

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра „Матеріали і технології виготовлення виробів
транспортного призначення”**

**Л.А. Тимофєєва, Н.М. Можарова,
Г.Л. Комарова**

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

Конспект лекцій

Харків – 2010

Тимофеева Л.А., Можарова Н.М., Комарова Г.Л.
Статистичні методи менеджменту якості: Конспект лекцій.
– Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 50 с.

Запропонований курс лекцій містить основні поняття та терміни загальної теорії статистики, статистики продукції промисловості та контролю якості. Наведені приклади ілюструють умови та особливості використання статистичних методів, допомагають правильно інтерпретувати отримані результати.

Рекомендується для самостійного вивчення дисципліни «Статистичні методи менеджменту якості» магістрами спеціальності «Якість, стандартизація та сертифікація».

Іл. 2, табл. 4, бібліогр: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри МТВ 15 грудня 2006 р., протокол № 6.

Рецензент

проф. О.Б. Кондусова

Л.А. Тимофеева, Н.М. Можарова,
Г.Л. Комарова

Статистичні методи менеджменту якості
Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Комарова Г.Л.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 24.04.07 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 2,5. Обл.-вид.арк. 2,75.
Замовлення № Тираж 50. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейєрбаха, 7

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ
МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Матеріали та технологія виготовлення виробів
транспортного призначення»

Конспект лекцій з курсу
«Статистичні методи менеджменту якості»

Харків 2010

ВСТУП

Предметом статистики є вивчення кількісного співвідношення масових явищ та процесів у нерозривному зв'язку з їхнім якісним змістом за певних умов місця та часу. Закономірність, в якій необхідність пов'язана в кожному окремому явищі з випадковістю і лише в сукупності явищ виявляє себе як закон, називається статистичною закономірністю [1 – 4].

Можна виділити такі основні групи методів статистики:

- методи масового спостереження;
- методи зведення та групування;
- методи визначення узагальнюючих та синтетичних показників (методи середніх та відносних величин, аналізу рядів розподілу, вимірювання зв'язку та ін.).

1 СТАТИСТИЧНИЙ ПОКАЗНИК, СТАТИСТИЧНА СУКУПНІСТЬ, СТАТИСТИЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Статистичний показник – число в сукупності з набором ознак, що характеризують обставини, до яких воно відноситься (що, де, коли, яким чином підлягає вимірюванню).

Інформація – дані, необхідні для розв'язання конкретної задачі. Якщо дані не відносяться до задачі, що розв'язується, або вже відомі адресату, то вони не містять для нього інформації. Вірогідність статистичного показника визначається його адекватністю та точністю вимірювання.

За способом обчислення розрізняють первинні і похідні (вторинні) показники. Первинні отримують в результаті зведення даних статистичного спостереження і мають форму абсолютних величин (обсяг виробленої за квартал промислової продукції). Похідні обчислюються на базі первинних або похідних. Вони мають форму середніх або відносних величин (середня заробітна плата, питома вага працівників з вищою освітою).

За ознакою часу показники діляться на інтервальні та

моментні (середня спискова чисельність робітників за 2005 р.; чисельність робітників за станом на 1 січня 2006 р.). Інтервальні та моментні показники можуть бути як первинними, так і похідними.

Статистична сукупність - множина елементів, поєднаних певними спільними умовами та причинами. Сукупність складають окремі одиниці сукупності, які мають спільні риси або ознаки.

Рівень значення ознаки в окремих елементів вимірюється за допомогою шкали – набору властивостей явища і відповідних їм значень (чисел). Виділяють три основні шкали: метричну, номінальну, порядкову.

Метрична – звичайна числова шкала, використовується для вимірювання фізичних величин або результатів обчислення.

Номінальна шкала – шкала найменувань.

Порядкова (рангова) шкала визначає не тільки подібність елементів, а й послідовність типу «більше, ніж», «краще, ніж» тощо. Кожній точці шкали присвоюється бал (ранг).

З огляду на названі шкали, ознаки можна поділити на кількісні (варіаційні) та атрибутивні (якісні).

Статистичне спостереження - науково організований збір масових даних про явища та процеси, які відбуваються у суспільстві.

План спостереження передбачає мету, об'єкт та одиницю спостереження, джерела та засоби одержання даних, час (момент) спостереження та ін. Слід відрізнити одиницю статистичного спостереження від елемента сукупності.

Одиниця – носій інформації; елемент – носій ознак. Так, під час перепису устаткування одиницею спостереження є окреме підприємство, а елементом – окремий верстат чи механізм.

Застосовують дві організаційні форми спостереження – звітність і спеціально організовані спостереження. До останньої належать переписи, одноразові обліки, вибіркові обстеження.

За охопленням одиниць сукупності спостереження

поділяють на суцільне і несуцільне. Останнє буває кількох видів: спостереження основного масиву, вибіркоче, монографічне та анкетне.

При суцільному обстеженні реєстрації підлягають усі без винятку елементи сукупності.

Спостереження основного масиву охоплює переважну частину елементів сукупності.

При вибіркочому спостереженні вивчається лише частина сукупності, відібрана спеціальним методом.

Це дає можливість приписати, розповсюдити характеристики, які визначені для вибіркової сукупності (наприклад, середнє значення), на всю сукупність, яка має назву генеральної.

Монографічне спостереження передбачає детальний опис невеликої кількості або окремих одиниць сукупності, які можуть вважатися типовими.

Анкетні спостереження застосовуються, наприклад, при соціологічних дослідженнях.

І, нарешті, існують три способи одержання статистичних даних: безпосередній облік фактів, документальний облік і опитування респондентів.

2 ЗВЕДЕННЯ ТА ГРУПУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ. АБСОЛЮТНІ ТА ВІДНОСНІ ВЕЛИЧИНИ

Зведення - комплекс дій для узагальнення конкретних індивідуальних даних, які утворюють сукупність, з метою виявлення типових рис і закономірностей, властивих досліджуваному явищу в цілому. Зведення включає групування матеріалу, розроблення або вибір показників, які характеризують типові групи та підгрупи, підрахунок групових і загальних підсумків викладення результатів у вигляді статистичних таблиць та графіків. В основі зведення лежить метод групування.

Статистичне групування - розподіл сукупності на групи за істотними для них ознаками. Групування означає:

- поділ неоднорідної сукупності на якісно однорідні групи за допомогою типологічних групувань;
- вивчення структури та структурних зрушень в якісно однорідних сукупностях, їх розподіл за величиною варіюючої ознаки за допомогою структурних (варіаційних) групувань;
- виявлення та вивчення взаємозв'язку між ознаками за допомогою аналітичних групувань.

Особливе значення має коректний вибір інтервалів у випадку аналітичних групувань, оскільки невдалий або упереджений підхід може спотворити дійсний характер взаємозв'язку між явищами.

Величина інтервалу є різниця між максимальним та мінімальним значеннями ознаки в кожній групі. Інтервали можуть бути рівними і нерівними. Рівні застосовуються тоді, коли ознака групування розподілена у сукупності більш-менш рівномірно. Ширину рівних інтервалів визначають за формулою

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n},$$

де x_{\max} , x_{\min} – відповідно максимальне і мінімальне значення ознаки в сукупності;

n – кількість груп.

Іноді, при невеликій кількості спостережень, застосовують принцип рівних частот, при якому одиниці сукупності упорядковуються в порядку зростання, а кожна група містить їх однакову кількість. Це виключає утворення нечисленних груп.

Для найбільш раціонального та наукового викладення результатів зведення і групування використовують статистичні таблиці.

Статистичний графік – умовне відображення числових величин та їх співвідношень за допомогою геометричних фігур, ліній та інших графічних засобів.

Останнім часом дуже ефективними є комп'ютерні засоби побудови графічних зображень.

Абсолютні статистичні величини виражають розміри, обсяги і рівні процесів та явищ. За способом вираження вони поділяються на індивідуальні та сумарні. Індивідуальні виражають розміри кількісних ознак окремих одиниць сукупності (обсяг продукції, виробленої конкретним робітником за місяць). Вони отримуються безпосередньо під час статистичного спостереження. Сумарні характеризують величину тієї чи іншої ознаки усіх одиниць сукупності або окремих її груп і отримуються в результаті підсумовування індивідуальних (обсяг виробленої цехом продукції за місяць).

Абсолютні статистичні величини завжди є іменованими числами і виражаються в певних одиницях виміру.

Порівняння та співставлення – невід'ємна частина статистичного аналізу.

Відносні величини характеризують кількісне співвідношення двох порівнюваних величин.

3 РЯДИ РОЗПОДІЛУ. ПОКАЗНИКИ ВАРІАЦІЇ

У результаті групування отримують ряди розподілу. Ряд розподілу – упорядкована послідовність пар елементів: варіанта-частота. Варіанта - окреме значення групувальної ознаки; частота – кількість елементів у групі з відповідним значенням (рівнем) ознаки.

Варіаційні ряди можуть бути дискретними або інтервальними. Дискретні ряди побудовані для перервних, або дискретних ознак. Дискретною є така ознака, яка має певні значення, між якими не може бути ніяких інших (число дітей у сім'ї). Інтервальні ряди будуються, як правило, для неперервних ознак, які можуть набувати будь-якого значення в певних межах і виражаються лише приблизно (зріст людини).

Інтервальний ряд може бути побудований і для дискретної ознаки, якщо вона змінюється (варіює) у широких межах (наприклад, розподіл всіх страхових компаній міста за чисельністю працівників). При цьому варіанти групуються в інтервали, а частоти відносяться не до окремого значення

ознаки, як у дискретних рядах, а до всього інтервалу.

До характеристик центру відносяться середня, мода та медіана.

Середня в статистиці – абстрактна, узагальнююча величина, що характеризує рівень варіюючої ознаки в якісно однорідній сукупності. Коливання індивідуальних значень ознаки, викликані дією різних факторів, урівноважуються в середній величині.

