

## ТЕМА 7. ВИБІРКОВЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

7.1. Теоретичні основи вибіркового спостереження.

7.2. Принципи утворення вибірових сукупностей.

### 7.1. Теоретичні основи вибіркового спостереження

Основним джерелом статистичних даних є масове статистичне спостереження. Воно може бути суцільним і несучільним.

**Суцільне спостереження** передбачає обстеження всіх без винятку одиниць генеральної сукупності. Наприклад, для визначення загальної чисельності населення під час перепису збирають дані про кожну окрему людину, яка проживає в країні; для встановлення обсягу виробленої продукції (зерна, молока, м'яса тощо), ведуть щоденний облік її виробництва тощо.

Однак з деяких причин (великої трудомісткості, тривалості проведення, високої вартості тощо) суцільне спостереження часто буває економічно недоцільним або практично нездійсненним. Тому на практиці переважно застосовують несучільне спостереження.

Особливе місце серед видів несучільного спостереження займає *вибіркове спостереження*.

**Вибірковим** називається таке несучільне спостереження, при якому ознаки реєструються в окремих одиниць досліджуваної статистичної сукупності, відібраних з використанням спеціальних методів, а отримані в процесі обстеження результати з певним рівнем імовірності поширюються на всю вихідну сукупність.

Вибіркове спостереження не можна ототожнювати з несучільним обстеженням взагалі, так як воно є лише одним з його видів, найбільш опрацьованим з методологічної та організаційної точок зору. Крім вибіркового спостереження несучільне обстеження може здійснюватися шляхом *монографічного опису, методом основного масиву* або на основі різних видів *анкетування*, коли відсутні будь-які спеціальні методи відбору респондентів і відсоток заповнених і повернутих анкет заздалегідь не відомий.

**Переваги вибіркового спостереження полягають в наступному:**

1. Вибіркове спостереження дає значну економію коштів і часу. *Наприклад, при обстеженні 10% загального числа одиниць сукупності обсяг роботи скорочується приблизно в 10 разів, 5% – в 20 разів тощо.*

2. Вибіркове спостереження дає можливість більш детально і всебічно охарактеризувати сукупність, яка вивчається, і домогтися більшої точності при реєстрації фактів (оскільки обстежується менше одиниць сукупності). Тому воно іноді використовується для контролю результатів суцільного спостереження.

3. Вибіркове спостереження може бути проведено тоді, коли суцільне неможливо здійснити фізично або недоцільно економічно. *Наприклад, при перевірці якості деталей, які випускаються десятками і сотнями мільйонів одиниць. Або коли це пов'язано зі знищенням і приведенням в непридатність обстежуваних одиниць сукупності: випробування електричних ламп на тривалість горіння, деталей на міцність, продуктів на смакові якості тощо. Не можна перевірити на відповідність стандартам кожен пакет з соком або молочною продукцією, так як це пов'язано з розкриттям їх упаковки. У подібних випадках контроль якості може здійснюватися тільки з використанням вибіркового методу.*

При проведенні вибіркового спостереження вся сукупність одиниць називається **генеральною сукупністю**, а та частина сукупності одиниць, яка піддається вибіркового обстеженню – **вибірковою сукупністю**.

*Завдання вибіркового спостереження – отримати правильне уявлення про показники всієї генеральної сукупності на основі вивчення вибіркової сукупності.*

При вибіркового спостереженні мають справу з двома категоріями узагальнюючих показників: з відносними і середніми величинами (табл. 7.1).

*Відносні величини застосовуються для зведеної характеристики сукупностей за альтернативною ознакою.*

Відношення числа одиниць генеральної сукупності, що володіють даною ознакою ( $M$ ), до обсягу генеральної сукупності називається генеральної часткою ( $P$ ).

Таблиця 7.1 – Основні характеристики параметрів генеральної і вибіркової сукупностей

Характеристика	Генеральна сукупність	Вибіркова сукупність
Обсяг сукупності (загальна чисельність одиниць)	$N$	$n$
Альтернативна ознака		
Чисельність одиниць, що володіють певним значенням ознаки	$M$	$m$
Частка одиниць, що володіють певним значенням ознаки	$P = \frac{M}{N}$	$w = \frac{m}{n}$
Дисперсія частки	$\sigma_p^2 = p \cdot (1 - p)$	$\sigma_w^2 = w \cdot (1 - w)$
Кількісна ознака		
Середнє значення ознаки	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$	$\tilde{x} = \frac{\sum x_i}{n}$
Дисперсія кількісної ознаки	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}$	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n}$

