів відхилень суми рангів кожного показника якості об'єкта експертизи від середньоарифметичного значення рангів;  $n$  – число експертів;  $m$  – число показників якості.

$$S = \sum_1^m d_j^2, \quad (8.4)$$

$$\text{де } d_j = \sum_1^n a_{ij} - R, \quad (8.5)$$

середньоарифметичне значення рангів

$$R = \frac{1}{m} \sum_1^m \sum_1^n a_{ij} \quad (8.6)$$

$j=1,2,3,\dots, m$  – кількість показників якості,



$i=1,2,3,\dots, n$  – кількість експертів.

Коефіцієнт конкордації може набувати значення від 0 (за відсутності узгодження) до 1 (за повної однотайності). Якщо коефіцієнт конкордації має недостатньо високе значення, то з експертами проводяться тренування і обговорюють результати і аналізують помилки. Підвищення узгодженості в експертній групі може бути досягнуто за рахунок ретельного відпрацювання анкет опитування експертів, які складаються з пояснювальних записок і карт опитування експертів. Пояснювальна записка роз'яснює порядок проведення експертної оцінки якості продукції і визначає правила заповнення картки опитування. Карта опитування містить набір звернених до експерта питань про якість продукції. Значимість коефіцієнта  $W$  встановлюють за допомогою критерію Пірсона  $\chi_w^2$ :

$$\chi_w^2 = 12 \cdot S / [m \cdot n(m+1)], \text{ або за формулою : } \chi_w^2 = n(m-1) \cdot w \quad (8.7)$$

Значення  $\chi_w^2$  порівнюють з табличним для прийнятого рівня значимості  $\alpha=0,05$  і числі ступенів свободи  $f=m-1$ . Якщо  $\chi_w^2$  більше  $\chi_{кр}^2$  ступінь узгодженості між експертами не викликає сумніву.

Таблиця 8.2

**Значення критерію Пірсона  $\chi^2$  для рівня значимості  $\alpha=0,05$  і числа ступенів свободи  $f=m-1$**

$f$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\chi^2$	7,815	9,188	11,07	12,592	14,067	15,507	16,919	18,307	19,68	21,06

#### Послідовність виконання роботи

1. Відповідно обраному об'єкту експертизи встановити відповідні моделі для оцінювання їх якості. Кількість моделей повинна бути не менше 4-5.
2. Визначити номенклатуру показників якості об'єкту експертизи.
3. Визначити технічні характеристики (одиничні показники якості) обраних моделей. Привести характеристики за формою табл. 8.3. Для зменшення в подальшому обсягу запису кожній розглядаємій моделі надати кодове літерне позначення, наприклад: А,В,С....

Таблиця 8.3

Одиничні показники якості

Модель	Код моделі	$P_1$	$P_2$	$P_3$	...	$P_i$	
	А						
	В						
	С						
	...						

4. Обравши базову модель виконати оцінювання рівня якості об'єкту експертизи диференційним методом за допомогою кваліметричної шкали відносин. Значення відносних показників якості визначити за формулою (8.1). Результати представити за формою табл.8.4 та у вигляді графічної залежності  $K_i = f(P_i)$ .

Таблиця 8.4

Відносні значення показників якості

Модель	Показники				
	1	2	3	...	$m$
А					
В					
...					

5. Провести ранжування одиничних показників якості досліджуваного об'єкта за допомогою експертної групи. Експертам роздати бланки опитування (форма представлена у табл. 8.5) з пропозицією приписати показникам якості номери (ранги), що визначають їх вплив на рівень якості об'єкту експертизи.

Зазначимо, що при виконанні ранжування в даній роботі мінімальний ранг  $a_{ij} = 1$  отримує найменш важливий показник з точки зору експерта. Найбільш важливому показнику експертом присвоюється ранг  $m$ , де  $m$  – кількість показників якості.

Таблиця 8.5

### Опитувальний лист (анкета) для ранжування факторів

(експерт \_\_\_\_\_)

Номер фактора, $i$	Фактори що впливають на якість	Позначення	Номер фактора за значимістю (ранг)
1		$x_1$	
2		$x_2$	
і т.д.		і т.д.	

Результати опитування всіх експертів представляють у вигляді таблиці наступного виду (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

Матриця рангів

Номер експерта	Фактор			
	$x_1$	$x_2$	...	$x_m$
1	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1m}$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2m}$
3	$a_{31}$	$a_{32}$	...	$a_{3m}$
...	...	...	...	...
$n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nm}$
Суми $\sum_1^n a_{ij}$	$\sum a_{i1} =$	$\sum a_{i2} =$		$\sum a_{im} =$
$d_j = \sum_1^n a_{ij} - R$	$d_1 =$	$d_2 =$		$d_m =$
$d_j^2$	$d_1^2$	$d_2^2 =$		$d_m^2 =$
$q_i$	$q_1$	$q_2$		$q_m =$

6. Обчислити суму квадратів відхилень суми рангів кожного показника якості об'єкта експертизи за формулою (8.4).

7. Обчислити коефіцієнт конкордації  $W$  за формулою (8.3) і зробити висновок про ступінь узгодженості думок експертів.

8. Оцінити статистичну значимість коефіцієнта конкордації за критерієм Пірсона, обчисленим за формулою (8.7) і порівнявши його з табличним значенням (табл.8.2).

9. Обчислити значення комплексних показників якості для оцінювання об'єкта експертизи за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^m q_i \cdot K_i \quad (8.8)$$

де  $q_i$  – коефіцієнт вагомості показників якості;

$K_i$  – відносний показник якості.

Результати занести до таблиці 8.7.

Таблиця 8.7

Комплексні показники якості

Модель	Показник якості				$K$
	$q_1 \cdot K_1$	$q_2 \cdot K_2$	...	$q_m \cdot K_m$	
А					
В					
...					

### Приклад виконання завдання

Відповідно з метою роботи слід виконати оцінювання якості наступних моделей холодильних агрегатів: А, В, С, D, Е. Їх технічні характеристики (одиничні показники якості) наведені в табл. 8.8.

