

**ЛУЦЬКИЙ ІНСТИТУТ РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ  
УНІВЕРСИТЕТУ “УКРАЇНА”**

**кафедра “Комп’ютерні технології”**



**ЕМПІРИЧНІ МЕТОДИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ  
Частина 1**

Методичний посібник до самостійної роботи  
та виконання розрахунково-графічної роботи  
для студентів напрямку підготовки «Програмна інженерія»  
всіх форм навчання

Луцьк - 2012

УДК 31:33 (07)

ББК 65.051я7

Методичний посібник до самостійної роботи та виконання розрахунково-графічної роботи з курсу «Емпіричні методи програмної інженерії». Частина 1./ Укладачі Л.А. Матвійчук, Т.А. Яцишина. - Луцьк: ЛІРоЛ Університету “Україна”, 2012. – 44 с.

Даний методичний посібник призначений для студентів напряму підготовки «Програмна інженерія» всіх форм навчання.

У методичному посібнику представлений теоретичний матеріал для самостійного вивчення тем дисципліни, наведені рекомендації щодо виконання та оформлення розрахунково-графічної роботи, приклади розв’язання задач, 16 варіантів розрахунково-графічної роботи і контрольні запитання для самопідготовки.

**Укладачі:**

Матвійчук Л.А., асистент кафедри комп’ютерних технологій ЛІРоЛ Університету “Україна”;

Яцишина Т.А., старший викладач кафедри комп’ютерних технологій ЛІРоЛ Університету “Україна”.

**Рецензенти:**

А.П. Усійчук, доцент, професор кафедри комп’ютерних технологій Луцького інституту розвитку людини Університету “Україна”

Д.О. Сомов к.т.н., доцент кафедри автоматизованого управління виробничими процесами ЛНТУ

Розглянуто кафедрою комп’ютерних технологій ЛІРоЛ Університету “Україна” (протокол №7 від 23 лютого 2012р.)

Схвалено вченою радою факультету комп’ютерних технологій та інформаційної діяльності ЛІРоЛ Університету “Україна” (протокол №\_\_\_\_\_від\_\_\_\_\_р.)

Затверджено та рекомендовано до друку вченою радою ЛІРоЛ Університету “Україна” (протокол №\_\_\_\_\_від\_\_\_\_\_р.)

©Матвійчук Л.А., Яцишина Т.А. (укладання), 2012

## ВСТУП

Емпіричні методи програмної інженерії є практичною наукою, яка вивчає явища і процеси життя програмних продуктів в їх кількісно-якісній визначеності. Вона розробляє загальні положення і методи статистичного дослідження. Її категоріями, показниками і методами користуються всі інші галузі статистичної науки. В результаті вивчення студенти опановують знання загальних основ статистичної науки і загальні навички проведення емпіричного дослідження, вивчають методологію збору, обробки та аналізу інформації.

Відповідно до навчального плану студенти денної форм навчання напряму підготовки «Програмна інженерія» виконують розрахунково-графічну роботу (РГР) з курсу «Емпіричні методи програмної інженерії».

Мета РГР - вивчити найважливіші методологічні питання, перевірити вміння студента застосовувати на практиці основні положення курсу, набути практичних навичок в розрахунках статистичних показників, навчити розуміти економічний зміст обчислених показників, аналізувати їх і зображати графічно.

Завданнями розрахунково-графічної роботи є:

- систематизація, закріплення і розширення отриманих теоретичних і практичних знань;
- розвиток навичок самостійної роботи і оволодіння методикою емпіричного дослідження при вирішенні розглянутих проблемних питань;
- виявлення ступеня підготовленості студентів для самостійної практичної роботи за фахом в ринкових умовах.

# ТЕМА 1: ПОНЯТТЯ СТАТИСТИЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ, ЙОГО ПІДГОТОВКА

- §1. Поняття статистичного спостереження, його підготовка
- §2. Види статистичного спостереження
- §3. Помилки спостереження
- §4. Зведення і угруповання
- §5. Види статистичних угруповань
- §6. Статистичні таблиці
- §7. Статистичні графіки

## §1. Поняття статистичного спостереження, його підготовка

Будь-яке статистичне дослідження починається зі збору даних.