Середні, що застосовують у статистиці, належать до класу степеневих, які в узагальненій формі мають вигляд

$$\bar{x} = {}^z \sqrt{\frac{\sum x^z}{n}},$$

де \bar{x} – індивідуальні значення варіюючої ознаки (варіанти);
 z – показник степеня середньої; n – число варіант.

Основні види степеневих середніх наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Формули степеневих середніх

| Степінь (Z) | Назва середньої | Формула розрахунку | |
|----------------|---------------------|------------------------------|--|
| | | проста | зважена |
| 1 | Середня арифметична | $\frac{\sum x}{n}$ | $\frac{\sum xf}{\sum f}$ |
| -1 | Середня гармонійна | $\frac{n}{\sum \frac{1}{x}}$ | $\frac{\sum z}{\sum \frac{z}{x}}$ |
| 0 | Середня геометрична | ${}^n \sqrt{\prod(x)}$ | $\frac{\sum \ln xf}{\sum f}$ |
| 2 | Середня квадратична | $\sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$ | $\sqrt{\frac{\sum x^2 \cdot f}{\sum f}}$ |

При вивченні закономірностей розподілу застосовують середню арифметичну, варіації - середню квадратичну, інтенсивності розвитку - середню геометричну. Різні види середніх, обчислені для одних і тих же даних, мають різну величину. Співвідношення між ними називається правилом мажорантності і має такий вигляд: $\bar{x}_{kv} \geq \bar{x}_{ap} \geq \bar{x}_{geom} \geq \bar{x}_{гарм}$.

Розглянемо умови та приклади обчислення середніх.

Середня арифметична – одна з найбільш поширених, застосовується у тих випадках, коли обсяг варіюючої ознаки для всієї сукупності є сумою індивідуальних значень її окремих елементів. Для незгрупованих даних обчислюють середню арифметичну просту, для згрупованих – зважену

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

де x_i – індивідуальні заробітки;
 n – загальна кількість робітників.

Коли ж, наприклад, обчислюється середній заробіток співробітників кафедри, де професори, доценти, лаборанти мають фіксовані оклади, то зручніше перед підсумуванням перемножити кількість професорів на величину їхнього окладу і т. д.:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i},$$

де f – чисельність співробітників відповідної посади.

У даному випадку частота виступає у ролі ваги, тому і середня називається зваженою. В обох випадках результат буде однаковим.

Якщо в ролі ваги застосовують частки w , тоді формула буде мати вигляд

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i w_i}{\sum w_i} = \frac{\sum x_i w_i}{100},$$

коли w подані у відсотках, та $\bar{x} = \sum x_i w_i$, коли w подані в коефіцієнтах.

Якщо середня обчислюється для інтервального ряду розподілу, то варіантами виступають середини інтервалів, які знаходять як півсуму двох меж. Ширину відкритого інтервалу умовно приймають такою, як і у сусідньому закритому

інтервалі.

Обчислення середньої із відносних величин (середній процент, середня питома вага) має особливість. У ролі ваги тут виступають знаменники тих співвідношень, за допомогою яких були обчислені індивідуальні відносні показники.

Мода (M_o) – значення варіанти, яке найчастіше повторюється в ряді розподілу. У дискретному ряді моду легко відшукати візуально, у інтервальному ряді легко відшукати модальний інтервал, а приблизне значення моди обчислюється за формулою

$$M_o = x_{M_o} + i_{M_o} \frac{(f_{M_o} - f_{M_{j-1}})}{(f_{M_o} - f_{M_o}) + (f_{M_o} - f_{M_{o+1}})},$$

де x_{M_o} - нижня межа модального інтервалу;

i_{M_o} – розмір модального інтервалу;

f_{M_o} – частота модального інтервалу;

$f_{M_{o-1}}$ – частота попереднього інтервалу;

$f_{M_{o+1}}$ - частота інтервалу, наступного за модальним.

Медіана (M_e) – варіанта, що ділить ранжируваний ряд на дві, рівні за чисельністю, частини. Так, якщо в ряді розподілу робітників за віком $M_e = 34$, то це означає, що половина з них менші цього віку, половина – старші цього віку. Коли ряд містить парне число членів, медіана дорівнює середній із двох значень розташованих всередині ряду. Для знаходження медіани в дискретному ряді спочатку обчислюють півсуму частот, а потім визначають, яка варіанта припадає на неї. Для інтервального ряду медіану обчислюють за формулою

$$M_e = x_{M_e} + i_{M_e} \frac{\frac{\sum f}{2} - S_{M_e-1}}{f_{M_e}},$$

де x_{M_e} - нижня межа медіанного інтервалу;

i_{M_e} – розмір медіанного інтервалу;

$(\sum f)/2$ - півсума частот медіанного інтервалу;

S_{M_e} - сума накопичених частот перед медіанним інтервалом;

f_{Me} – частота медіанного інтервалу.

Характеристики центру, узагальнюючи індивідуальне, характеризують загальне, проте не відображають ступінь та закономірності відхилення індивідуального від загального, тобто ступінь варіації п форми розподілу.

Варіація ознаки є властивістю статистичної сукупності і зумовлена дією безлічі взаємопов'язаних причин, серед яких є основні і другорядні. Основні формують центр розподілу, другорядні – варіацію ознак, сукупна їх дія - форму розподілу [2]. Чим менша варіація, тим надійнішими, типовішими є характеристики центру, насамперед середня.

Для характеристики варіації застосовують систему нижченаведених оцінок.

Розмах варіації – це різниця між найбільшим і найменшим значенням ознаки $R = X_{max} - X_{min}$.

В інтервальному ряді розподілу R визначають як різницю між верхньою межею останнього інтервалу і нижньою межею першого або ж різницю між середніми значеннями цих інтервалів.

Середнє відхилення обчислюється як:

1) середнє лінійне відхилення:

а) незважене: $\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$,

б) зважене: $\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i}$;

2) середнє квадратичне відхилення:

а) незважене: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$,

б) зважене: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}}$.

Характеристика варіації σ^2 має назву дисперсії:

а) незважена: $\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$,

б) зважена: $\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}$.

На практиці застосовують більш просту формулу розрахунку дисперсії:

$$\sigma^2 = (\overline{x^2}) - \bar{x}^2.$$

Чим менше середнє відхилення, тим типовіша середня, тим більш однорідна сукупність. Середнє квадратичне відхилення σ завжди більше за середнє лінійне відхилення d . В симетричних та помірковано асиметричних розподілах $\sigma = 1,25d$. Характеристики R , d та σ – іменовані величини, які мають одиниці виміру варіюючої ознаки.

При порівнюванні степеня варіації однієї і тієї ж ознаки в різних сукупностях використовують коефіцієнт варіації

$$v_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\%,$$

або лінійний коефіцієнт варіації

$$v_d = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} 100\%.$$

З його допомогою можна оцінити також однорідність сукупності. Однорідною прийнято вважати сукупність, для якої $V\sigma < 33\%$, що беруть до уваги при попередній обробці даних.

4 ВИБІРКОВЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Вибіркове спостереження – науково обґрунтований засіб спостереження, при якому досліджується лише частина сукупності, відібрана за певними правилами вибірки, і який забезпечує результати, що характеризують усю сукупність в

цілому.

Сукупність, з якої вибирають одиниці, називають генеральною, а відібрану частину – вибіркою.

Характеристики вибіркової сукупності є оцінками відповідних параметрів генеральної сукупності. Але вибірка не точно відтворює генеральну сукупність, і тому оцінки не співпадають із самими параметрами. Розбіжності між ними називаються помилками репрезентативності. Вони бувають систематичними та випадковими. Систематичні помилки для всіх елементів сукупності мають односторонній напрям і тому їх називають помилками зміщення. На відміну від них, помилки, які неминуче виникають і при додержанні принципу випадковості відбору, але не носять тенденційного характеру, мають назву випадкових і не ведуть до зміщення оцінок.

При проведенні вибіркового обстеження важливо уникнути систематичних помилок; властиві вибіркового спостереженню випадкові помилки неминучі, проте теорія дає можливість з певною імовірністю визначити їх межі.

Розрізняють такі види відбору.

Простий випадковий відбір здійснюють за допомогою жереба або таблиць випадкових чисел. Потребує для свого проведення ретельної підготовки.

Систематичний (механічний) відбір передбачає подання усієї сукупності у вигляді списку, упорядкованого за деякою нейтральною одиницею. Вибір елементів здійснюється через рівні інтервали.

Серійний відбір полягає в тому, що відбираються не окремі одиниці, а цілі групи (серії, гнізда), відібрані випадковим або механічним методом. У кожній такій групі проводять суцільне обстеження, а результати розповсюджують на всю сукупність.

Застосування того чи іншого способу формування вибіркової сукупності залежить від мети вибіркового обстеження, умов його організації та проведення. Найбільш поширені є комбіновані вибірки.

Схеми відбору бувають такими.

Повторний відбір – при цьому кожна відібрана одиниця

повертається у сукупність і може знову потрапити у вибірку.

Безповторний відбір – кожна відібрана одиниця не повертається у сукупність.

На практиці широко застосовують моментні спостереження, при яких обстеженню підлягають усі елементи сукупності (суцільне спостереження), але на певні моменти часу. Тому поняття генеральної і вибіркової сукупності відносяться до часу спостереження, а не до сукупності, яка вивчається. Моментні спостереження широко застосовуються при вивченні структури витрат робочого часу.

Спочатку наведемо основні умовні позначення. Чисельність одиниць генеральної сукупності позначимо через N , вибіркової – n . Узагальнюючі характеристики генеральної сукупності – середня, дисперсія, частка – називаються генеральними і відповідно позначаються \bar{x} , σ^2 , p , де p – відношення числа M одиниць, що мають дану ознаку, до загальної чисельності генеральної сукупності N , $p = M/N$.