Всі розглянуті моделі холодильних агрегатів призначені для зберігання продуктів в охолодженому і замороженому стані, приготування харчового льоду і охолодження напоїв у побуті. Конструкція холодильних агрегатів постійно вдосконалюється, тому аналізовані моделі мають відмінності в технічних характеристиках, дизайні і зручності використання.

Таблиця 8.8

Одиничні показники якості

Модель холодильного агрегату	ммВисота,	ммШирина,	ммДовжина,	кгВага,	кгКількість льоду за 1 год.,	ВтПотужність,	кВтВіддача електроенергії за 1 добу,	Потужність/добу заморозування,
A	1280	590	620	100	0,04	160	1,2	4
B	1230	590	610	69	0,05	150	1,4	5,2
C	1450	580	600	67	0,05	135	1,5	4,5
D	1455	570	600	73	0,05	140	1,48	4,5
E	1050	580	600	70	0,06	160	1,6	5

До всіх моделей холодильних агрегатів встановлюється однакові вимоги з техніки безпеки, виробники подають відповідні рекомендації відповідно до догляду за холодильним агрегатом, а також правила його зберігання.

Оцінка рівня якості продукції.

В даній роботі оцінювання рівня якості холодильників диференційним методом проведемо за допомогою кваліметричної шкали відношень. Як базову модель обираємо холодильний агрегат моделі E. Використовуючи формулу (8.1) визначимо значення відносних показників якості чотирьох моделей холодильників, що залишились (табл. 8.9).

За допомогою отриманих відносних значень показників якості будемо графік (рис. 8.1) за допомогою якого оцінимо, яка з представлених моделей холодильних агрегатів є кращою за порівнянням показників якості. Висновок: за сукупністю отриманих значень відносних показників якості можна зробити висновок, що із представлених моделей холодильних агрегатів кращою буде модель B і D, як такі що мають найбільш стабільне значення показників які обумовлені їх призначенням.

*Таблиця 8.9*

Відносні значення показників якості

Модель холодильного агрегату	Висога	Ширина	Довжина	Вага	Кількість льоду за 1 год.	Потужність	Витрата електроенергії за одну добу	Потужність заморожування
A	1,22	1,02	1,03	1,43	0,67	1	0,75	0,8
B	1,17	1,02	1,03	0,98	0,83	0,94	0,88	1,04
C	1,38	1	1	0,96	0,83	0,84	0,94	0,9
D	1,38	0,98	1	1,04	0,83	0,88	0,92	0,9

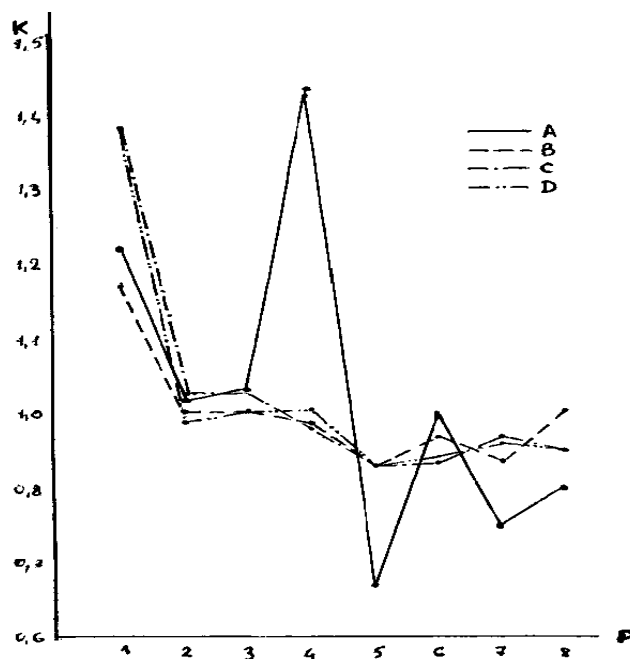


Рисунок 8.1 - Відносні значення показників якості

Проведемо експертне ранжування одиничних показників якості холодильних агрегатів за допомогою експертної групи, що складається з п'яти чоловік. Результати опитування експертів представлені у вигляді матриці рангів (табл. 8.10).

Таблиця 8.10

Результати експертного опитування

	Показники якості холодильних агрегатів
--	--

Джерело інформації (номер експерта)	Висота	Ширина	Довжина	Вага	Отримання льоду за 1 год.	Потужність	Витрата електроенергії	заморожуванняПотужність
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
1	3	2	1	4	5	8	7	6
2	3	2	1	5	4	8	7	6
3	1	4	5	2	3	7	6	8
4	2	3	4	1	5	8	7	6
5	5	7	4	1	2	6	8	3
Сума рангів	14	18	15	13	19	37	35	29
$d_j$	-8,5	-4,5	-7,5	-9,5	-3,5	14,5	12,5	6,5
$d_j^2$	72,25	20,25	56,25	90,25	12,25	210,25	156,25	42,25
$q_j$	0,08	0,1	0,083	0,072	0,11	0,21	0,19	0,16

Середня сума рангів  $R=22,5$ . Сума рангів  $\sum_1^m \sum_1^n a_{ij} = 180$ .

Коефіцієнт конкордації  $W=0,6$ . Значення критерію  $\chi_w^2 = 22$ . Табличним

значенням  $\chi_{кр}^2$  для числа ступенів свободи  $f = m - 1 = 8 - 1 = 7$  є

$\chi_{кр}^2 = 14,067$ . Отже  $\chi_w^2$  більше  $\chi_{кр}^2(f)$  і ступінь узгодженості між експертами

не викликає сумніву. Підраховуємо значення комплексних показників якості

для оцінювання моделей холодильних агрегатів за формулою:  $K = \sum q_j \cdot K_j$ , де  $q_j$

– вагомість показника якості, а  $K_j$  – відносний показник якості. Результати

заносимо до таблиці 8.11.