Джерела інформації:

1. різні публікації (газети, журнали, і т.д.)
2. головне джерело опублікованої статистичної інформації - видання органів державної статистики.
3. проведення статистичного спостереження, тобто науково організованого збору даних.

**Статистичне спостереження** - масове, планове, науково організоване спостереження за явищем соціального та економічного життя, яке полягає в реєстрації ознак у кожній одиниці досліджуваної сукупності.

**Процес проведення спостереження:**

1. Підготовка до спостереження.
2. Проведення масового збору даних.
3. Підготовка даних до обробки.
4. Розробка пропозицій щодо вдосконалення статистичного спостереження.

**Підготовка спостереження:**

1. Визначення мети і об'єкта спостереження.
2. Визначення складу ознак, які підлягають реєстрації.
3. Розробка документів для збору даних.
4. Вибір звітної одиниці та одиниці щодо якої буде проводитися спостереження.
5. Необхідно визначити методи і засоби отримання даних.

Необхідно вирішити **організаційні проблеми**:

1. необхідно визначити склад служб, які проводять дослідження;
2. проінструктувати персонал;
3. скласти календарний план роботи;
4. провести тиражування документів для збору даних.

### **Об'єктом спостереження є соціально-економічні явища і процеси.**

Необхідно чітко виділити ознаки для реєстрації.

**Програма спостереження** - перелік ознак підлягають реєстрації ознак в процесі спостереження.

#### **Вимоги до програми спостереження:**

1. Програма повинна містити істотні ознаки, що безпосередньо характеризують досліджуване явище, не слід включати в програму ознаки, що мають другорядні явища або ознаки, значення яких будуть свідомо недостовірні або будуть взагалі відсутні.

2. Питання програми спостереження повинні бути точними і не двозначними, а також легкими для розуміння в уникнення труднощів при отриманні відповідей.

3. Слід визначити послідовність питань.

4. У програму спостереження слід включати питання безпосереднього характеру для проведення та уточнення зібраних даних.

5. Для забезпечення однаковості одержуваних відомостей програма оформлюється у вигляді документа - на званого статистичним формуляром.

**Статистичний формуляр** - це документ єдиного зразка, містить програму і результати спостережень.

**Розрізняють індивідуальний формуляр** (відповіді на питання по одній одиниці спостереження) і **списаний** (відомості по декількох одиницях статистичної сукупності).

Формуляр та інструкція щодо його заповнення є інструментарієм статистичного спостереження.

Вибір часу спостереження полягає у вирішенні 2<sup>х</sup> питань: встановлення критичної дати або інтервалу, визначенням періоду спостереження.

**Критична дата** - конкретний день року, година дня за станом на який повинні бути зареєстровані ознаки по кожній одиниці досліджуваної сукупності.

**Період спостереження** - час протягом якого відбувається заповнення статистичних формулярів тобто час, необхідний для збору даних.

Слід враховувати, що віддалення періоду спостереження від критичної дати або інтервалу може призвести до зниження достовірності отриманих відомостей.

## **§2. Види статистичного спостереження**

У статистиці використовуються три форми статистичних спостережень.

1. статистична звітність підприємств, організацій, установ.
2. спеціально організоване статистичне спостереження (перепис і т.д.).
3. реєстр - форма безперервного статистичного спостереження за довготривалими процесами.

#### **Статистичне спостереження класифікується:**

##### **За часом спостереження:**

- поточне спостереження - виробляється безперервна реєстрація ознак (помилки програми, актуальність ПП, і т.д.).
- періодичне спостереження - виробляється через певні інтервали часу (рівень програмного продукту, вартість програмного продукту, кількість ПП).

- Одноразове - спостереження, вироблене один раз під конкретну мету.  
За охопленням одиниць сукупності:
- Суцільне спостереження - повинна бути отримана інформація про всі ЕСС.
- Не суцільне спостереження:
  - Спосіб основного масиву - обстеження піддається найістотніших одиниць досліджуваної сукупності.
  - Вибіркове спостереження - випадковий відбір О.С.С. підлягають спостереження.
  - Монографічне спостереження - коли спостереженню піддається одна О.С.С, часто використовуються для складання програми масового спостереження.