Генеральна частка розраховується за формулою:

$$P = \frac{M}{N}. \quad (7.1)$$

Відношення числа одиниць генеральної сукупності, що не володіють даною ознакою, до загальної генеральної сукупності, дає нам частку одиниць, що не володіють даною ознакою:

$$q = \frac{N - M}{N} = 1 - \frac{M}{N} = 1 - P. \quad (7.2)$$

Якщо позначити обсяг вибірки як  $n$ , а число одиниць, що володіють альтернативною ознакою, як  $m$ , то відношення  $n/m = w$  і називається **вбірковою часткою** або **частістю**.

При дослідженні на основі вибіркового спостереження альтернативної ознаки завдання полягає в тому, щоб дати на основі вибіркової частки уявлення про генеральну частку.

*Середні величини* застосовуються для зведеної характеристики кількісної ознаки, що варіює, у всій сукупності. Середнє значення ознаки у генеральній сукупності дає нам генеральну середню, а середнє значення у одиниць, які зазнали вибіркового спостереження – вибіркoву середню. Тут завдання вибіркового спостереження полягає в тому, щоб на основі вибіркової середньої дати правильне уявлення про генеральну середню.

Різниця між генеральною і вибірковою середньою (часткою) утворює **помилку вибірки**. При вибірково́му спостереженні виникають такі види помилок:

- помилки реєстрації;
- помилки репрезентативності.

*Помилками реєстрації* називаються такі похибки, які виникають внаслідок неправильної реєстрації значень ознаки окремих одиниць сукупності.

*Помилками репрезентативності* називаються розбіжності між узагальнюючими показниками відібраної частини сукупності і всієї сукупності в цілому в умовах правильної реєстрації даних.

Помилки репрезентативності можуть бути систематичними і випадковими.

*Систематичні помилки репрезентативності* виникають в силу порушення принципів проведення вибіркового спостереження (неправильне здійснення відбору, довільна заміна одиниць сукупності, що потрапили у вибірку, іншими тощо). При правильному відборі одиниць у вибіркoву сукупність систематичних помилок репрезентативності не буде. Однак все ж і в цих випадках можливі розбіжності між характеристиками вибіркової і генеральної сукупності. Розбіжності ці виникають в силу того, що вибіркoва сукупність не відтворює точно генеральну сукупність.

Розбіжність між характеристиками відібраної частини сукупності і характеристиками всієї сукупності в цілому при правильно зробленому відборі і правильній реєстрації, носять назву *випадкових помилок репрезентативності*.

Оскільки помилки реєстрації та систематичні помилки репрезентативності можуть бути усунені при організації

вибіркового спостереження, то помилками вибірки ми будемо вважати лише *випадкові помилки репрезентативності*.

**Величина помилки вибірки залежить:**

- 1) від чисельності вибіркової сукупності;
- 2) від ступеня коливання ознаки в сукупності.

Чим більше одиниць генеральної сукупності включається до вибірки, тим точніше остання відтворює генеральну сукупність, а відповідно і меншою є різниця між вибірковою і генеральною середньою.

Таким чином, розбіжності між характеристиками вибіркової і генеральної сукупності вимірюються *середньою помилкою вибірки*  $\mu$ .

Величина середньої помилки вибірки розраховується диференційовано в залежності від способу і процедури вибірки.

При *випадковому повторному відборі середня помилка* визначається за формулою:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}, \quad (7.3)$$

де  $\sigma^2$  – дисперсія;  
 $n$  – обсяг вибірки.

Для альтернативної ознаки:

$$\mu = \sqrt{\frac{P \cdot (1 - P)}{n}}, \quad (7.4)$$

де  $P$  – частка ознаки у вибірковій сукупності.

Таким чином, **середня помилка вибірки прямо пропорційна середньоквадратичному відхиленню ознаки і обернено пропорційна кореню квадратному з числа спостережень.**

Звідси випливає, що, для того, *щоб зменшити похибку вибірки в 2 рази, число спостережень слід збільшити в 4 рази.*

Для встановлення меж відхилення генеральної від вибіркової середньої використовується *гранична помилка вибірки*. Вона визначається за формулою:

$$\Delta = t \cdot \mu, \quad (7.5)$$

де  $\Delta$  – гранична помилка вибірки;  
 $\mu$  – середня помилка вибірки;  
 $t$  – коефіцієнт довіри.