Комплексні показники якості

Моделі холодильних агрегатів	$q_1 \cdot K_1$	$q_2 \cdot K_2$	$q_3 \cdot K_3$	$q_4 \cdot K_4$	$q_5 \cdot K_5$	$q_6 \cdot K_6$	$q_7 \cdot K_7$	$q_8 \cdot K_8$	K
A	0,098	0,102	0,085	0,103	0,074	0,21	0,143	0,155	0,97
B	0,094	0,102	0,085	0,071	0,091	0,197	0,167	0,166	0,973
C	0,11	0,1	0,083	0,069	0,091	0,176	0,179	0,144	0,952
D	0,11	0,098	0,083	0,075	0,091	0,185	0,178	0,144	0,961
E	0,08	0,1	0,083	0,072	0,11	0,21	0,19	0,16	1,005

Висновок: на підставі розрахунку комплексних показників якості різних моделей холодильних агрегатів, можна зробити висновок, що з представлених моделей холодильних агрегатів кращою з оцінюваних за показниками якостями є E. Найгіршою моделлю, на підставі розрахунку, є C.

#### Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Технічні характеристики (одиничні показники якості) обраних для експертизи моделей за формою табл. 8.3.
5. Відносні значення показників якості обравши базову модель. Результати обчислень представити за формою табл. 8.4 та у вигляді графічної залежності  $K_i = f(P_i)$ .
6. Результати опитування експертів (за формою табл. 8.6).
7. Результати обчислення комплексних показників якості (за формою табл. 8.7).
8. Висновки.

#### Контрольні запитання:

1. Що таке одиничні і комплексні показники якості?
2. Що таке кваліметрія і її методи?



3. Способи оцінювання показників якості.
4. Способи ранжування і розрахунку комплексного показника якості.

### **Література:**

[5],с. 54-82; [9], с.99-104.

## **Практична робота 9**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОМ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК**

#### **Мета роботи:**

- набути практичні навички дослідження технологічних процесів виготовлення виробів методом експертних оцінок.

#### **Завдання до практичної роботи:**

1. Вивчити методику проведення досліджень технологічних процесів за допомогою експертних оцінок.
2. Провести дослідження конкретного технологічного процесу виготовлення виробу (встановлює викладач або обирається студентом), визначити найбільш суттєві фактори, що забезпечують досягнення високих якісних показників.

#### **Теоретичні відомості**

Метою технологічної експертизи виготовлення виробу є дослідження організації і технології, виготовлення виробів, відповідності послуг (робіт, виробів) технологічним режимам і нормативам у кількісному та якісному вимірах. Крім того, особливу увагу вона звертає на використання матеріалів, послідовність технологічних процесів, методи їх виконання, визначає вмотивованість вибору обладнання, пристроїв, моделей, інструменту та ін.

Кількісна характеристика мети досліджень потребує вибору системи показників якості, що можуть бути наступних видів: економічні (ефективність, собівартість, рентабельність та ін.), техніко-економічні (продуктивність, вартість, коефіцієнт використання обладнання та ін.), технологічні (трудоемкість, коефіцієнт механізації та ін.).

Так як, кількість факторів, що характеризують об'єкт дослідження, практично нескінченний, то важливо правильно вибрати сукупність суттєвих факторів, які необхідно в першу чергу враховувати для досягнення високих якісних показників.

Для того, щоб виявити фактори суттєво впливають на параметр оптимізації (якісні показники) в ході того чи іншого технологічного процесу необхідно проранжувати технологічні фактори або показники за ступенем їх важливості. Оскільки відбір факторів є суб'єктивним, то для зменшення ступеня суб'єктивності застосовують методику статистичної обробки думок спеціалістів (експертів). Після відповідної обробки результатів опитування спеціалістів (експертів) отримують кількісну оцінку. При цьому необхідно пам'ятати, що думки спеціалістів часто базуються на інтуїції і тому в значній мірі можуть бути суб'єктивними.

Обробку думок спеціалістів (експертів) починають зі складання анкети (опитувального листа) для ранжування факторів. Для цього на основі вивчення об'єкта досліджень визначають систему показників, що визначають якість виконання обраної операції (список факторів).

Зазначимо, що включення до анкети всіх можливих факторів приводить до невиправданого збільшення обсягу роботи, а відсутність фактора, що очікується як суттєвий, знижує точність отриманих результатів.

Приклад анкети приведений в табл. 9.1.

Фактори, що включені до анкети, прийнято розташовувати по горизонталі:  $X_1, X_2, X_3 \dots X_m$ .

Кожному спеціалісту (експерту ) пропонується приписати цим факторам номери (ранги), що характеризують їх роль в процесі. Кожний експерт ранжирує фактори в послідовності ступеня їх впливу на досліджуваний процес, присвоюючи їм числа  $1, 2, \dots, m$ .

Зазначимо, що проведення опитування експертів повинно проводитись в умовах, що виключають їх взаємне спілкування і дискусії, очним методом.

Таблиця 9.1

**Опитувальний лист (анкета) для ранжування факторів що впливають на процес волого-теплової обробки на гладильному пресі**

(експерт \_\_\_\_\_)

Ранг	Фактори та їх позначення				і т.д.
	Температура подушки преса:		Відносна вологість	Час обробки	
	верхньої	нижньої			
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	

Примітка: до таблиці включені технологічні фактори, що впливають на процес волого-теплової обробки на операції утюження швів стачування деталей, що виконується на гладильному пресі.

Результати опитування всіх спеціалістів представляють у вигляді матриці рангів (див практичну роботу 8, табл. 8.6).

Для оцінки ступеня узгодження думок експертів обчислюють коефіцієнт конкордації W за формулою (8.3) див. роботу 8.

Оцінку статистичної значимості коефіцієнта конкордації встановлюють за допомогою критерію  $\chi_w^2$ , що обчислюють за формулою (8.7).

Якщо  $\chi_w^2 > \chi_{кр}^2$ , то вважають, що думки експертів узгоджені при обраному рівні значимості.

Значення  $\chi_{кр}^2$  для рівня значимості  $\alpha = 0, 05$  і числа ступенів свободи  $f = m - 1$  визначаються за табл. 8.2.

За наявності узгодження думок експертів результати ранжування представляють у вигляді діаграми рангів. Приклад див. рис. 9.1.