За способом збору даних:

- Безпосереднє спостереження - самі реєстратори шляхом безпосереднього виміру, зважування встановлює факт, який підлягає реєстрації (програма до 1 місяця).
- Документальне спостереження - використовуються різні документи (складання декларації)

**Опитування** - необхідні дані отримують за словами респондента.

- Експедиційне опитування - здійснюється спеціально підготовленими працівниками які отримують необхідну інформацію на основі опитування відповідних осіб і самі фіксують відповіді у формулярі. Експедиційне опитування може бути прямим (обличчям до обличчя) і опосередкованим (опитування по телефону)
- Кореспондентське опитування – відомості, які повідомляє штат добровільних кореспондентів, даний спосіб вимагає малих фінансових витрат, але не дає точного значення проведеного спостереження.
- Самореєстрація - формуляри заповнюються самими респондентами, а реєстратори лише роздають їм бланки опитувальних листів і пояснюють заповнення їх.

### §3. Помилки спостереження

Основна вимога, що застосовується до статистичного спостереження - це точність.

*Точність* - ступінь відповідності будь-якого показника ознаки за певними матеріалами статистичного спостереження дійсної величини.

*Розбіжність* між розрахунковим і дійсним значенням називається **помилкою спостереження** в залежності від причин виникнення розрізняють: помилки реєстрації та помилки репрезентативності. Помилки реєстрації поділяються на випадкові та систематичні.

*Випадкові помилки* - результат дій випадкових факторів (переплутані рядки, стовпці).

*Систематичні помилки* - завжди мають тенденцію або до завищення або до заниження показника. (Роки).

Помилки репрезентативності - характер для не суцільного спостереження і виникають в результаті неточного відтворення виборної всієї вихідної сукупності.

Після отримання статистичних формулярів необхідно:

1. провести перевірку повноти зібраних даних.
2. провести арифметичний контроль, заснований на зв'язку різних ознак між собою.
3. провести логічний контроль заснований на знанні логічних зв'язків між ознаками.

#### §4. Зведення і угруповання

На основі зібраних даних не можна зробити розрахунок і зробити висновки, для початку їх потрібно узагальнити і звести в єдину таблицю. Для цих цілей служать зведення і угруповання.

Підсумок - комплекс послідовних операцій по узагальненню конкретних одиничних фактів, що утворюють сукупність і виявлення типових рис і закономірностей властивих досліджуваному явищу в цілому.

Просте зведення - підрахунок загальних підсумків по сукупності.

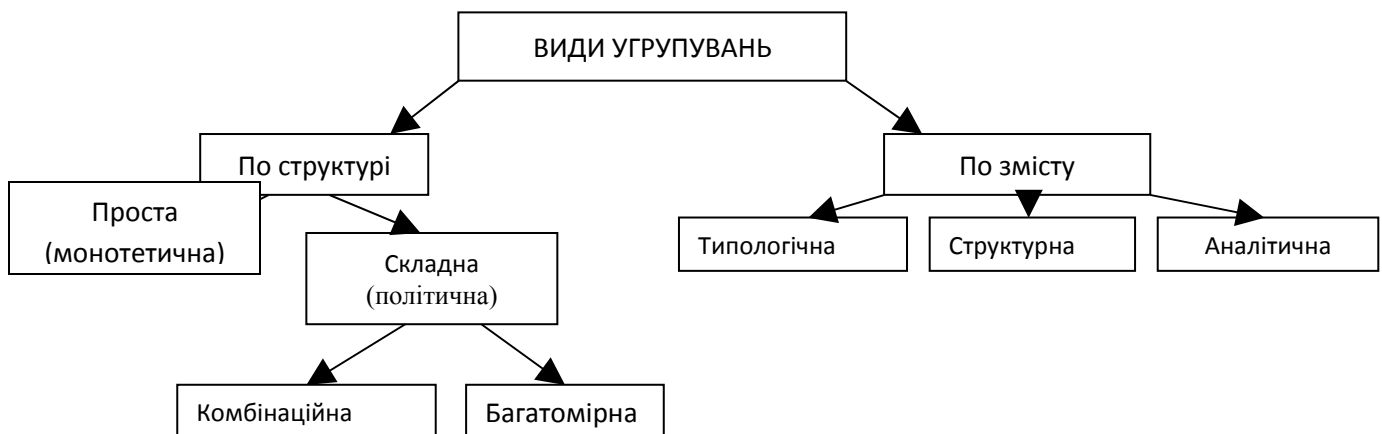
Складне зведення - комплекс операцій по угрупованню одиничних спостережень, підрахунок підсумків по кожній групі і по всьому об'єкту в цілому і подання результатів у вигляді статистичних таблиць.