Узагальнюючі характеристики вибіркової сукупності мають назву вибірових і відповідно позначаються \tilde{x} , σ_b^2 , W , де $W = m/n$.

Закон великих чисел – загальний принцип, згідно з яким сукупна дія великого числа незалежних факторів призводить до результату, який майже не залежить від випадку. У статистиці це може бути сформульовано так: кількісні закономірності, які властиві масовим явищам, виразно проявляються лише при достатньо великому числі спостережень.

У кожній окремій вибірці із усіх можливих випадкова помилка вибірки $|\tilde{x} - \bar{x}|$ може набувати різних значень. При великій кількості спостережень розподіл випадкових помилок середньої величини і частки наближається до нормального.

Отже, можна вести мову про середню помилку вибірки. Доведено, що при простому випадковому відборі, проведеному за системою повторного відбору

$$\mu \approx \sqrt{\frac{\sigma_b^2}{n}}$$

Якщо вибіркоче спостереження застосовується для визначення частки ознаки, то середня помилка частки обчислюється за формулою

$$\mu \approx \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}$$

Використовуючи функцію нормального розподілу, можна обчислити імовірність граничної помилки певного розміру. Так, ймовірність того, що в окремій вибірці помилка не перевищить 2μ , становить 0,954, а не перевищить 3μ - 0,997.

У наведених формулах \bar{x} та p -характеристики генеральної сукупності, котрі при вибіркового спостереженні невідомі. На практиці їх замінюють вибірковими характеристиками.

При безповторному відборі середня помилка вибірки дорівнює

$$\mu \approx \sqrt{\frac{\sigma_b^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$$

а помилка частки

$$\mu \approx \sqrt{\frac{w(1-w)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$$

Для вирішення практичних завдань обчислення середньої помилки вибірки недостатньо, тому визначають граничний для певної імовірності розмір вибіркової помилки $\Delta = t \cdot \mu$, де t - квантиль нормального розподілу, який називають коефіцієнтом довіри.

5 СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ. КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Головною характеристикою кореляційного зв'язку є лінія регресії. Лінія регресії x на y – це функція, яка зв'язує середні значення ознаки y зі значеннями ознаки x . Залежно від форми лінії регресії розрізняють лінійний і нелінійний зв'язки. Лінія

регресії може бути подана таблично, графічно, аналітично. У кореляційно-регресійному аналізі (КРА) оцінка лінії регресії здійснюється не в окремих точках, як в аналітичному групуванні, а в кожній точці інтервалу зміни фактичної ознаки x . Лінія регресії при цьому безперервна і зображується у вигляді певної функції $Y = f(x)$, яка називається рівнянням регресії, а Y – це теоретичні значення результативної ознаки.

Якщо кореляційне поле досить витягнуте, його можна уявити і змодельювати у вигляді певної функції - лінійного рівняння (рівняння регресії)

$$Y = f(x),$$

де Y – теоретичні значення результативної ознаки.

Кореляційно-регресійний аналіз складається із таких етапів:

- вибір форми регресії;
- визначення параметрів рівняння;
- оцінка тісноти зв'язку;
- перевірка істотності зв'язку.

При виборі функції використовують графіки, аналітичні групування, теоретичне обґрунтування. Можливий перебір функцій, коли обчислюють рівняння регресії різних видів і з них вибирають найкраще.

Найбільш поширена у статистичному аналізі лінійна функція

$$Y = a + bx$$

Параметр b називають коефіцієнтом регресії. Він показує, на скільки одиниць власного виміру в середньому змінюється значення ознаки Y при збільшенні значення ознаки x на одиницю. Параметр a - це значення Y при $x = 0$.

Якщо x не може набувати нульового значення, то a економічно не інтерпретується і як вільний член рівняння

регресії має тільки розрахункове значення.

Іноді суть явища, яке вивчається, приводить до необхідності використання нелінійних рівнянь регресії. При цьому переважно використовують степеневу функцію

$$Y = ax^b;$$

або гіперболу

$$Y = a + b/x.$$

Визначення параметрів рівняння регресії проводиться методом найменших квадратів, основною умовою якого є мінімізація суми квадратів відхилень емпіричних значень від теоретичних; це дає можливість отримати найкращі оцінки параметрів а і б:

$$\Sigma(y - Y)^2 \Rightarrow \min.$$

Для їх обчислення складають і розв'язують систему нормальних рівнянь

$$na + b \Sigma x = \Sigma y;$$

$$a \Sigma x + \Sigma x^2 = \Sigma xy.$$

Для розв'язання системи використовують метод детермінантів:

$$a = \frac{\Sigma y \Sigma x^2 - \Sigma xy \Sigma x}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2};$$

$$b = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}.$$

Визначення тісноти зв'язку в КРА, як і в методі дисперсійного аналізу, ґрунтується на правилі складання дисперсій, але якщо оцінками лінії регресії в першому методі

були значення середніх групових, результативної ознаки, то в КРА – теоретичні значення останньої.

Дисперсію теоретичних значень називають факторною і обчислюють за формулою

$$\sigma_Y^2 = \frac{\sum(Y_i - \bar{y})^2}{n}.$$

Вона характеризує варіацію результативної ознаки, пов'язану з варіацією факторної ознаки. Замість середньої з групових дисперсій обчислюють залишкову, випадкову дисперсію

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{\sum(y_i - Y_i)^2}{n}.$$

Тоді загальна дисперсія розраховується за формулою

$$\sigma_y^2 = \sigma_Y^2 + \sigma_\varepsilon^2,$$

або

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum(y_i - \bar{y})^2}{n},$$

де y_i – фактичне значення результативної ознаки;

Y_i – теоретичне значення результативної ознаки;

n – кількість рівнів.

Вона характеризує варіацію результативної ознаки, не пов'язану з варіацією факторної ознаки. Мірою тісноти зв'язку в КРА є коефіцієнт детермінації, аналогічний кореляційному відношенню

$$R^2 = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_Y^2},$$

де R^2 – коефіцієнт детермінації,

σ_y^2 – загальна дисперсія,

σ_y^2 – факторна дисперсія.

Він набуває значення від 0 (при відсутності лінійного зв'язку) до 1 (зв'язок між ознаками функціональний). Тіснота зв'язку характеризує також індекс кореляції

$$R = \sqrt{\frac{\sigma_y^2}{\sigma_Y^2}}.$$

Коли зв'язок між ознаками лінійний, використовують лінійний коефіцієнт кореляції, який, набуваючи значення від -1 до $+1$, характеризує не тільки тісноту зв'язку, а і його напрям. Його абсолютна величина збігається з індексом кореляції.

Його розраховують за такою формулою

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum y^2 - (\sum y)^2] \times [n \sum x^2 - (\sum x)^2]}}.$$

Перевірку істотності зв'язку в КРА здійснюють за допомогою Р-критерію Фішера

$$F_R = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m}{m - 1},$$

де m – число параметрів рівняння регресії.

Залежність між собівартістю одиниці продукції та обсягом її виробництва може приблизно бути подана рівнянням двочленної гіперболічної регресії виду $Y = a + b/x$. Вона відрізняється від лінійної тільки тим, що замість величини x там присутня $1/x$. Тоді система нормальних рівнянь буде мати вигляд:

$$na + b \sum \frac{1}{x} = \sum y;$$

$$a \sum \frac{1}{x} + b \sum \frac{1}{x^2} = \sum \frac{y}{x}.$$

Для розв'язання цієї системи також використовують метод детермінантів:

$$a = \frac{\sum y \sum \frac{1}{x^2} - \sum \frac{y}{x} \sum \frac{1}{x}}{n \sum \frac{1}{x^2} - \left(\sum \frac{1}{x} \right)^2};$$
$$b = \frac{n \sum \frac{y}{x} - \sum \frac{1}{x} \sum y}{n \sum \frac{1}{x^2} - \left(\sum \frac{1}{x} \right)^2}.$$

Для розрахунку параметрів рівняння регресії, яка має форму степеневі функції, потрібно привести цю функцію до лінійного виду шляхом логарифмування

$$\lg Y = \lg a + b \lg x.$$

Отримане рівняння відрізняється від рівняння звичайної лінійної регресії тим, що замість y , x , а існують їхні логарифми.

6 РЯДИ ДИНАМІКИ

Ряд динаміки – це послідовність чисел, яка характеризує зміну явища в часі. Він являє собою послідовність двох елементів – рівень ряду у та час i (момент або інтервал), до якого він відноситься. Залежно від показника розрізняють ряди абсолютних, відносних та середніх величин. За ознакою часу ряди поділяють на інтервальні та моментні.

Якщо ряд динаміки характеризує зміну одного показника, то його називають одномірним, двох і більше – багатомірним. Останні бувають двох видів: паралельні ряди та ряди взаємозв'язаних показників.

Зв'язок між показниками багатомірного динамічного ряду

може бути функціональним або кореляційним.

Однією із узагальнюючих характеристик рядів динаміки є середній рівень. У періодичному ряді він обчислюється як проста середня арифметична

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n},$$

де y_i – рівні ряду;
 n – число рівнів ряду.

У моментному ряду з рівними відрізками часу цей рівень обчислюється як середня хронологічна

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} + y_n}{n-1}.$$

Якщо відрізки часу між моментами різні, то використовують формулу середньої арифметичної зваженої

$$\bar{y} = \frac{\sum y'_i t_i}{\sum t_i},$$

де $y'_i = \frac{y_i + y_{i+1}}{2},$

y_i – середні рівні окремих інтервалів часу;
 t_i – тривалість відповідних інтервалів.

Для опису рядів динаміки використовується також система взаємозв'язаних характеристик: абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту та абсолютне значення одного проценту приросту. Обчислення характеристик ґрунтується на співставленні рівнів ряду.