Аналіз діаграми рангів дозволяє виключити фактори, що являються незначущими, тобто такими, що мають малий вплив на досліджуваний параметр.

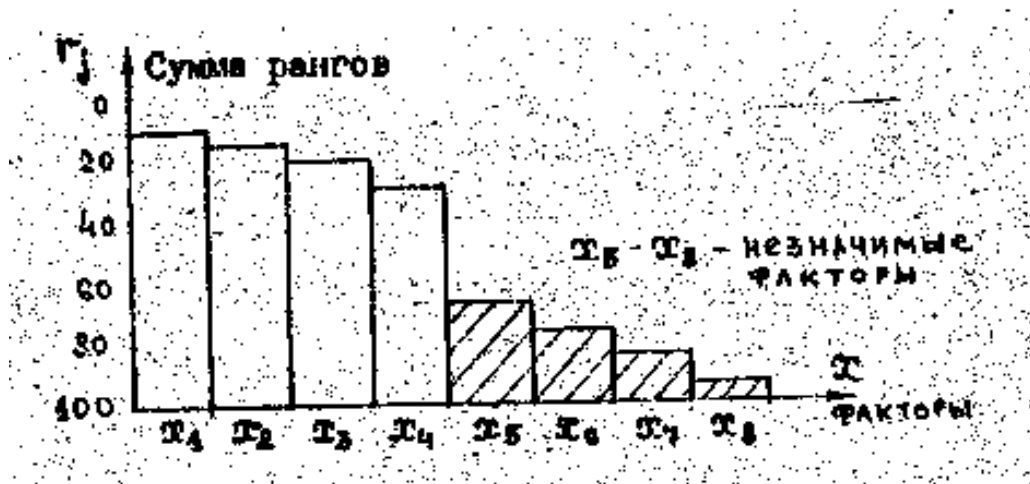


Рисунок 9.1 - Розподіл значимості факторів на діаграмі рангів

#### Послідовність виконання роботи:

1. Обрати операцію, що виконується в процесі виготовлення обраного виробу.
2. Визначити систему показників (факторів), що визначають якість виконання обраної операції (кількість показників повинна бути не менше 7).
3. Скласти анкету (опитувальний лист) для ранжування факторів. Форма анкети представлена табл. 9.1.
4. Визначити склад експертної групи. Кількість експертів (спеціалістів) повинна бути оптимальною (не менше 5-7 і не більше 12-14 осіб). Експертами залучають провідних фахівців в даній галузі.
5. Результати опитувань експертів представити у вигляді матриці рангів за формою табл. 8.6.

6. Перевірити гіпотезу про узгодженість думок експертів, обчисливши коефіцієнт конкордації за формулою (8.3) та критерій  $\chi_w^2$  (формула 8.7).
7. Результати ранжування представити у вигляді діаграми рангів.
8. Виділити значимі (найбільш впливові) фактори, що визначають якість виконання операції.

### Приклад виконання завдання

Із сукупності показників оцінки якості одягу вибрати найбільш впливові.

В список внесені наступні показники:

$X_1$  – рівень обробки і якість виробу;

$X_2$  – сучасність і якість використаних матеріалів;

$X_3$  – сучасність моделі;

$X_4$  – вартість виробу;

$X_5$  – функціональність виробу;

$X_6$  – антропологічні характеристики;

$X_7$  – виразність фірмового знаку і досконалість упаковки.

Анкети з переліком вказаних факторів були роздані 14 спеціалістам (експертам), кожний з яких проранжував показники за ступенем їх важливості. Результати опитування експертів представлені в табл. 9.2.

На рис.9.2 представлена діаграма рангів.



Рисунок 9.2. - Діаграма рангів

Матриця рангів

Спеціаліст	Показники						
	$\mathcal{X}_1$	$\mathcal{X}_2$	$\mathcal{X}_3$	$\mathcal{X}_4$	$\mathcal{X}_5$	$\mathcal{X}_6$	$\mathcal{X}_7$
1	3	2	1	6	4	6	7
2	2	4	1	3	5	6	7
3	3	2	1	7	5	4	6
4	3	2	1	7	5	4	6
5	2	3	1	6	4	6	7
6	2	3	1	6	4	5	7
7	2	3	1	5	4	6	7
8	4	2	1	6	3	6	7
9	1	3	2	6	4	5	7
10	3	2	1	5	4	6	7
11	2	3	1	6	4	5	7
12	3	4	1	5	2	6	7
13	3	2	1	4	5	7	6
14	4	2	1	6	3	5	7
Сума рангів	37	37	15	74	58	68	94
$d_j$	-18	-18	-40	19	3	13	41
$d_j^2$	324	324	1600	361	9	169	1681

Середня сума рангів  $R=55$ , а сума квадратів  $S=4468$ , Коефіцієнт конкордації, що характеризує узгодженість думок експертів,  $W=0,8$ .

Розрахункове значення критерія  $\chi_w^2=67,2$ , а табличне значення для  $f=m-1=6$ ,  $\chi_{кр}^2=12,592$ . Так як,  $\chi_w^2 > \chi_{кр}^2$  можна вважати, що думки спеціалістів узгоджені.

Аналіз діаграми рангів дозволяє вибрати для оцінки якості одягу три найбільш впливових показники:

$\mathcal{X}_3$  – сучасність моделі;

$\mathcal{X}_1$  – рівень обробки і якість виробу;

$\mathcal{X}_2$  – сучасність і якість використаних матеріалів.

**Зміст звіту:**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Система показників (факторів), що визначають якість виконання обраної операції.
5. Анкети, заповнені експертами.
6. Результати опитування експертів, що представлені у вигляді матриці рангів (за формою табл. 8.6.).
7. Результати перевірки ступеня узгодженості думок експертів.
8. Діаграма рангів.
9. Висновки по результатам опитування експертів.

#### **Контрольні запитання:**

1. У яких випадках доцільно використовувати метод експертних оцінок?
2. Що характеризує коефіцієнт конкордації?
3. Що показує діаграма рангів?
4. Яких умов необхідно дотримуватись при проведенні експертного оцінювання факторів?