За формою обробки матеріалу зведення буває децентралізоване, централізоване - таке зведення проводиться при одноразовому статистичному спостереженні.

Угруповання - розчленовування безліч одиниць досліджуваної сукупності на групи за певними ознаками.

#### §5. Види статистичних угруповань

Угруповання можуть бути класифіковані за структурою і за змістом.



**Типологічна** - поділ сукупності на класи, соціально-економічні типи (державні підприємства, ВАТ, ТОВ, ЗАТ)

**Структурна** - поділ сукупності по якійсь одній ознаці.

Рік

<Робочий

Робочий

Робочий>

**Аналітичне** угруповання характеризує взаємозв'язок між ознаками одна з яких є факторним інша результативним.

|                          | 0-5000 | 5000-10000 | Від 10000 |
|--------------------------|--------|------------|-----------|
| Програмний продукт/дохід |        |            |           |
| Графічний                | 2      | 1          | -         |
| Мультимедійні            | 10     | 20         | 5         |
| Моделювання              | 7      | 15         | 25        |

## §6. Статистичні таблиці

Результати зведення й угруповання повинні бути представлені так, щоб ними можна було користуватися.

**Існує 3 способи подання даних:**

- дані можуть бути включені в текст;
- подання в таблицях;
- графічний спосіб.

**Статистична таблиця** - система рядків і стовпців, в якій у певній послідовності викладається статистична інформація про соціально-економічні явища.

Розрізняють підмет і присудок таблиці.

Підметом називається об'єкт, який характеризується числами, зазвичай підлягаючої, до лівої частини таблиці.

Присудок - система показників за допомогою яких характеризується об'єкт.

Статистична таблиця містить 2 види заголовків: загальний, боковий.

**Загальний** заголовок повинен відбивати зміст всієї таблиці та розташовується над таблицею по центру.

*Правило складання таблиць.*

- обов'язкові всі три види заголовків без скорочень слів, загальні одиниці вимірювання можна винести в заголовок;
- в таблиці не повинно бути зайвих ліній, вертикальна розмітка може бути відсутньою;
- Підсумковий рядок обов'язковий. Він може бути як на початку так і в кінці документа. Якщо на початку документа то **ВСЬОГО:** якщо в кінці то **РАЗОМ:** (в тому числі)
- цифрові дані в межах однієї граfi записуються з одним ступенем точності. Розряди записуються суворо під розрядами, ціла частина відокремлюється комою.
- в таблиці не повинно бути порожніх клітин, якщо дані відсутні, то пишуть «Відомостей немає» чи «...», якщо дані дорівнюють нулю, то «-». Якщо значення не дорівнює нулю, але перша значуща цифра з'являється після заданої точності 0,01 → 0,0 - якщо прийнята точність до десятих.

6. якщо в таблиці багато граф, то граfi підмета позначаються заголовними літерами, а граfi присудка цифрами.

7. якщо таблиця заснована на запозичених даних, то під таблицею вказується джерело даних, у разі необхідності таблиця може супроводжуватися примітками.

## §7. Статистичні графіки

Статистичні таблиці можуть доповнюватися графіками.