**Гранична помилка вибірки** – статистична величина, яка визначає, з певним ступенем імовірності, максимальне значення, на яке результати вибірки відрізняються від результатів генеральної сукупності. Складає половину довжини довірчого інтервалу.

Приклад використання: «середній зріст здобувача першого курсу становить  $180 \pm 20$  см з імовірністю 95%».

Тут:

- 180 см – середнє значення вибірки;
- 95% – довірна ймовірність (коефіцієнт надійності);
- 160-200 см – довірчий інтервал;
- 20 см – межа похибки.

Тлумачення: «з імовірністю 95% справжнє середнє значення генеральної сукупності лежить в інтервалі 160-200 см».

## 7.2. Принципи утворення вибірових сукупностей

Залежно від складу і структури генеральної сукупності вибирається вид вибірки, або спосіб відбору.

До найбільш поширених на практиці видів вибірки відносяться:

- власне-випадкова (проста випадкова) вибірка;
- механічна (систематична) вибірка;
- типова (стратифікована, розшарована) вибірка;
- серійна (гніздова) вибірка.

**Власне-випадковий відбір.** Вибіркова сукупність утворюється на основі випадкового відбору.

*Приклад:* лотереї або жеребкування.

*При повторному відборі* кожна одиниця (або група одиниць) генеральної сукупності, що потрапила у вибірку, після запису розміру повертається в генеральну сукупність і, отже, може багаторазово потрапляти у вибірку. При безповторному відборі кожна одиниця (або група одиниць) генеральної сукупності, що потрапила у вибірку, після запису розміру ознаки більше в генеральну сукупність не повертається.

Помилку вибірки визначають за формулами (7.3) та (7.4).

Застосування цих формул передбачає, що відомі генеральна дисперсія і генеральна частка. Однак насправді ці показники невідомі, тому що вибірка для того і проводиться, щоб на основі вибірових показників з'ясувати невідомі значення відповідних генеральних показників. Зважаючи на це виникає необхідність заміни генеральної дисперсії  $\sigma_{\Gamma}^2$  і генеральної частки іншими, близькими до них величинами. Такими величинами можуть бути вибірова дисперсія  $\sigma_{\text{В}}^2$  і вибірова частка  $w$ .

У математичній статистиці доводиться, що:

$$\sigma_{\Gamma}^2 = \sigma_{\text{В}}^2 \cdot \frac{n}{n-1} \qquad p \cdot q = w \cdot (1-w) \cdot \frac{n}{n-1}. \qquad (7.6)$$

Неважко бачити, що при досить великому обсязі вибірки величина поправки  $n/(n-1)$  істотних значень не має. Тому це дозволяє за вибіровими характеристиками визначити середню помилку вибірки (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Формули середньої помилки вибірки ( $\mu$ ) при власне-випадковому способі відбору

Помилки вибірки	При відборі	
	повторному	безповторному
Для середньої	$\sqrt{\frac{\sigma_{\text{В}}^2}{n}}$	$\sqrt{\frac{\sigma_{\text{В}}^2}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$
Для частки	$\sqrt{\frac{w \cdot (1-w)}{n}}$	$\sqrt{\frac{w \cdot (1-w)}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$

Необхідний мінімальний обсяг вибірки визначаємо з формул середньої помилки вибірки (табл. 7.3).

Таблиця 7.3 – Формули чисельності вибірки при власне-випадковому методі відбору

Чисельність вибірки	При відборі	
	повторному	безповторному
Для середньої	$\frac{t^2 \cdot \sigma_{\Gamma}^2}{\Delta^2}$	$\frac{t^2 \cdot \sigma_{\Gamma}^2 \cdot N}{N \cdot \Delta^2 + t^2 \cdot \sigma^2}$
Для частки	$\frac{t^2 \cdot w \cdot (1-w)}{\Delta^2}$	$\frac{t^2 \cdot w \cdot (1-w) \cdot N}{N \cdot \Delta^2 + t^2 \cdot w \cdot (1-w)}$

**Приклад.** В результаті вибіркового обстеження незайнятого населення, що шукає роботу, здійсненого на основі власне-випадкової повторної вибірки, отриманий наступний ряд розподілу (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 – Результати вибіркового обстеження незайнятого населення

Вік, років	до 25	25-35	35-45	45-55	55 і більше
Чисельність осіб даного віку	15	37	71	45	22

З ймовірністю 0,954 визначте межі:

- а) середнього віку незайнятого населення;
- б) частки (питомої ваги) осіб, молодших 25 років, в загальній чисельності незайнятого населення.