#### **Література:**

[5], с.5-82; [9], с.99-104

### **Практична робота 10**

#### **ЗАСТОСУВАННЯ ДІАГРАМИ ПАРЕТО НА ПРАКТИЦІ**

#### **Мета роботи:**

- набути практичні навички застосування діаграми Парето в сфері контролю якості.

#### **Завдання до практичної роботи:**



1. Вивчити методику побудови і використання діаграми Парето для класифікації проблем якості

2. Визначити суттєво важливі фактори, що відображають результати діяльності в певній сфері. Варіант завдання встановлює викладач або обирається студентом.

### Варіант 1.

Визначити розподіл номенклатури автомобільних запасних частин за даними їх річної витрати (тягач Volvo F-12).

(Дані по вартості і витратам умовні)

№ п/п	Найменування запасних частин (ЗЧ)	Витрати, шт.	Ціна ЗЧ, грн./шт.	Сумарна вартість ЗЧ, грн.
1	Головка блоку циліндрів	28	5652,4	158267,2
2	Колінчастий вал	4	1845,22	7380,88
3	Паливний фільтр	363	124,8	45302,4
4	Шатун	25	1280,5	32012,5
5	Розподільний вал	6	2323,1	13938,6
6	Блок циліндру	1	25453,74	25453,74
7	Фільтр	44	672,1	29572,4
8	Гільза	30	1623,96	48718,8
9	Корінний вкладиш	266	284,7	75730,2
10	Випускний клапан	161	319,02	51362,22
11	Шатунний вкладиш	266	73,84	19641,44
12	Масляний фільтр	241	56,94	13722,54

### Варіант 2.

Визначити які товари краще продаються.

№ п/п	Найменування	Виручка, грн.
1	Персик	69959
2	Цибуля	69758
3	Нектарин	84432
4	Картопля	11634
5	Грейпфрут	80039
6	Морква	13634
7	Баклажан	63729
8	Салат	49137
9	Ківі	27284
10	Капуста	98018

### Варіант 3.

Визначити які товари краще продаються.

№ п/п	Найменування	Виручка, грн.
1	Огірки	65160
2	Перець	46544
3	Банан	88353
4	Ананас	76691
5	Абрикос	99418
6	Груша	81218
7	Полуниця	43735
8	Малина	37139
9	Манго	97602
10	Мандарини	100922
11	Кріп	31391
12	Петрушка	36358

Варіант 4.

Виявити фактори, що в найбільшій мірі впливають на час простою досліджуваного об'єкту.

№ п/п	Складові часу простою	Час, хв.
1	Простою із-за зовнішніх причин	317
2	Час обслуговування	156
3	Адміністративна затримка	53
4	Час виявлення відмови	66
5	Затримка забезпечення	278
6	Час ремонту	925
Разом		1795

Варіант 5.

Виявити найбільш впливові види відмов.

№ п/п	Види відмови	Час простою, хв.
1	А	295
2	Б	562
3	В	198
4	Г	71
5	Д	35
6	Е	140
7	Ж	21
Разом		1322

Варіант 6.

Виявити найбільш впливові види відмов.

№	Види відмови	Число відмов
---	--------------	--------------

п/п		
1	А	8
2	Б	22
3	В	10
4	Г	4
5	Д	2
6	Е	3
7	Ж	1
Разом		50

### Варіант 7.

Виявити найбільш впливові види відмов.

№ п/п	Найменування	Число відмов в телевізорах
1	Інтегральні схеми	8
2	Конденсатори	77
3	Опори	4
4	Трансформатори	8
5	Перемикачі	19
6	Трубки	3
Разом		119

### Теоретичні відомості

Діаграма Парето дозволяє аналізувати проблеми будь-якої сфери діяльності підприємства, зокрема у сфері керування якістю. Причини змін якості діляться на дві групи: нечисленні істотно важливі та численні несуттєві. Усуваючи причини першої групи, можна усунути майже всі втрати, спричинені зниженням якості.

В повсякденній діяльності з контролю і управління якістю постійно виникають різноманітні проблеми, що пов'язані, наприклад, з появою браку, неполадками обладнання, наявністю на складі нереалізованої продукції, пред'явленням рекламації тощо.

Діаграма Парето являється інструментом, що дозволяє розподілити зусилля для розв'язання виникаючих проблем і установити основні фактори, з яких необхідно починати діяти з метою подолання виникаючих проблем.

Основою діаграми Парето являється правило «80-20»: 80% проблем являються результатом 20% причин.

Приклад діаграми Парето приведено на рис. 10.1. По осі абсцис відкладені результати ранжування причин виникнення проблем якості в порядку зменшення впливу, а по осі ординат – кількість помилок, як в чисельному, так і в накопиченому процентному вираженні.

На діаграмі видно область прийняття першочергових мійр, що окреслює ті причини, що визивають найбільшу кількість помилок. Таким чином, попереджувальні заходи в першу чергу повинні бути направлені на розв'язання цих проблем.

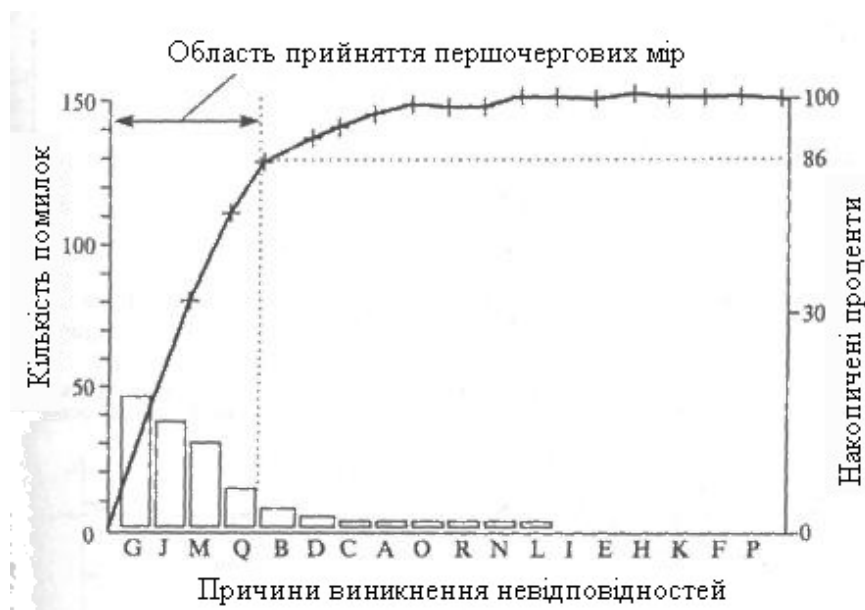


Рисунок 10.1. - Приклад діаграми Парето

Розрізняють два види діаграми Парето:

1. Діаграма Парето за результатами діяльності. Призначена для виявлення головної з існуючих проблем.