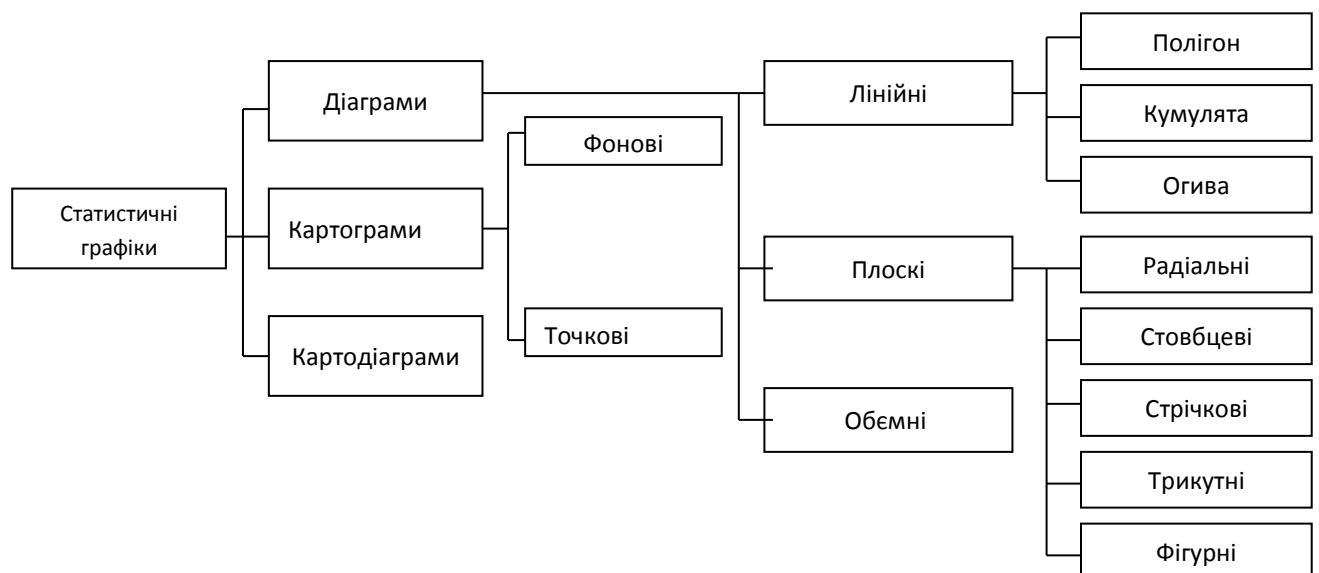
**Статистичні графіки** - умовні зображення числових величин та їх співвідношень за допомогою ліній, геометричних фігур, малюнків.

Плюси графічного зображення:

1. наочність, оглядовість, виразність.
2. відразу видно межі зміни показника, порівняльна швидкість зміни і коливання.

Мінуси графічного зображення:

1. Включають меншу кількість даних ніж у таблиці.
2. На графіку показуються округлені дані, загальна ситуація, але не деталі.



## ТЕМА 2: СТАТИСТИЧНІ ПОКАЗНИКИ

§ 1. Сутність і значення статистичного показника, його атрибути.

§ 2. Класифікація статистичних показників.

§ 3. Види відносних показників. Принципи побудови.

§ 4. Системи статистичних показників.

### § 1. Сутність і значення статистичного показника, його атрибути

Статистична ознака - властивість притаманна О.С.С, вона існує об'єктивно від того хто вивчає його як науку.

Статистичний показник - узагальнююча характеристика якої-небудь властивості сукупності.

Структура статистичного показника (його атрибути):

| Якісна сторона: об'єкт і його властивості | Кількісна сторона: число і од. виміру | Територіальні, галузеві, або ін кордону | Інтервал або момент часу |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Введення в дію програмного продукту       | 4800,5 тис. грн.                      | Україна                                 | 2012                     |

### § 2. Класифікація статистичних показників



*По виду:* сумарна кількість одиниць або сумарна властивість об'єкта. Це сума первинних ознак, вимірюється в шт., кг, м, \$, і т.д.

*Відносний показник* - отримуваний шляхом зіставлення абсолютних або відносних показників в просторі, у часі або в порівнянні показників різних властивостей досліджуваного об'єкта (програмного продукту).