**Рішення.** Для визначення середньої помилки вибірки нам необхідно, перш за все, розрахувати вибірку середню величину і дисперсію досліджуваної ознаки, дані для розрахунку яких наведені в табл. 7.5.

$$\tilde{x} = \frac{7820}{190} = 41,2$$

$$\sigma^2 = \frac{34460}{190} - 41,2^2 = 116,24.$$



Таблиця 7.5 – Розрахунок середнього віку незайнятого населення і дисперсії

Вік, років $x$	Чисельність осіб даного віку $f$	Середина інтервалу $x$	$x \cdot f$	$x^2 \cdot f$
до 25	15	20	300	6000
25-35	37	30	1110	33300
35-45	71	40	2840	113600
45-55	45	50	2250	112500
55 і більше	22	60	1320	79200
Разом	190	–	7820	344600

Середня помилка вибірки складе:

$$\mu = \sqrt{\frac{116,24}{190}} = 0,8 \text{ (років)}$$

Визначимо з ймовірністю 0,954 ( $t = 2$ ) граничну помилку вибірки:

$$\Delta = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ (років)}$$

Встановимо межі генеральної середньої:

$$(41,2 - 1,6) \leq \tilde{x} \leq (41,2 + 1,6)$$

$$39,6 \leq \tilde{x} \leq 42,8$$

Таким чином, на підставі проведеного вибіркового обстеження з ймовірністю 0,954 можна зробити висновок, що середній вік незайнятого населення, що шукає роботу, лежить в межах від 40 до 43 років.

Для відповіді на питання, поставлене в пункті «б» даного прикладу, за вибірковими даними визначимо частку осіб у віці до 25 років і розрахуємо дисперсію частки:

$$w = \frac{15}{190} = 0,079$$

$$\sigma_w^2 = 0,079 \cdot (1 - 0,079) = 0,073$$

Розрахуємо середню помилку вибірки:

$$\mu = \sqrt{\frac{0,073}{190}} = 0,02$$

Гранична помилка вибірки із заданою вірогідністю складе:

$$\Delta = 2 \cdot 0,02 = 0,04$$

Визначимо межі генеральної частки:

$$(0,079 - 0,04) \leq p \leq (0,079 + 0,04)$$

$$0,039 \leq p \leq 0,119$$

Отже, з імовірністю 0,954 можна стверджувати, що частка осіб у віці до 25 років у загальній чисельності незайнятого населення знаходиться в межах від 3,9 до 11,9%.

При розрахунку середньої помилки власне-випадкової неповторної вибірки необхідно враховувати поправку на неповторний відбір:

$$\sqrt{\frac{\sigma_B^2}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}. \quad (7.7)$$

де  $N$  – обсяг (кількість одиниць) генеральної сукупності.

Необхідний обсяг власне-випадкової повторної вибірки визначається за формулою:

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{\Delta_x^2}. \quad (7.8)$$

Якщо відбір неповторний, то формула набуває такого вигляду:

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma_r^2 \cdot N}{N \cdot \Delta^2 + t^2 \cdot \sigma^2}. \quad (7.9)$$

Отриманий на основі використання цих формул результат завжди округлюється в більшу сторону до цілого значення.

**Приклад.** Потрібно визначити, скільки учнів перших класів шкіл району необхідно відібрати в порядку власне-випадкової

безповторної вибірки, щоб з ймовірністю 0,997 визначити межі середнього зросту першокласників з граничною помилкою 2 см. Відомо, що всього в перших класах шкіл району навчається 1100 учнів, а дисперсія зростання за результатами аналогічного обстеження в іншому районі склала 24.

**Рішення.** Необхідний обсяг вибірки при рівні ймовірності 0,997 ( $t = 3$ ) складе:

$$n = \frac{3^2 \cdot 24 \cdot 1100}{1100 \cdot 2^2 + 3^2 \cdot 24} = 51,5 \approx 52 \text{ (школярів)}$$

Таким чином, для отримання даних про середнє зростання першокласників із заданою точністю необхідно обстежити 52 школяра.

**Механічний відбір** полягає в тому, що відбір одиниць у вибірку сукупність проводиться з генеральної сукупності, розбитої на рівні інтервали (групи).

Зазвичай на практиці застосовують механічний відбір одиниць вибіркової сукупності.