Якщо базою при цьому є попередній рівень, то вона називається змінною, а самі характеристики – ланцюговими. Якщо ж за базу обраний початковий рівень y_0 , то базу називають постійною, а характеристики базисними.

Абсолютний приріст характеризує розмір збільшення

(зменшення) рівня ряду за певний період.

Вони можуть бути обчислені як ланцюгові, так і базисні:

ланцюговий $\Delta_t = y_t - y_{t-1};$

базисний $\Delta_t = y_t - y_0,$

де y_t , – рівень відносно конкретного моменту або інтервалу часу t_n ;

y_0 – базисний рівень.

Середній абсолютний приріст

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta_t}{n} = \frac{y_k - y_0}{n},$$

де n - число ланцюгових абсолютних приростів;

y_k – кінцевий рівень ряду.

Темп зростання t показує, в скільки разів один рівень ряду динаміки більший за другий, обчислюється в коефіцієнтах або процентах:

а) ланцюговий $t_t = \frac{y_t}{y_{t-1}},$

б) базисний $t_t = \frac{y_t}{y_0}.$

Темп приросту – це відношення абсолютного приросту до попереднього або початкового рівня, або

$$T = t - 1$$

він теж може бути ланцюговим та базисним залежно від t .

Для характеристики темпів зростання та приростів за весь період, охоплений рядом динаміки, обчислюють середній темп зростання та темп приросту. Середній темп зростання обчислюється за формулою

$$\bar{t} = \sqrt[n-1]{t_{\sigma}^k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_0}},$$

де y_0 – початковий рівень;

y_n – кінцевий рівень;

n – число членів ряду;

t_{σ}^k – кінцевий базисний темп росту.

Якщо абсолютні дані динамічного ряду відсутні, то середній коефіцієнт можна обчислити на основі ланцюгових коефіцієнтів

$$\bar{t} = \sqrt[n]{\prod \frac{y_t}{y_{t-1}}},$$

де n – число ланцюгових темпів зростання.

Для знаходження середньої із середніх темпів зростання за неоднакові інтервали часу використовують середню геометричну зважену

$$\bar{t} = \sqrt[\sum t_i]{\prod \left(\frac{y_t}{y_{t-1}}\right)^{t_i}},$$

де t_i – тривалість відрізків часу.

Характеристики рядів динаміки пов'язані між собою таким чином:

1) сума абсолютних ланцюгових приростів дорівнює загальному приросту за весь період

$$\sum \Delta_i^a = \Delta_{\sigma}^k = y_n - y_0,$$

де Δ_i^a – ланцюгові абсолютні прирости;

Δ_{σ}^k – кінцевий базисний абсолютний приріст;

2) добуток ланцюгових темпів зростання дорівнює кінцевому базисному

$$t_1 t_2 \dots t_n = t_{\delta}^{\kappa} = \frac{y_n}{y_0};$$

3) з темпами приросту арифметичні дії не проводяться.

При порівнянні інтенсивності розвитку явищ, які відображаються двома динамічними рядами, обчислюють коефіцієнт випередження. Він являє собою відношення базисних темпів зростання двох динамічних рядів за однакові проміжки часу:

$$K_{\text{вип}} = \frac{t'_{\delta}}{t''_{\delta}}.$$

Якщо швидкість процесу в межах періоду, який вивчають, не однакова, то визначають прискорення чи уповільнення зростання. Якщо інтервали часу однакові, можна зіставляти базисні характеристики швидкості, якщо інтервали часу неоднакові – середні.

Абсолютне прискорення зростання можна виявити на основі розрахунків за формулою

$$\delta_i = \Delta_i - \Delta_{i-1};$$

воно характеризується додатною величиною $\delta > 0$, уповільнення – від'ємною $\delta < 0$.

Коефіцієнт прискорення (уповільнення) відносної швидкості динаміки має вигляд

$$K_t = \frac{t_i}{t_{i-1}}.$$

Абсолютне значення одного відсотка приросту – це відношення абсолютного приросту до темпу приросту

$$A\% = \frac{\Delta_i}{T_i} = \frac{y_{i-1}}{100},$$

де $A\%$ – абсолютне значення одного відсотка приросту;

T_i – ланцюговий темп приросту;

y_{i-1} – рівень ряду, попередній відносно y_i .

На практиці перевага віддається функціям, параметри яких мають чіткий економічний зміст і означають абсолютну чи відносну швидкість розвитку, а саме:

- лінійній функції $Y_t = a_0 + a_1t$,

де параметр a_1 характеризує стабільну абсолютну швидкість;

- параболі 2-го ступеня $Y_t = a_0 + a_1t + a_2t^2$,

яка характеризує стабільний приріст абсолютної швидкості;

- показниковій функції $Y_t = a_0a_1^t$.

В усіх функціях t - порядковий номер періоду, a_0 – початковий рівень ряду. Зміст інших параметрів залежить від виду функції. Зокрема, a_1 для лінійної – середньорічний абсолютний приріст, для показникової – середньорічний темп зростання, для параболі 2-го порядку – початковий абсолютний приріст.

7 ІНДЕКСИ

Індекс – відносна величина, що характеризує зміну рівня певного явища в часі, просторі чи порівняно з планом (нормою, стандартом).

Розрізняють індивідуальні та загальні індекси. Індивідуальні індекси характеризують зміну одного якого-небудь індивідуального явища (видобутку вугілля на шахті, ціни на картоплю).

Загальні індекси характеризують зміну рівня показника, що відноситься до сукупності. При цьому сукупність може складатись з однорідних або неоднорідних елементів. Наприклад, у першому випадку ми маємо дані про видобуток

вугілля кількома шахтами, врожайність кількох зернових (тобто однорідних в певному розумінні) культур, про ціни на картоплю у кількох продавців. У другому випадку – обсяг виробництва різномірної продукції одним або кількома підприємствами, ціни на різні продукти по місту. У першому випадку можна обчислити середній для сукупності рівень. Зміну цих середніх рівнів характеризують загальним індексом середніх величин, у другому випадку користуються загальним агрегатним індексом.

Розрізняють індекси динаміки, планового завдання та виконання плану. При їхній побудові порівнюваний (поточний, звітний, фактичний) рівень позначається підрядковою позначкою «1», рівень, з яким порівнюємо (базисний) – позначкою «0», плановий (нормативний) – «ПЛ».

Наприклад, індекс динаміки випуску однорідної продукції підприємством

$$i_{\text{дин}} = \frac{q_1}{q_0};$$

індекс планового завдання

$$i_{\text{пл}} = \frac{q_{\text{пл}}}{q_0};$$

індекс виконання плану

$$i_{\text{вн}} = \frac{q_1}{q_{\text{пл}}};$$

Якщо зміна явища вивчається не за два, а більше періодів, то кожен з них позначається відповідно «0», «1» і т.д. Якщо за базу порівняння приймається рівень попереднього періоду, то індекси називають ланцюговими, якщо один і той же початковий – базисними.

Загальні агрегатні індекси використовуються у випадках неоднорідної сукупності. Так, якщо крамниця реалізує товар тільки одного виду, то індекс фізичного обсягу реалізації буде мати вигляд

$$i_q = \frac{q_1}{q_0},$$

а індекс ціни

$$i_p = \frac{p_1}{p_0}.$$

Якщо ж реалізуються неоднорідні товари, фізичний обсяг яких може вимірюватись як за допомогою різних одиниць (кілограм, метр, літр), так і однакових (мед та картопля), то співставлення загальних фізичних обсягів реалізованого товару не має сенсу і, таким чином, загальний індекс фізичного обсягу не може виглядати як $I_q = \frac{\sum q_1}{\sum q_0}$.

Для цього потрібно привести різні види товару до порівняльного виду. У даному випадку використовуємо такий сумірник, як ціна. Таким чином

$$I_q = \frac{\sum pq_1}{\sum pq_0}.$$

Виникає питання, якого рівня брати ціни, фактичного чи базисного?

Обсяг реалізації (товарообіг, виручка) в поточному періоді порівняно з базисним може змінитися під впливом двох факторів – зміни фізичного обсягу реалізованих товарів (одного виду або кількох) та зміни цін. Зрозуміло, що може існувати як один фактор, так і обидва, діяти вони можуть в одному чи в різних напрямках. Замість цього можна було б навести приклад виробництва підприємством різних видів продукції і т.д. У таких випадках для оцінки впливу всіх факторів, а також кожного з них окремо використовують систему індексів.

У нашому прикладі це загальні агрегатні індекси товарообігу I_{pq} , фізичного обсягу I_q та цін I_p :

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0}; \quad (7.1)$$

$$I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0}; \quad (7.2)$$

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}. \quad (7.3)$$

Як бачимо, змінюється підрядковий знак в індексованій величині, інша величина фіксується. Звичайно q фіксують на фактичному рівні, p - на базисному.

Індекси такого типу отримали назву агрегатних тому, що їх чисельники і знаменники є агрегатами, тобто величинами, які мають економічний сенс. Так, чисельник формули (7.2) є обсяг реалізації поточного періоду в цінах базисного періоду або, як кажуть, у фіксованих цінах, а знаменник – обсяг реалізації базисного періоду.

Агрегатні індекси можуть бути обчислені за допомогою індивідуальних індексів, що може бути використано на практиці. Наприклад, необхідно обчислити I_q . Як правило, ми не маємо в безпосередньому вигляді його чисельник – агрегат $\sum p_0 q_1$. Тоді можемо скористатись індивідуальними індексами обсягу

$$I_q = \frac{\sum i_q p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}. \quad (7.4)$$

У свою чергу

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_1 q_1}{i_p}}. \quad (7.5)$$

Індекс у формулі (7.4) має назву середньоарифметичного, у формулі (5) – середньогармонійного. Вони можуть виявитись більш зручними при використанні наявних даних.