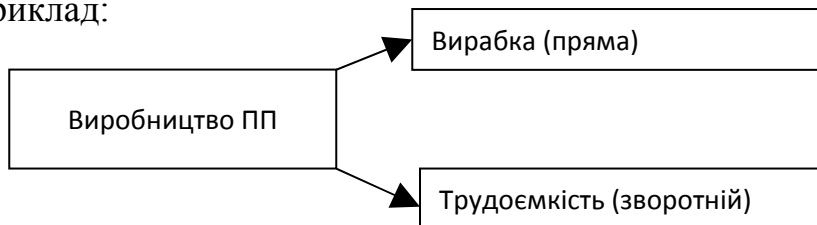
Відносний показник 1<sup>го</sup> порядку виходить шляхом зіставлення 2<sup>х</sup> абсолютних показників. Відносний показник 2<sup>го</sup> порядку виходить шляхом зіставлення відносних показників 1<sup>го</sup> порядку і т.д.

Відносний показник 3<sup>го</sup> порядку і вище зустрічаються дуже рідко.

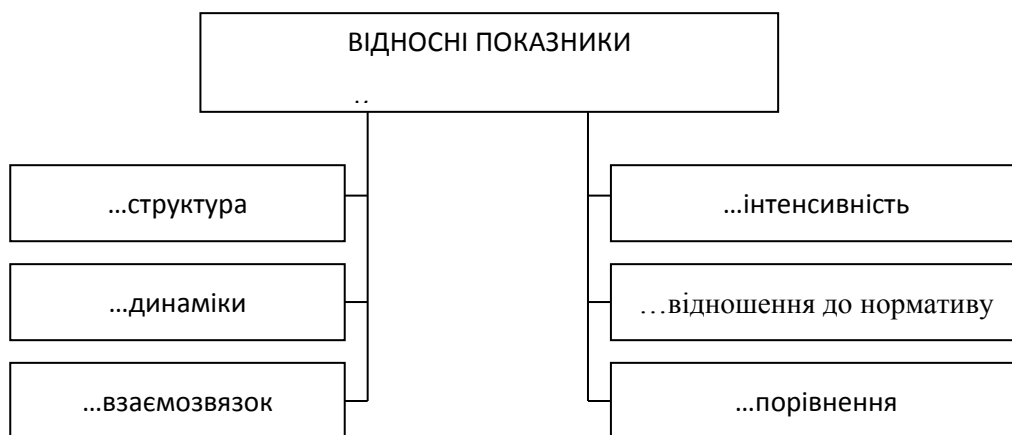
*Прямі показники* - такі показники, величина яких збільшується зі збільшенням досліджуваного явища.

*Зворотні показники* – показники, величина яких зменшується зі збільшенням досліджуваного явища.

Приклад:



### § 3. Види відносних показників. Принципи побудови



*Показники структури* виходять шляхом відносини частини до цілого.

*Відносні показники динаміки:*

- Показники динаміки (темпи зростання, приросту)
- Індекси

*Показники взаємозв'язку* характеризують зв'язки між ознаками:

- Коефіцієнт кореляції
- Аналітичні індекси

*Показники інтенсивності* характеризують відношення двох об'єктів за різними ознаками.

- Трудомісткість - кількість часу використовується для виготовлення однієї одиниці виробу
- Виробіток - кількість продукції виготовленої за одиницю часу  

$$\text{ВИГОТОВЛЕННЯ} = 1/\text{трудомісткість}$$

*Показники ставлення до нормативу* - співвідношення фактичних величин ознак показника до нормативних, планових, оптимальних.

*Показники порівняння* - порівняння різних об'єктів за однією ознакою.

Загальні принципи побудови статистичних показників:

1. статистичні показники об'єктивно пов'язані;
2. порівняльні показники можуть відрізнятися тільки одним атрибутом, не можна зіставляти показник з двох і більше атрибутів.
3. необхідно знати і враховувати кордони показника.

#### § 4. Системи статистичних показників

Для кожної характеристики об'єкта необхідна система статистичних показників.