*Приклад:* з 3000 робітників потрібно відібрати 100. Складають список і визначають інтервал вибірки:  $3000:100 = 30$ . Будемо вибирати за списком кожного 30-го робітника: 30, 60, 90, ..., тощо. Списки складають або в алфавітному порядку, або за іншими ознаками.

Механічний відбір завжди буває безповторним.

Середня і гранична помилки вибірки та обсяг необхідної вибірки при механічному відборі визначається за формулами власне-випадкової вибірки.

**Типова вибірка.** Ця вибірка застосовується в тих випадках, коли одиниці генеральної сукупності об'єднані в кілька великих типових груп. Відбір одиниць у вибірку проводиться всередині цих груп пропорційно їх обсягу на основі використання власне-випадкової або механічної вибірки (при наявності необхідної інформації відбір також може здійснюватись пропорційно варіації досліджуваної ознаки в групах). Тобто типова вибірка рівносильна ряду випадкових вибірок з менших сукупностей – типових груп.

При типовій вибірці обсяг одиниць сукупності, які обирають з кожної типової групи, може визначитися:

– пропорційно обсягу типових груп (чим більший обсяг типової групи, тим більше витягується одиниць сукупності);

– пропорційно коливанню досліджуваної ознаки в типових групах. Чим більше коливання ознаки в групі, тим більше слід відібрати одиниць, щоб досить точно відтворити характер цієї групи;

– пропорційно чисельності і коливанню ознаки в групах. Це найбільш складний вид відбору. Співвідношення між чисельністю і коливанням ознаки в групах встановлюють, виходячи з конкретних умов.

Відбір одиниць сукупності пропорційно обсягу типових груп є найбільш простим.

Середня помилка типової вибірки визначається за формулами:

– повторний відбір:

$$\mu = \sqrt{\frac{\bar{\sigma}^2}{n}}; \quad (7.10)$$

– безповторний відбір:

$$\mu = \sqrt{\frac{\bar{\sigma}^2}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}, \quad (7.11)$$

де  $\bar{\sigma}^2$  – середня з внутрішньогрупових дисперсій.

**Приклад.** Припустимо, 10% безповторний типовий відбір безробітного населення, пропорційний розмірам районів, проведений з метою оцінки тривалості періоду пошуку роботи, привів до наступних результатів (табл. 7.6).

Таблиця 7.6 – Результати обстеження безробітного населення області

Район	Всього зареєстровано безробітних, осіб	Обстежено, осіб	Число тижнів пошуку роботи	
			середнє	дисперсія
А	5000	500	7	36
Б	8200	820	15	64
В	2100	210	5	9

Розрахуємо середню з внутрішньогрупових дисперсій:

$$\overline{\sigma^2} = \frac{\sum \sigma_i^2 \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (7.12)$$

$$\overline{\sigma^2} = \frac{36 \cdot 500 + 64 \cdot 820 + 9 \cdot 210}{500 + 820 + 210} = 47$$

Визначимо середню і граничну помилки вибірки (з ймовірністю 0,954):

$$\mu = \sqrt{\frac{47}{1530} \cdot \left(1 - \frac{1530}{15300}\right)} = 0,17$$

$$\Delta_{\tilde{x}} = 2 \cdot 0,17 = 0,34$$

Розрахуємо вибірккову середню:

$$\overline{x} = \frac{7 \cdot 500 + 15 \cdot 820 + 5 \cdot 210}{500 + 820 + 210} = 11,0 \text{ тижнів}$$

В результаті проведених розрахунків з ймовірністю 0,954 можна зробити висновок, що середнє число тижнів, що витрачаються на пошук роботи, в цілому за областю знаходиться в межах:

$$11,0 - 0,34 < x < 11,0 + 0,34.$$

**Необхідний обсяг типової вибірки** визначається за формулою:

– повторний відбір:

$$n = \frac{t^2 \cdot \overline{\sigma^2}}{\Delta_x^2}; \quad (7.13)$$

– безповторний відбір:

$$n = \frac{t^2 \cdot \overline{\sigma^2} \cdot N}{t^2 \cdot \overline{\sigma^2} + \Delta_x^2 \cdot N}. \quad (7.14)$$

Отримане значення загального обсягу вибірки необхідно розподілити за типовими групами пропорційно їх чисельності, щоб визначити, яку кількість одиниць слід відібрати з кожної групи:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N}, \quad (7.15)$$

де  $N_i$  – обсяг  $i$ -тої групи;  
 $n_i$  – обсяг вибірки з  $i$ -тої групи.