Так як $I_{pq} = I_p I_q$, то

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad (7.6)$$

$$\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_0 = (\sum p_0 q_1 - \sum p_0 q_0) + (\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1). \quad (7.7)$$

Формула (7.6) являє собою систему співзалежних індексів, вираз (7.7) - побудований на ній індексний факторний аналіз.

Останній показує, що загальна абсолютна зміна товарообігу дорівнює його зміні за рахунок кількості реалізованих товарів плюс зміна товарообігу за рахунок зміни цін.

8 СТАТИСТИКА ПРОДУКЦІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Продукція промисловості - це частина суспільного валового продукту, яка є сукупністю споживчих вартостей, виготовлених за звітний період, є прямим корисним результатом виробничої діяльності промислового підприємства, придатна для виробничого (особистого споживання).

До промислової продукції не відносяться [7]:

- сировина і матеріали, які не вступали у виробництво;
- результати діяльності непромислових цехів (відділу капітального будівництва, послуги транспорту, підсобного сільського господарства);
- вироби, які не відповідають вимогам Держстандартам, технічним умовам;
- вартість перепродажу куплених матеріалів, напівфабрикатів;
- вартість відходів, які є залишками вихідної сировини, та ін.

Продукція промисловості складається з продукту і виробничих послуг. Продукт - результат виробничої діяльності, який має речовий, предметний характер.

Роботи промислового характеру - результат виробничої діяльності підприємства, який не оформляється як продукт, а являє собою відновлення втраченої вартості (ремонт устаткування, продукція авторемонтного цеху) або збільшення раніше створеної вартості (нікелювання, фарбування та ін.).

За ступенем готовності продукти праці поділяються на

готові вироби, напівфабрикати, незавершене виробництво.

Готові вироби - це продукт, виготовлений за звітний період всіма цехами підприємства, призначений для реалізації на сторону, своєму капітальному будівництву або непромисловим господарствам; укомплектований, відповідає технічним вимогам, зданий на склад готової продукції, має сертифікат або інший документ, який засвідчує якість, прийнятий замовником.

До складу готової включають продукцію, яка оформлена на 24.00 год останнього дня місяця або 8.00 годин при 3-змінному режимі наступного дня.

Напівфабрикат - це продукт, який пройшов усі стадії обробки в межах даного основного цеху за звітний період і може бути направленим на обробку в інший цех або відпущеним замовникам.

Напівфабрикати з призначення поділяються на перероблені, залишені, відпущені.

Напівфабрикати перероблені - це продукт, який вироблений у даному періоді, використаний в інших цехах.

Напівфабрикати залишені - це продукт, вироблений у даному періоді, але залишений для переробки в наступному періоді або направлений на склад для збільшення запасів.

Напівфабрикати відпущені - це продукт, вироблений у даному періоді й відпущений за межі підприємства.

Незавершене виробництво - продукт, обробку якого почато і не закінчено в усіх промислово-виробничих цехах.

Такий розподіл продукції промисловості необхідний для визначення обсягу виробництва і виключення повторного рахунку окремих елементів продукції.

Облік продукції промисловості здійснюється в натуральному та грошовому вираженні. Основним методом обліку є натуральний, коли продукція являє собою кількість конкретної споживної вартості. Одиницею виміру обсягу продукції є фізичні міри: тонни, штуки, метри, кілограми та ін.

При вивченні динаміки обсягу продукції виникає проблема її зіставлення, тому що з часом здійснюються якісні зміни у виробленій продукції, і одна й та ж кількість може являти

собою різний обсяг споживної вартості.

У цих випадках використовується умовно-натуральний метод обліку продукції. Наприклад, виробництво товарних вагонів у перерахунку на двосні вагони, верстати з програмним управлінням та без нього, різні види палива - в умовне 7000-калорійне паливо та ін.

Сутність умовно-натурального методу в тому, що продукцію декількох видів виражають в одиницях виміру одного виду, умовно прийнятого за еталон.

Для перерахунків використовують коефіцієнт, який визначається співвідношенням споживаної вартості цього продукту і прийнятого за еталон (умовну одиницю):

$$K_{\text{перерах}} = X_{\text{Ф}}/X_{\text{ЕТ}}, \quad (8.1)$$

де $X_{\text{Ф}}$, $X_{\text{ЕТ}}$ - споживані вартості або трудомісткість виробів.

Як приклад розглянемо випуск взуття (таблиця 8.1).

Таблиця 8.1 – Випуск взуття

| Вид продукції | Випуск продукції, тис. пар | $K_{\text{перерах.}}$, співвідношення трудомісткості | Випуск продукції в умовно-натуральному вираженні, тис. пар |
|-----------------|----------------------------|---|--|
| Дитяче взуття | 10 | 0,5 | 5 |
| Жіноче взуття | 20 | 1,0 | 20 |
| Чоловіче взуття | 15 | 0,8 | 12 |
| Разом | 45 | - | 37 |

Недолік не може бути використаний для різномірної продукції.

Вартісний метод використовується для обліку різномірної продукції і дозволяє визначити загальний обсяг промислової продукції цеху, підприємства, галузі промисловості в цілому.

Вартісний обсяг продукції дорівнює добутку випуску продукції в натуральному вираженні на її ціну.

У загальний обсяг продукції включають вартість готових виробів, напівфабрикатів, послуг, незавершене виробництво У

залежності від призначення показника обсягу продукції використовують планові, фактичні і фіксовані ціни підприємства.

Оптова ціна підприємства визначається як сума собівартості продукції і планового прибутку.

Планові ціни використовують при визначенні рівня виконання плану.

Фактичні ціни дозволяють визначити обсяг продукції за звітний період. Фіксовані (незмінні) ціни – це регульовані або вільні ціни, які склалися на якусь базисну дату.

Обсяг продукції на підприємстві може бути представлений вартісними показниками: валовий оборот (ВО), валова продукція (ВП), товарна продукція (ТП), реалізована продукція (РП), чиста продукція (ЧП) (додана вартість).

Валовий оборот – це вартість продукції, виробленої за звітний період всіма цехами підприємства. Кожний цех у даному випадку розглядається як самостійна виробнича одиниця.

Наприклад, завод має три цехи, які виготовляли продукцію (таблиця 8.2).

Таблиця 8.2- Продукція, що виготовлена цехами

| Цех | Виготовлена продукція, тис. грн | Випуск продукції в умовних одиницях |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Заготівельний цех | 600 | a |
| Механічний цех | 900 | a + b |
| Зборочний цех | 1500 | a + b + c |
| Разом ВО | 3000 | 3a + 2 b + c |

Таким чином, валовий оборот склав 3000 тис. грн.

У валовий оборот включають: вартість готової продукції (Г), вартість напівфабрикатів загального виробітку (П), незалежно від їх призначення; вартість продукції допоміжних цехів, робіт промислового характеру в обсязі відпущених на сторону (РП_{р.х-ру}); вартість залишків незавершеного виробництва на кінець і на початок даного періоду

$$BO = \Gamma + \Pi + P_{\text{пр.х-ру}} + (H3B_2 - H3B_1) . \quad (8.2)$$

Недоліком валового обороту є великий повторний рахунок (наприклад, вартість продукції заготівельного цеху входить до складу вартості продукції останніх цехів); обсяг валового обороту залежить від структури підприємства: чим більше цехів, тим більший валовий оборот.

У статистичній звітності сума валового обороту не наводиться. До складу валового обороту входить внутрішній заводський оборот (ВЗО) - це продукція, яка виготовлена підприємством і спожита ним же на виробничі потреби.

Наприклад: чавун, виготовлений металургійним заводом, використаний на виплавку сталі в мартенівському цеху цього заводу; або сталь, виплавлена в мартенівському цеху, передана для виробництва прокату в інший цех. Якщо чавун і сталь відпущені на сторону, то до валового обороту не включаються.

Продукція, яка спожита підсобними і допоміжними цехами підприємства, включається до складу валового обороту, бо виробляється і споживається на даному підприємстві (споживання електричної енергії, пари, гарячої води, стисненого повітря, штампів, тари й т.п.).

Валова продукція - це обсяг продукції, виготовленої підприємством за звітний період, у грошовому вираженні.

До складу валової продукції входять: вартість готової продукції (Γ); вартість напівфабрикатів, які відпускаються на сторону ($\Pi_{\text{на стор.}}$); вартість залишків напівфабрикатів власного виробництва на складах підприємства ($\Pi_2 - \Pi_1$); вартість робіт промислового призначення, які виконувались на замовлення інших підприємств ($P_{\text{пр.х-ру на стор.}}$); вартість залишків незавершеного виробництва

$$BP = \Gamma + \Pi_{\text{на стор}} + (\Pi_2 - \Pi_1) + P_{\text{пр.х-ру на стор.}} + (H3B_2 - H3B_1). \quad (8.3)$$

Незавершене виробництво у бухгалтерському обліку визначають за собівартістю. Для визначення обсягу незавершеного виробництва використовують два методи:

прямий і непрямий.

Прямий метод передбачає підрахунок виробів, які знаходяться в стані незавершеного виробництва, в результаті інвентаризації та визначення незавершеного виробництва з технічної готовності продукту.

Непрямий метод: з дебету рахунка №20 "Виробництво" виключають собівартість виробленого продукту та послуг за звітний період. Сальдо за дебетом цього рахунка є незавершене виробництво за собівартістю.