Вона відображає небажані результати діяльності, що пов'язані:

- з якістю (дефекти, поломки, помилки, відмови, рекламації, ремонти, повернення продукції);
- з собівартістю (обсяг втрат, витрати);
- із строками постачання (недостатність запасів, похибки в складанні звітів, зривання строків поставок);
- безпечністю (трагічні помилки, аварії, нещасний випадок).

2. Діаграма Парето за причинами вона відображає причини проблем, що виникають в ході виробництва і використовується для виявлення найважливішої з них щодо цієї проблеми:

- виконавець роботи: зміна, вік, досвід роботи, кваліфікація, індивідуальні характеристики;
- обладнання: верстати, інструменти, пристрої, штампи тощо;
- сировина: вид, постачальник, виробник;
- метод роботи: умови виробництва, прийоми роботи, послідовність операцій;
- вимірювання: точність, вірогідність і відтворюваність (отримання показань в послідовних вимірюваннях одного і того ж параметру);
- стабільність (повторюваність протягом певного періоду).

Побудову діаграми Парето починають з класифікації виникаючих проблем по окремим факторам (наприклад, проблеми, що пов'язані з браком; проблеми, що відносяться до роботи обладнання або виконавців і т.д.). Потім здійснюють збирання і аналіз статистичного матеріалу по кожному фактору, щоб з'ясувати, які з цих факторів являються переважаючими при вирішенні проблеми.

В прямокутній системі координат по осі абсцис відкладають рівні відрізки, що відповідають факторам, що розглядаються а по осі ординат – величину їх вкладу в вирішувану проблему. При цьому порядок розташування факторів такий, що вплив кожного наступного фактора, розташованого по осі абсцис, зменшується у порівнянні з попереднім фактором (або групою факторів). В результаті отримуємо діаграму (гістограму), стовпчики якої відповідають окремим факторам, що являються причинами виникнення проблеми. Висота стовпчиків зменшується зліва направо. Потім на основі цієї діаграми будують накопичувальну криву.

Побудова діаграми Парето складається з наступних етапів.

Етап 1. Рішення по визначенню досліджуваних проблем, методів і періоду збирання даних:

- які проблеми необхідно дослідити (наприклад, дефектні вироби, зменшення прибутків тощо);
- які дані необхідно зібрати і як їх класифікувати (наприклад, за видами дефектів, за місцем їх появи, за процесами, за верстатами, за робітниками, за технологічними причинами, за методами вимірювання тощо; признаки, що зустрічаються нечасто, об'єднують під загальним заголовком «інші»);
- визначити метод і період збирання даних.

Етап 2. Розробка контрольного листка для реєстрації даних з переліком видів зібраної інформації;

Етап 3. Заповнення листка реєстрації даних і підрахунок підсумків;

Етап 4. Розробка таблиці реєстрації даних з графами для підсумків по кожному признаку, що перевіряється. Окремо, накопиченої суми процентів до загального підсумку і накопичених процентів (зразок див. табл. 10.1);

Етап 5. Заповнення таблиці по кожному признаку, що перевіряється, розташовуючи дані в послідовності значимості (в спадному порядку);

Примітка: групу «інші» необхідно розмістити в останньому рядку незалежно від її числових значень, так як її складає сукупність признаку числового результату по кожному з яких менше чим найменше значення, отримане для признака, що виділений в окремий рядок.

*Таблиця 10.1*

**Результати реєстрації даних по \_\_\_\_\_ для побудови  
діаграми Парето**

Контрольований признак	Результат, що характеризує признак	Накопичена сума	Процент по кожному признаку до загальної суми	Накопичений процент

Етап 6. Побудова діаграми Парето.

1.1 Основа діаграми складається з однієї горизонтальної і двох вертикальних осей. На ліву вертикальну вісь у відповідному масштабі відкладається оцінка контрольованого признаку (наприклад, сумарне число

дефектів, прибуток і т.д.), на праву вертикальну вісь, також у відповідному масштабі, відкладають значення накопиченого проценту (максимальне значення відрізка правої вертикальної осі дорівнює 100%). Максимальні значення лівої і правої вертикальних осей дорівнюють один одному. На горизонтальній осі наносять інтервали у відповідності з числом контрольованого признаку (факторів, що розглядаються).

1.2 Побудова стовпчикової діаграми.

1.3 Проведення на діаграмі накопичувальної кривої (кривої Парето).

Для цього на вертикалях, що відповідають правим кінцям кожного інтервалу на горизонтальній осі, необхідно нанести точки накопичених процентів і з'єднати їх між собою відрізками прямих.

1.4 Проведення порогової горизонтальної лінії для наочності на умовній границі в 80%.

1.5 Нанесення на діаграму всіх позначень і написів.

### Приклад виконання завдання

#### Приклад 1.

За результатами продажу товарів (табл. 10.2) вияснити, які товари приносять більший прибуток.

Таблиця 10.2

#### Дані продажу товарів

№ п/п	Товар	Прибуток, грн.
1	Морква	82127
2	Мандарин	122885
3	Ківі	594915
4	Персик	852983
5	Малина	139661
6	Капуста	162867
7	Салат	294181
8	Абрикос	80146
9	Груша	334776
10	Грейпфрут	985680
11	Картопля	237087

12	Баклажан	203609
----	----------	--------

Сортуємо товар в послідовності зменшення прибутку, заповнюємо табл. 10.3.