1. Функція пізнавальна - ґрунтується на аналізі даних
2. Пропагандистська
3. Стимулююча функція

### ТЕМА 3: СЕРЕДНІ ВЕЛИЧИНИ

§ 1. Поняття середніх величин

§ 2. Види середніх величин

§ 3. Середня арифметична та її властивості, багатовимірна середня

#### § 1. Поняття середніх величин

Найбільш поширеною формою статистичних показників є середня величина.

Найважливіша властивість середньої полягає в тому, що вона відображає те спільне, що притаманне кожній одиниці досліджуваної сукупності, хоча значення ознаки окремих одиниць сукупності можуть коливатися в ту чи іншу сторону.

Типовість середньої безпосередньо пов'язана з однорідністю досліджуваної сукупності. У разі не однорідної сукупності необхідно провести розбивку її на якісно однорідні групи і розрахувати середню по кожній з однорідних груп.

Визначити середню можна через вихідне співвідношення середньої (ВСС) її логічну формулу.

$$\text{ВСС} = \frac{\text{сумарне значення показника}}{\text{кількість одиниць сукупності}}$$

Від того в якому вигляді надано дані, залежить розрахунок середньої, залежить яким саме буде ВСС.

#### § 2. Види середніх величин

1. Середня арифметична

2. Середньо гармонійна
3. Середньо квадратична, кубічна
4. Середньо геометрична

Правило мажорантності середніх.

$$\bar{x}_{\text{гармоническое}} \leq \bar{x}_{\text{геометрическое}} \leq \bar{x}_{\text{арифметическое}} \leq \bar{x}_{\text{квадратическая}} \leq \bar{x}_{\text{кубическая}}$$

Структурні середні

Мода -  $M_o$   
Медіана -  $M_e$  } варіація

В рядах динаміки розраховується середня арифметична, середня хронологічна.

**Середньою арифметичною** називається таке середнє значення ознаки при обчисленні якого загальний обсяг ознаки не змінюється.

Приклад: вага.

$$\bar{x}_{\text{ар}} = \frac{50 + 51 + 60 + 54}{4} = 53,75$$

$$\bar{x}_{\text{ар}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ - ср. арифметичне просте}$$

$x_i$  - індивідуальне значення ознак

$n$  - загальне число досліджуваної сукупності

$$x_{\text{ар.вз.}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \text{ ср. арифметичне зважене}$$

Властивості ср. арифметичної.

1. Сума відхилень індивідуальних значень ознак від його середньої величини дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = x_1 - \bar{x} + x_2 - \bar{x} + \dots + x_n - \bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i - n\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i - n \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 0$$

2. Якщо кожне індивідуальне значення ознак помножити або розділити на одне й теж постійне число, то середня збільшиться або зменшиться в стільки ж разів.

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i C}{n} = \frac{x_1 C + x_2 C + \dots + x_n C}{n} = \frac{C \sum_{i=1}^n x_i}{n} = C \bar{x}$$

3. якщо до кожного індивідуального значенням ознак додати одне і теж постійне число, то середня величина зміниться відповідно на теж саме число.

Доведення:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i \pm c)}{n} = \frac{x_1 \pm c + x_2 \pm c + \dots + x_n \pm c}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \pm nc}{n} = \bar{x} \pm c$$

4. якщо ваги  $f$  середньої виваженої помножити або розділити на одне і теж число, то середня не зміниться.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \frac{f_i}{c}}{\sum_{i=1}^n \frac{f_i}{c}} = \frac{x_1 \frac{f_1}{c} + x_2 \frac{f_2}{c} + \dots + x_n \frac{f_n}{c}}{\frac{f_1}{c} + \frac{f_2}{c} + \dots + \frac{f_n}{c}} = \frac{\frac{1}{c} \sum_{i=1}^n x_i f_i}{\frac{1}{c} \sum_{i=1}^n f_i} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

5. сума квадратів відхилень ознаки менше ніж від будь-якого іншого числа.