До складу валової продукції незавершене виробництво включають в оптових цінах. Для визначення обсягу незавершеного виробництва в оптових цінах використовують коефіцієнт, який показує, на скільки оптова ціна незавершеного виробництва більша за його собівартість, вартість готової продукції в оптових цінах за три попередні місяці

$$\hat{E}_{\text{iao.IcA}} = \frac{\text{âàðð}^3\text{ñòü} \quad \text{ãíòíáíç} \quad \text{ïðíáóéö}^3\text{ç} \quad \text{á ïðíáéð} \quad \text{ö}^3\text{íàð} \quad \text{çà òðè} \quad \text{ïíáðááí}^3 \quad \text{ì}^3\text{ñýö}^3}{\text{ñíá}^3\text{âàðð}^3\text{ñ} \text{òü} \quad \text{ãíòíáíç} \quad \text{ïðíáóéö}^3\text{ç} \quad \text{çà} \text{ òðè} \quad \text{ïíáðááí}^3 \quad \text{ì}^3\text{ñýö}^3} .$$

Товарна продукція - частина валової продукції, яка призначена до реалізації. До товарної продукції включають:

- вартість готових виробів, виготовлених за звітний період основними, побічними і підсобними цехами;
- вартість напівфабрикатів свого виробництва і виробів допоміжних цехів; які відпускаються за межі основної діяльності;
- вартість робіт промислового характеру, виконаних на сторону або непромисловим господарствам і організаціям свого підприємства.

$$TP = G + P_{\text{на стор.}} + P_{\text{пр.х-ру на стор.}} \quad (8.4)$$

У товарну продукцію не включають вартість сировини й матеріалів замовника, вартість незавершеного виробництва і вартість залишків напівфабрикатів на складах підприємства.

На підприємствах з тривалим виробничим циклом при однакових цінах товарна продукція може бути більше, рівна і менше валової продукції в залежності від збільшення

(зменшення) залишків напівфабрикатів, інструменту, незавершеного виробництва.

Реалізована продукція - це обсяг товарної продукції, яку за звітний період відпущено замовнику, покупцю і за яку сплачено ними, тобто гроші надійшли на розрахунковий рахунок підприємства.

Якщо є передоплата, то в обсяг реалізованої продукції не включають не відвантажену покупцю.

В обсяг реалізованої продукції включають:

- вартість готових виробів, реалізованих на сторону, своєму капітальному будівництву і непромисловим господарствам свого підприємства;
- вартість напівфабрикатів власного виробництва, реалізованих на сторону;
- вартість робіт промислового господарства, виконаних на замовлення інших підприємств;
- вартість продукції, відвантаженої до звітного періоду, але реалізованої у звітному.

$$РП = Г_{\text{спл.}} + П_{\text{спл.}} + Р_{\text{пр.х-ру на стор.спл.}} \quad (8.5)$$

За звітний період реалізована продукція дорівнює товарній продукції в діючих цінах цього періоду плюс реалізація продукції минулих періодів і мінус нереалізовані залишки продукції звітного періоду.

Готові вироби, які реалізуються на біржі за договором між біржею і підприємством, включаються в обсяг продукції в діючих цінах за звітний період по цінах фактичної реалізації за відніманням сум, які перераховані біржі за договором, податку на додану вартість, акцизного збору й сум, перерахованих у фонд соціального страхування.

Вироби, які виготовлені з покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів, включаються в обсяг продукції з урахуванням вартості покупних виробів і напівфабрикатів.

Продукція, виготовлена із сировини замовника, включається в обсяг продукції в діючих і фіксованих оптових

цінах за вартістю переробки, тобто без вартості сировини й матеріалів замовника. Роботи промислового характеру включаються в обсяг продукції в цінах, які узгоджені з замовником, враховуючи вартість витрачених вузлів, матеріалів, деталей, запасних частин без вартості виробів і матеріалів, отриманих від замовника.

Чиста продукція або додана вартість заводським методом визначається як різниця між товарною продукцією і матеріальними витратами (МВ).

До складу матеріальних витрат включають вартість сировини, матеріалів, палива, енергії, амортизаційні відрахування.

Норматив чистої продукції - це частина оптової ціни даного виду продукції. Обсяг нормативної чистої продукції визначають як добуток випуску продукції в натуральному вираженні на норматив чистої продукції.

До складу нормативно-чистої продукції включають: заробітну плату, відрахування у соцстрах, валовий прибуток і чисті податки

$$\text{НЧП} = \text{З}_{\text{вр.}} + K_z \cdot \text{З}_{\text{вр.}} + \text{П}_{\text{норм.}} , \quad (8.6)$$

де $\text{З}_{\text{вр.}}$ - заробітна плата виробничих робітників з відрахуванням у соцстрах.

$$K_z = \frac{\text{З}_{\text{ПВП}} - \text{З}_{\text{вр.}}}{\text{З}_{\text{вр.}}} , \quad (8.7)$$

де $\text{З}_{\text{ПВП}}$ - заробітна плата промислово-виробничого персоналу;
 $\text{П}_{\text{норм.}}$ - прибуток, який визначається, виходячи з нормативної рентабельності.

$$P_{\text{норм}} = \frac{\text{П}_{\text{норм}}}{\text{собівартість} - \text{МВ}} 100\% , \quad (8.8)$$

$$\text{П}_{\text{норм}} = \frac{P_{\text{норм}} (\text{собівартість} - \text{МВ})}{100} . \quad (8.9)$$

Якщо необхідно визначити чисту продукцію

незавершеного виробництва і робіт промислового характеру, обсяг даного показника перемножують на нормативний коефіцієнт чистої продукції, який визначають відношенням чистої продукції до товарної. Наприклад, $K_{нчп}$ робіт промислового характеру склав 0,5. Це означає, що частка чистої продукції в товарній складає 50 %. Якщо обсяг робіт промислового характеру, сплачений у договірних цінах, склав 15 тис. грн, то $ЧП = 15 \cdot 0,5 = 7,5$ тис. грн.

На промислових підприємствах використовують показники обсягу виробництва, визначені виходячи з нормативних витрат праці - qt_n , де q - фізичний обсяг робіт, продукції, t_n - нормативна трудомісткість, тобто витрати часу на виробництво одиниці продукції.

Застосовується цей метод на тих підприємствах, де кількість випущеної продукції недостатньо характеризує обсяг виконаних робіт.

Динаміка обсягу продукції характеризується загальними індексами:

$$I = \frac{q_1 p_1}{q_0 p_0}, \quad (8.10)$$

де $q_1 p_1$, $q_0 p_0$ - фактичний і базисний обсяг продукції в діючих цінах.

На рівень цього індексу значний вплив здійснює змінення цін. Рівень цін на продукцію в кінці звітного року значно відрізняється від фактичних цін базисного року і рівня цін, які використовувались на момент розрахунку планового обсягу на звітний період. Для виключення впливу цін розраховують індекс фізичного обсягу продукції:

$$I_{\phi o} = \frac{q_1 p_{\phi}}{q_0 p_{\phi}}, \quad (8.11)$$

де $q_1 p_{\phi}$, $q_0 p_{\phi}$ - фактичний і базисний обсяг продукції у фіксованих цінах.

Важливою характеристикою роботи підприємства є

виконання плану з обсягу виробництва, договорів виготовлення. і відвантаження продукції з номенклатури.

Виконання плану з обсягу продукції визначають, розраховуючи індекс виконання плану:

$$I_{\text{виконан. плану}} = \frac{q_1 p_{пл1}}{q_{пл} p_{пл}}, \quad (8.12)$$

де $q_1 p_{пл}$, $q_{пл} p_{пл}$ - фактичний і плановий обсяг продукції в оптових цінах, прийнятих у плані.

Ритмічність - це виробництво продукції у строки, передбачені планом. Аритмічність виробництва й реалізації продукції призводить до простою устаткування, робітників, появи браку, перевитрат в оплаті праці, збільшення собівартості продукції та ін. Показники ритмічності визначають за звітний період за даними з випуску продукції за добу, п'ятиденку, декаду й т.д. Для оцінки рівня ритмічності роботи підприємства використовують показники: коефіцієнт ритмічності та показники аритмічності. Коефіцієнт ритмічності визначають методом заліку:

$$Критм. = \frac{\text{фактичний обсяг продукції не вищий від планового}}{\text{плановий обсяг продукції}}. \quad (8.13)$$

Приклад наведено в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 - Виробництво продукції за декаду

| Дні декади | За планом | Фактично | Залік у викон. плану |
|------------|-----------|----------|----------------------|
| Вівторок | 80 | 79 | 79 |
| Середа | 80 | 80 | 80 |
| Четвер | 82 | 81 | 81 |
| П'ятниця | 82 | 82 | 82 |
| Субота | - | - | - |
| Неділя | - | - | - |
| Понеділок | 80 | 80 | 80 |
| Вівторок | 80 | 80 | 80 |
| Середа | 82 | 80 | 80 |
| Четвер | 82 | 80 | 80 |

$$Критм. = \frac{79 + 80 + 81 + 82 + 80 + 80 + 80 + 80}{80 + 80 + 82 + 82 + 80 + 80 + 82 + 82} = \frac{644}{648} = 0,99, \text{ або } 99\% .$$

Показники аритмічності визначаються за кожну декаду:

$$\eta = \frac{q_{\phi}}{q_{нл}} - 1; \quad 1 \leq \eta \leq 1 . \quad (8.14)$$

Загальний показник аритмічності визначається як сума показників за кожну декаду по абсолютному значенню.

$$\eta_{\text{загальний}} = \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 . \quad (8.15)$$

Чим вище загальний показник аритмічності, тим нижче ритмічність роботи підприємства.

Крім розглянутих показників ритмічності роботи, можуть бути використані коефіцієнт варіації, середнє лінійне відхилення, графічний метод та ін.

Якість продукції - це рівень відповідності сукупності технічних, експлуатаційних, економічних, естетичних та інших параметрів продукції рівню потреб суспільства.

Покращення якості продукції є одним з головних напрямків підвищення ефективності виробництва. Статистика якості продукції вивчається в таких напрямках:

1 Статистика якості готової продукції, яка передбачає вивчення даних:

- а) про виробничу якість готових виробів;
- б) якість продукції в процесі споживання (вивчаються споживчі якості готових виробів за рекламаціями).