Таблиця 10.3

Зведені дані

№ п/п	Товар	Прибуток, грн.	Накопичена доля (процент) прибутку	Порог
1	Грейпфрут	985680	24%	80%
2	Персик	852983	45%	80%
3	Ківі	594915	59%	80%
4	Груша	334776	68%	80%
5	Салат	294181	75%	80%
6	Картопля	237087	81%	
7	Баклажан	203609	86%	
8	Капуста	162867	90%	
9	Малина	139661	93%	
10	Мандарин	122885	96%	
11	Морква	82127	98%	
12	Абрикос	80146	100%	

В цій таблиці також заповнюємо стовпчик накопичених процентів (долі) прибутку. Для його розрахунку ділимо сумарний накопичений прибуток з початку списку до поточного товару на сумарний прибуток. Також додаємо стовпчик з константою 80% для створення в діаграмі горизонтальної порогової лінії.

Будуємо гістограму (рис. 10.2)

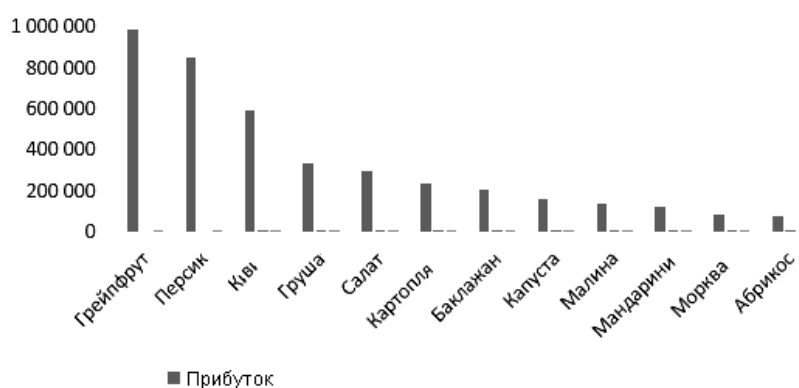


Рисунок 10.2 - Гістограма



Будуємо діаграму Парето, провівши накопичувальну криву та лінію порогу (рис. 10.3).

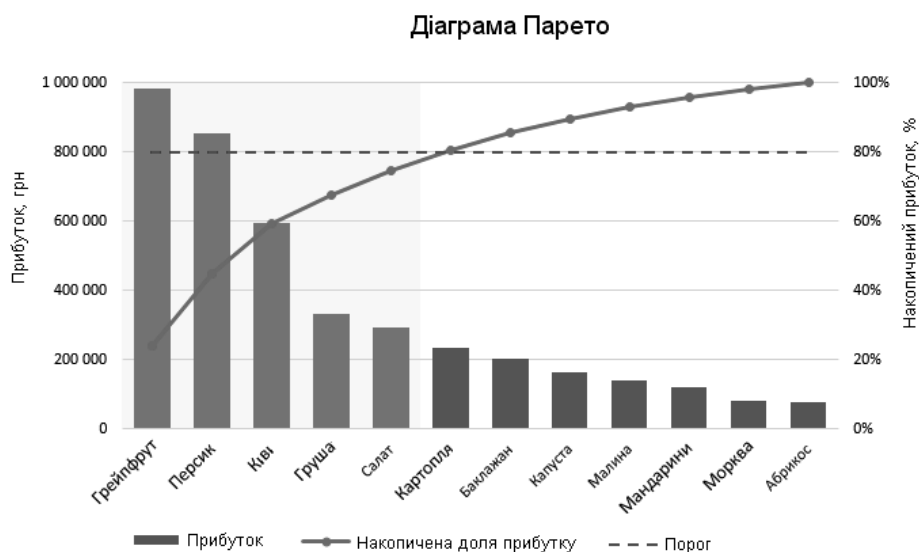


Рисунок 10.3. - Діаграма Парето

Діаграма дає можливість зробити висновок, що 80% прибутку приносять 5 перших товарів, а на всі інші товари приходиться лише 20% прибутку.

### Приклад 2.

На складі знаходиться кілька видів готової продукції різної вартості. Вся продукція піддається суцільному вихідному контролю. Із-за тривалості контролю реалізація затримується, що призводить до збитків.

Необхідно з'ясувати, які причини приводять до даних наслідків, виявити ці причини і знайти рішення для їх усунення.

Для здійснення аналізу розподілимо всю готову продукцію, що зберігається на складі, на групи в залежності від її вартості (табл. 10.4).

Таблиця 10.4

### **Інформація про наявність на складі товарів різних цінних груп**

Вартість продукції, у. од.	Кількість, тис. шт.
95	0,2
85	0,3
75	0,5

65	0,5
55	0,8
45	1,2
35	1,5
25	2,5
15	5,0
5	12,5
Разом	25

Розраховуємо накопичені частоти за різними ціновими групами продукції і заносимо до табл. 10.5.

Побудова таблиці накопичених частот здійснюється наступним образом. Спочатку знаходять вартість продукції конкретної партії, як добутки стовпчиків 1 і 2. Значення стовпчика 3 формуються наростаючим підсумком порядкових даних добутків стовпчиків 1 і 2.

Значення стовпчика 4 показують скільки процентів від загальної вартості складають дані кожного рядка. Стовпчик 5 формується наростаючим підсумком даних стовпчика 2. Значення стовпчика 6 показують скільки процентів приходить на накопичену продукцію від загальної її кількості.