Припустимо, в розглянутому вище прикладі необхідно визначити середнє число тижнів, що витрачаються на пошук роботи, з граничною помилкою  $\pm 1$  тиждень. З огляду на величину отриманої раніше середньої з внутрішньогрупових дисперсій, обчислимо необхідний обсяг типової вибірки за умови неповторного відбору:

$$n = \frac{2^2 \cdot 47 \cdot 15300}{2^2 \cdot 47 + 1^2 \cdot 15300} = 185,7 \approx 186 \text{ (осіб)}$$

Таким чином, ми визначили, що при заданих умовах для досягнення необхідної точності досить обстежити вибіркоким методом всього 186 чоловік. Розподілимо цю чисельність на три райони даної області пропорційно їх розмірам за кількістю зареєстрованих безробітних:

$$n_A = 186 \cdot \frac{5000}{15300} = 60,8 \approx 61 \text{ (осіб)}$$

$$n_B = 186 \cdot \frac{8200}{15300} = 99,7 \approx 100 \text{ (осіб)}$$

$$n_B = 186 \cdot \frac{2100}{15300} = 25,5 \approx 25 \text{ (осіб)}$$

Розрахунки показують, що в районі А необхідно обстежити 61 особу, в районі Б – 100 і в районі В – 25 осіб.

**Серійна вибірка.** Ця вибірка використовується в тих випадках, коли одиниці досліджуваної сукупності об'єднані в невеликі рівновеликі групи або серії. Одиницею відбору в цьому випадку є серія. Серії відбираються з використанням власне-

випадкової або механічної вибірки, а всередині відібраних серій обстежуються всі без винятку одиниці.

В основі розрахунку середньої помилки серійної вибірки лежить міжгрупова дисперсія:

– при повторному відборі:

$$\mu = \sqrt{\frac{\delta^2}{r}}; \quad (7.16)$$

– при безповторному відборі:

$$\mu = \sqrt{\frac{\delta^2}{r} \cdot \left(1 - \frac{r}{R}\right)}, \quad (7.17)$$

де  $r$  – число відібраних серій;

$R$  – загальне число серій.

Міжгрупова дисперсія при рівновеликих групах обчислюється таким чином:

$$\delta^2 = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{r} \quad (7.18)$$

де  $x_i$  – середня  $i$ -тої серії;

$\tilde{x}$  – загальна середня за всією вибірковою сукупністю.

**Приклад.** З метою контролю якості комплектуючих з партії виробів, упакованих в 50 ящиків по 20 виробів в кожному, була проведена 10% серійна вибірка. За ящиками, які потрапили у вибірку, середнє відхилення параметрів виробів від норми відповідно склало 9 мм, 11, 12, 8 і 14 мм. З ймовірністю 0,954 визначте середнє відхилення параметрів за всією партією в цілому.

**Рішення.** Вибіркова середня:

$$\tilde{x} = \frac{9 + 11 + 12 + 8 + 14}{5} = 10,8 \text{ мм}$$

Величина групової дисперсії:

$$\delta^2 = \frac{(9-10,8)^2 + (11-10,8)^2 + (12-10,8)^2 + (8-10,8)^2 + (14-10,8)^2}{5} = 4,56$$

З урахуванням встановленої ймовірності  $P = 0,954$  ( $t = 2$ ) гранична помилка вибірки складе:

$$\Delta_{\tilde{x}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{4,56}{5} \cdot \left(1 - \frac{5}{50}\right)} = 1,8 \text{ мм}$$

Проведені розрахунки дозволяють зробити висновок, що середнє відхилення параметрів всіх виробів від норми перебуває в наступних межах:

$$(10,8 - 1,8) \text{ мм} \leq \tilde{x} \leq (10,8 + 1,8) \text{ мм}$$

Для визначення необхідного обсягу серійної вибірки при заданій граничній помилці використовуються наступні формули:

– повторний відбір:

$$n = \frac{t^2 \cdot \delta^2}{\Delta_x^2} \quad (7.19)$$

– безповторний відбір:

$$n = \frac{t^2 \cdot \delta^2 \cdot R}{t^2 \cdot \delta^2 + \Delta_x^2 \cdot R} \quad (7.20)$$

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Статистична величина, яка визначає, з певним ступенем імовірності, максимальне значення, на яке результати вибірки відрізняються від результатів генеральної сукупності – це:

- а) гранична помилка вибірки;
- б) середня помилка вибірки;
- в) вибіркова частка;
- г) генеральна частка.