2 Статистика якості роботи підприємства вивчає:

- а) якість технологічних процесів;
- б) брак.

Рівень якості виробів, які контролюються з багатьох

параметрів одночасно, регламентованих державними стандартами або технічними умовами, характеризують сортом. Рівень якості визначається працівниками відділу технічного контролю за допомогою вимірювальних приладів, інструментів, експертним шляхом, органолептично, тобто за допомогою органів чуттів.

Конкретним показником якості окремого виробу є питома вага того чи іншого сорту в загальному випуску даного виробу.

Середня сортність виробу визначається як середня арифметична зважена із номерів сорту на обсяг продукції по сортах.

Узагальнюючим показником якості продукції є середня ціна.

Ціна відтворює споживчу вартість продукції одного сорту

$$\bar{D} = \frac{\sum \delta_{\bar{n}} q_{\bar{n}}}{\sum q_{\bar{n}}}, \quad (8.16)$$

де P_c - ціна одиниці продукції відповідного сорту;

\bar{P} - середня ціна умовної одиниці продукції;

q_c - кількість продукції кожного сорту.

Через те, що ціни кожного сорту визначаються з урахуванням різниці в якості виробів, то оцінка якості реальніша за середньою ціною, ніж із середньою сортністю.

Виконання плану й динаміка зміни сортності різнорідної продукції характеризується індексом сортності

$$I_c = \frac{\sum \delta_{1\bar{n}} q_{1\bar{n}}}{\sum p_{i\bar{n}} q_{1\bar{n}}}, \quad (8.17)$$

де $\sum p_{1c} q_{1c}$ - фактичний випуск продукції в цінах по сортах;

$\sum \bar{p}_{n.c} q_{1c}$ - фактичний випуск продукції в середніх планових цінах для кожного виду продукції.

Якщо від чисельника I_c відняти знаменник, визначимо втрати від зниження сортності продукції:

$$\Delta p_c q_c = \sum p_{1c} q_{1c} - \sum \bar{p}_{n.c} q_{1c} \quad . \quad (8.18)$$

Важливою частиною аналізу якості роботи і продукції є вивчення наявності рекламаций і браку.

Рекламация - документ, в якому зафіксовані претензії споживача до виробника або продавця з приводу якості продукції або її комплектності. За встановлений строк виробник або постачальник зобов'язаний провести необхідний ремонт, комплектацію, повну заміну продукції або повернути витрати, пов'язані з придбанням продукції.

Рівень нераціональних витрат на недоброякісну продукцію відтворюють показники браку.

Облік браку здійснюється:

- за окремими видами продукції - в натуральних одиницях; визначають питому вагу забракованих виробів у загальному випуску цього виду продукції;
- за загальним випуском продукції - за собівартістю продукції.

Для характеристики браку обчислюють такі абсолютні та відносні показники:

Абсолютний розмір браку = собівартість забракованих виробів +
+ витрати на виправлення браку.

Абсолютний розмір витрат дорівнює абсолютному розміру браку за вирахуванням виручки від його реалізації за вартістю використання та інші цілі та сум стягнення з винних.

$$\text{Відносний розмір браку} = \frac{\text{абсолютний розмір браку}}{\text{собівартість товарної продукції в фактичних цінах}} \quad . \quad (8.19)$$

$$\text{Відносні втрати від браку} = \frac{\text{абсолютний розмір витрат від браку}}{\text{собівартість товарної продукції в фактичних цінах}} \quad (8.20)$$

У результаті аналізу якості виробництва визначають не тільки розмір браку, а також причини і місце виникнення його.

9 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Важливою характеристикою за альтернативною ознакою є генеральна частка дефектних виробів [8]:

$$q = \frac{D}{N},$$

де D – кількість дефектних виробів у партії об'ємом N виробів.

У практиці статистичного контролю генеральна частка q невідома і її треба оцінювати за допомогою контролю випадкової вибірки об'ємом n виробів, з яких m – дефектних.

Під планом статистичного контролю розуміють систему заходів, методів відбору виробів для перевірки та умов, при яких партію треба прийняти, забракувати або продовжити контролювання.

Треба розрізняти такі види статистичного контролювання:

- одноступеневі плани, згідно з якими, якщо серед n випадково відібраних виробів кількість дефектних m виявиться не більше приймального числа C ($m \leq C$), то партія приймається в протилежному випадку – бракується;

- двоступеневі плани, згідно з якими, коли серед n_1 випадково відібраних виробів число дефектних m_1 виявиться не більше приймального числа C_1 ($m_1 \leq C_1$), партія приймається, коли $m_1 \leq d_1$, де d_1 – бракувальне число, партія бракується. Коли $C_1 < m_1 < d_1$, то приймається рішення про проведення другої вибірки обсягом n_2 . Тоді, коли сумарне число виробів в двох вибірках ($m_1 + m_2$) $\leq C_2$, то партія приймається, в протилежному випадку бракується за даними двох вибірок;

- багатоступеневі плани є логічним продовженням двохступеневих. Спочатку береться партія обсягом n_1 та визначається кількість дефектних виробів m_1 . Коли $m_1 \leq C_1$, то

партія приймається. Коли $C_1 < m_1 < d_1 (D_1 > C_1 + 1)$, то партія бракується. Коли $C_1 < m_1 < d_1$, то приймається рішення про взяття другої вибірки обсягом n_2 . Нехай серед $n_1 + n_2$ маємо m_2 дефектних. Тоді, якщо $m_2 \leq C_2$, де C_2 – друге приймальне число, партія приймається; якщо $m_2 \geq d_2 (d_2 > C_2 + 1)$, то партія бракується. При $C_2 < m_2 < d_2$ приймається рішення о взятій третій вибірці. Подальший контроль проводиться за аналогічною схемою, за випадком останнього k -го кроку. На k -му кроці, якщо серед $\sum_{j=1}^k n_j$ проконтрольованих виробів вибірки виявилось m_k дефектних і $m_k \leq C_k$, то партія приймається; якщо $m_k > C_k$, то партія бракується. У багатоступневих планах число кроків k приймається, якщо $n_1 = n_2 = \dots = n_k$;

- послідовний контроль, при якому рішення про партію, що контролюється, приймається після оцінки якості вибірок, загальна кількість яких заздалегідь не виявлена та встановлюється за результатом попередньої вибірки.

Задача вибіркового приймального контролю фактично зводиться до статистичної перевірки гіпотези про те, що частка дефектних виробів q в партії дорівнює припустимій величині q_0 , таким чином $H_0: q = q_0$.

Задача правильної вибірки плану статистичного контролю полягає у тому, що треба зробити помилки першого та другого роду малоімовірними (пам'ятаємо, що помилки першого роду пов'язані з можливістю помилково забракувати партію виробів; помилки другого роду пов'язані з можливістю помилково пропустити браковану партію).

Для успішного використання статистичних методів контролю якості виробів велике значення має наявність відповідних керівництв та стандартів, які повинні бути доступні широкому колу інженерно – технічних працівників. Стандарти на статистичний приймальний контроль забезпечують можливість об'єктивно порівнювати рівні якості партії однотипних виробів як у часі, так і за різними виробництвами.

Зупинимось на основних вимогах до стандартів зі

статистичного приймального контролю.

Перш за все стандарт повинен мати досить велику кількість планів, що мають різні оперативні характеристики. Це важливо, так як дозволяє вибрати плани контролю з урахуванням особливостей виробництва та вимог користувачів до якості продукції. Бажано, щоб у стандарті були вказані різні типи планів: одноступеневі, двоступеневі, багатоступеневі, плани послідовного контролю і т. п.

Основними елементами стандартів з приймального контролю є:

1) таблиці планів вибіркового контролю, що використовуються в умовах нормальної роботи виробництва, а також планів для підвищення контролю в умовах розладів та для полегшення контролю при досягненні вищої якості;

2) правила вибору планів з умовами особливостей контролю;

3) правила переходу з нормального контролю на підвищений або полегшений та зворотний перехід при нормальній роботі виробництва;

4) методи обчислення послідовних оцінок показників якості процесу, що контролюється.

У залежності від гарантії, що забезпечується планами приймального контролю, розрізняють такі методи побудови планів, які

- становлять значення ризику постачальника α та ризику споживача β та висувають вимогу, щоб оперативна характеристика P_q пройшла приблизно через дві точки: q_0, α та q_m, β , де q_0 та q_m – відповідно прийнятий та забракований рівні якості. Цей план називають компромісним, так як він забезпечує захист інтересів як споживача, так і постачальника. При малих значеннях α та β об'єм вибірки повинен бути більшим;

- вибирають одну точку на кривій оперативної

характеристики та приймають одну або декілька додаткових незалежних умов.

Перша система планів статистичного приймального контролю, яка найшла широке застосування у виробництві, була розроблена Доджем та Ролігом. Плани цієї системи передбачають суцільний контроль виробів з бракованих партій та заміну дефектних виробів придатними. У багатьох країнах одержав поширення американський стандарт МІЛ-СТД-ЛО5Д.

Контрольна карта (рисунок 9.1) складається з центральної лінії, двох контрольних меж (над та під центральною лінією) та значень характеристик (показників якості), нанесених на карту для уявлення стану процесу.