Таблиця 10.5

### Аналіз співвідношення кількості і вартості зразків продукції

Вартість продукції, у. од.	Кількість зразків продукції, тис. шт.	Вартість продукції		Кількість зразків продукції на складі	
		Накопичена вартість, $S_i$ , тис. у. од.	Відносна вартість $S_i/S$ , %	Накопичена продукція, $n_i$ , тис. шт.	Питома вага вида продукції, $n_i / N$ , %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
95	0,2	19,0	4,1	0,2	0,8
85	0,3	44,5	9,6	0,5	2,0
75	0,5	82,0	17,6	1,0	4,0
65	0,5	114,5	24,5	1,5	6,0
55	0,8	158,5	34,0	2,3	9,2
45	1,2	212,5	45,5	3,5	14,0
35	1,5	265,0	58,7	5,0	20,0
25	2,5	327,5	70,2	7,5	30,0
15	5,0	402,5	86,7	12,5	50,0
5	12,5	465,0	100,0	25	100,0

Виконуємо побудову діаграми Парето. Для цього по осі абсцис в певному масштабі відкладаємо питому вагу виду продукції  $n_i / N$  (дані стовпчика б), а по осі ординат – відносну вартість цієї продукції  $Si/S$  (дані стовпчика 4).

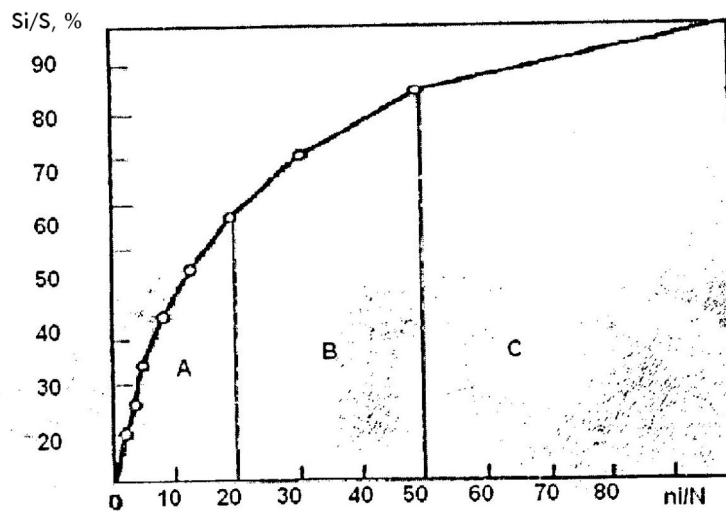


Рисунок 10.4 - Діаграма Парето, побудована за даними табл. 10.5.

Аналіз діаграми Парето показує, що на долю найбільш дорогої продукції (перші 7 рядків таблиці), що складає 20% від загального числа, що зберігається на складі, приходить 58,7% загальної вартості всієї продукції, а на долю самої дешевої продукції, що складає 50% від загальної кількості продукції на складі, приходить лише 13,3% від загальної вартості.

Користуючись АВС-аналізом, який включає поділ кривої Парето на три частини маємо:

- перша частина (А) містить невелике число ознак, що дають найважливіші чинники;
- друга частина (В) – проміжна група ознак;
- третя частина (С) – містить багато малозначущих ознак.

В зв'язку з цим можна зробити висновок, що контроль продукції на складі буде більш ефективним в тому випадку, коли контроль зразків групи А буде суцільним, а контроль зразків групи С – вибіркоким.

### Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання до практичної роботи.
4. Таблиця зведених даних для побудови діаграми Парето.
5. Діаграма Парето.
6. Висновки.

#### **Контрольні запитання:**

1. Для чого використовують діаграму Парето?
2. У чому полягає правило «80-20»? Наведіть приклад використання.
3. Для чого призначена діаграма Парето за результатами діяльності?
4. Яке призначення діаграми Парето за причинами?
5. З яких етапів складається побудова діаграми Парето?
6. Який алгоритм використання методу ABC?

#### **Література:**

[3], с. 10-18; [7], с. 128-131; [8], с. 405-410.

#### **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ТА ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація: навч. посібник / Л.І.Боженко. - Львів: Афіша, 2006. – 324 с.
2. Боженко Л.І., Гутта О.Й. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції: навч.посіб. / Л.І.Боженко, О.Й.Гутта. - Львів: Афіша, 2001. – 124 с.

3. Дегтяренко О.Г. Управління якістю та сертифікацією продукції: конспект лекцій / О.Г. Дегтяренко. - Суми: Вид-во Сум ДУ, 2008. – 79 с.
4. Захарченко М.М., Федорук Л.Д. Статистичні методи аналізу в побутовому обслуговуванні населення / М.М.Захарченко, Л.Д.Федорук. - К.: Вища школа, 1978. – 46 с.
5. Зорин В.А., Павлов А.П., Пегачков А.А. Контроль качества продукции и услуг: учеб. пособие / В.А. Зорин, А.П. Павлов, А.А. Пегачков. - М.: МАДИ (ГТУ), 2007. – 82 с.
6. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація, відповідність, акредитація та управління якістю: підручник / Г.А. Саранча. - К.: Центр навч. літератури, 2006. – 672 с.
7. Сахно Є.Ю., Дорош М.С., Ребенок А.В. Менеджмент сервісу: теорія та практика: навч. посіб. - К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328 с.
8. Траченко Л.А. Послуга як об'єкт товарознавства: організація та контроль за якістю: навч. посіб. Вид. 2-ге, випр. та доповн. - Одеса: ОНЕУ 2015. – 414 с.
9. Рузинов Л.П. Статистические методы оптимизации химических процессов. - М.: Химия, 1972. – 200 с.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
Практична робота 1. Вивчення системи показників якості промислової продукції.....	5
Практична робота 2. Експертне оцінювання якості виробів (робіт, послуг).....	11
Практична робота 3. Статистична обробка і представлення результатів вимірювання .....	19
Практична робота 4. Дослідження ступеня зв'язку показників і факторів технологічного процесу з використанням методу кореляційного аналізу .....	24
Практична робота 5. Статистичне регулювання технологічного процесу обробки шляхом застосування контрольних карт (методом медіан) .....	31
Практична робота 6. Статистичне регулювання технологічного процесу методом середніх арифметичних значень і розмахів.....	41
Практична робота 7. Дослідження точності технологічного процесу ймовірно-статистичним методом.....	46
Практична робота 8. Дослідження показників якості продукції.....	60
Практична робота 9. Дослідження технологічних процесів методом експертних оцінок.....	73
Практична робота 10. Застосування діаграми Парето на практиці.....	79
Список рекомендованої та використаної літератури.....	92