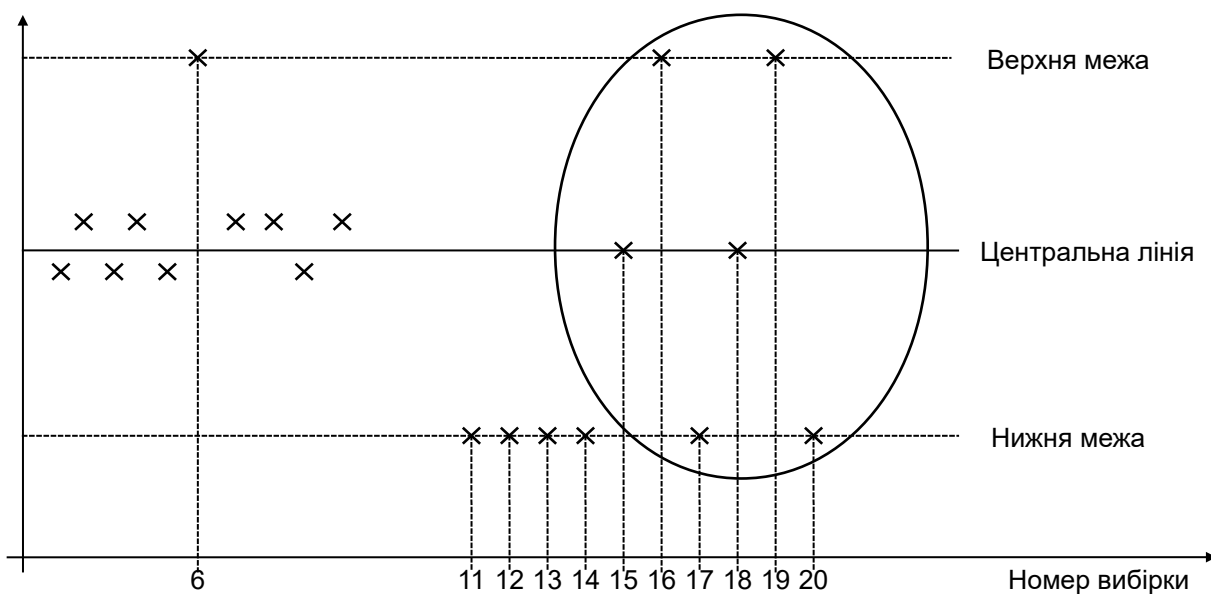


Рисунок 9.1 – Контрольна карта

У визначені періоди часу відбирають (все підряд; вибірково, періодично з безперервного потоку і т. ін.) n виготовлених виробів та заміряють параметр, що контролюється.

Результати замірів наносять на контрольну карту, і в залежності від цього значення приймають рішення. Сигналом про можливу невідповідність технологічному процесу може служити:

- вихід точки за контрольні межі (точка 6);

- розташування груп послідовних точок коло однієї контрольної межі, але не вихід за неї (точки 11, 12, 13, 14), що свідчить про порушення рівня настройки обладнання;
- значне розсіювання точок (15, 16, 17, 18, 19,20) на контрольній карті відносно середньої лінії, що свідчить про знижену точність технологічного процесу.

При наявності сигналу про порушення виробничого процесу повинна бути виявлена та усунена причина порушення.

Таким чином, контрольні карти використовують для виявлення визначеної причини, але не випадкової.

Під визначеною причиною слід розуміти існування факторів, які допускають вивчення. Звичайно, що таких факторів слід запобігати.

Варіація, яка обумовлена випадковими причинами, необхідна. Вона неминуче зустрічається в будь-якому процесі, навіть коли технологічна операція проводиться з використанням стандартних методів та сировини. Виключення випадкових причин варіації неможливе технічно, або економічно недоцільне.

Кількість суттєвих дефектів незначне і викликається переважно незначною кількістю причин. Таким чином, зрозумівши причини нечисленних суттєво важливих дефектів, можливо ліквідувати всі втрати.

Ця проблема може вирішитися за допомогою діаграм Парето.

Розрізняють два різновиду діаграм Парето:

1) внаслідок діяльності. Вони служать для виявлення головної проблеми і відображають небажані результати діяльності (дефекти, відмови і т. ін.);

2) за причинами (факторами). Вони відображають причини проблем, які виникають при виробництві.

Рекомендується будувати багато діаграм Парето, використовуючи різні засоби класифікації як наслідків, так і причин, що приводять до цих наслідків. Найбільш корисною слід вважати таку діаграму, котра виявляє нечисленні, суттєво

важливі фактори, що і є метою аналізу Парето.

Побудова діаграм Парето містить такі етапи:

1) вибір діаграми (за наслідками діяльності або причинами, факторами);

2) класифікація результатів (причин). Звичайно, що будь-яка класифікація має елемент умовності, однак більшість одиниць будь-якої сукупності, що спостерігається, не повинна потрапляти в рядок «інші»;

3) визначення методу та періоду збору даних;

4) розроблення контрольного листку для реєстрації даних з переліком видів інформації, що збирається. У ньому необхідно передбачити вільне місце для графічної реєстрації даних;

5) ранжирування даними, отриманими по кожній ознаці, що перевіряється. Групу «інші» слід наводити на останньому рядку незалежно від того, наскільки більше величина;

6) побудова стовпчастої діаграми (рисунок 9.2).

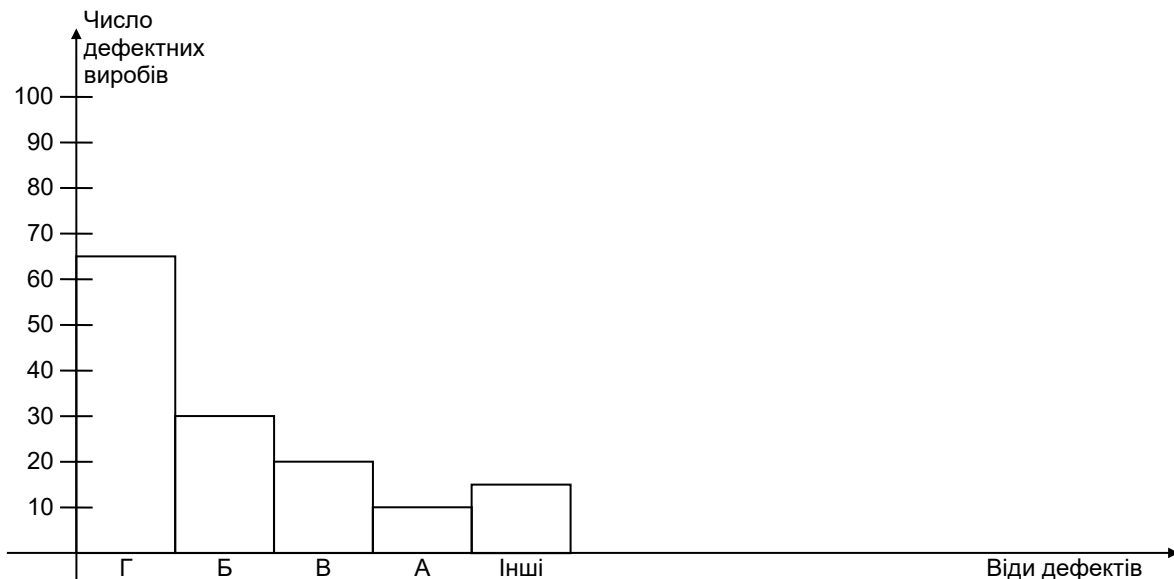


Рисунок 9.2 - Залежність між видами дефектів та кількістю дефектних виробів

Значний інтерес має побудова діаграми Парето в

поєднанні з діаграмою причин та наслідків.

Виявлення головних факторів, що впливають на якість продукції дозволяє взяти показники виробничої якості з яким–небудь показником, що характеризує споживчу якість.

Для цього використовують регресійний аналіз.

Наприклад, внаслідок спеціально організованих спостережень за результатами зносу взуття та подальшої статистичної обробки одержаних даних, було встановлено, що строк використання взуття залежить від двох змінних: щільності матеріалу підошви в грамах на кубічний сантиметр (x_1) і межі міцності зчеплення підошви з поверхнею взуття в кілограмах на квадратний сантиметр (x_2). Варіація цих факторів на 84,6 % пояснює варіацію результативної ознаки (багатофакторний коефіцієнт кореляції $R = 0,92$), а рівняння регресії має вигляд

$$y = 6,0 + 4,0 \cdot x_1 + 12 \cdot x_2 .$$

Таким чином, вже в процесі виробництва, якщо знати характеристики факторів x_1 та x_2 , можливо спрогнозувати строк служби взуття. Підняти строк зносу взуття можливо шляхом удосконалення цих параметрів. Виходячи з необхідного строку служби взуття, можливо вибрати технологічно допустимі та економічно оптимальні рівні ознак виробничої якості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Головач А.В., Ерина А.М., Трофимов В.П. Критерии математической статистики в экономических исследованиях. Статистика. – М., 1973.

2 Ерина А.М., Викторова Л.Л., Витренко Н.М. и др. Структурно-логические схемы и задачи по общей теории статистики. – К.: УМК ВО, 1988.

3 Общая теория статистики: Статистическая методология в изучении коммерческой деятельности: Учебник/ А.И. Харламов, О.9. Башина, В.Т. Бабурин и др.; Под ред. А.А. Спирина, О.З. Башиной. - М.: Финансы и статистика, 1994. – 269 с.

4 Общая теория статистики: Учебник/ А.Я. Боярский, Л.Л. Викторова, А.М. Гольдберг и др.; Под ред. А.М. Гольдберга, В.С. Козлова. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 367 с.

5 Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справ. изд. /С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков и др. Под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. - 607 с.

6 Статистика рынка товаров и услуг: Учебник / И.К. Беляевский, Г.Д. Кулагина, А.В. Коротков и др.; Под ред. И.К. Беляевского. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 432 с.

7 Статистика: Підручник/ А.В. Головач, А.М. Єріна, О.В. Козирев та ін.; За ред. А.В. Головача, А.М. Єріної, О. В. Козирева. - К.: Вища шк., 1993. - 623 с; іл.

8 Управление качеством. Учебник / С.Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, С.Ю. Ягудин и др.; Под ред. С.Д. Ильенковой - М.: ЮНИТИ, 1998. – 194 с.