Інші види середніх:

| Вид середньої | Проста середня                                                                        | Зважена середня                                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| гармонійна    | $\bar{x}_{\text{гармон}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$                      | $\bar{x}_{\text{гармон}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{\sum_{i=1}^n \frac{f_i}{x_i}}$ |
| геометричне   | $\bar{x}_{\text{геомет}} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$ | $\bar{x}_{\text{геомет}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (x_i)^{f_i}}$                   |
| квадратична   | $\bar{x}_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$                           | $\bar{x}_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}}$    |

### § 3. Багатовимірна середня

Зберегти складність опису груп і одночасно подолати недоліки комбінованого угруповання дозволяють багатовимірні угруповання. Найпростішим варіантом багатовимірного угруповання є багатовимірна середня.

Багатовимірна середня - середня величина для декількох ознак О.С.С. Так як не можна розрахувати СР величину абсолютних значень різних ознак виражених у різних одиницях виміру, то багатовимірна середня обчислюється з відносних величин.

З відносин значень ознаки для О.С.С до середніх значень цих ознак.

$$\bar{p}_i = \frac{\sum_{j=1}^k p_{ij}}{k} = \frac{\sum_{j=1}^k \left( \frac{x_{ij}}{x_j} \right)}{k}$$

$\bar{p}_i$  - багатовимірна середня для  $i$  одиниці

$x_{ij}$  - значення ознаки  $j$  для  $i$  одиниці

$\bar{x}_j$  - середнє значення ознаки  $j$

$k$  - число ознак

$j$  - номер ознаки і номер його сукупності

## ТЕМА 4: ВАРІАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ

- § 1. Варіація ознак та її причини
- § 2. Ряди розподілу
- § 3. Структурні характеристики варіаційного ряду
- § 4. Показники сили варіації
- § 5. Показники інтенсивності варіації
- § 6. Види дисперсії. Правило складання дисперсії

### § 1. Варіація ознак та її причини

Варіацією значення якої-небудь ознаки в сукупності називається відмінність його значень у різних одиницях даної сукупності в один і той же період або момент часу.

Причина варіації: різні умови існування О.С.С саме варіація породжує необхідність у такій науці як статистика.

### § 2. Ряди розподілу

Проведення варіаційного аналізу починається з побудови варіаційного ряду - впорядкований розподіл одиниць сукупності по зростаючих чи по спадаючих ознак і підрахунок відповідних частот.

Ряди розподілу

- ранжирування
- дискретні
- інтервальні

*Ранжируваний варіаційний ряд* - перелік окремих одиниць сукупності в порядку зростання, спадання рангових ознак.

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Програмний<br>продук | Капітал тис.<br>грн. |
| Моделювання          | 255866               |
| Графічні             | 475800               |

*Дискретний варіаційний ряд* - таблиця складається з  $2^x$  рядків - полімерних значень варіаційних ознак і кількістю одиниць з даними значенням ознак.

|                                  |    |    |    |    |   |
|----------------------------------|----|----|----|----|---|
| Кількість програм<br>мультимедіа | 0  | 1  | 2  | 3  | 4 |
| Кількість<br>відеопрограм        | 20 | 40 | 45 | 10 | 5 |

Інтервальний варіаційний ряд будується у випадках:

1. ознака приймає дискретні значення, але кількість їх надто велика;
2. ознака приймає будь-які значення в певному діапазоні.

|                                    |           |             |             |
|------------------------------------|-----------|-------------|-------------|
| Розмір власного капіталу тис. грн. | 0 - 10000 | 10000-50000 | Понад 50000 |
|------------------------------------|-----------|-------------|-------------|

|                             |    |    |    |
|-----------------------------|----|----|----|
| Кількість комп'ютерних фірм | 20 | 40 | 10 |
|-----------------------------|----|----|----|

При побудові інтервального варіаційного ряду необхідно вибрати оптимальну кількість груп, найпоширеніший спосіб за формулою Стерджесса

$$k = 1 + 3.32 \lg n$$

k - кількість інтервалів

n - обсяг сукупності

При розрахунках майже завжди отримують дробові значення, округлення виробляти до цілого числа.

Довжина інтервалу - l

$$l = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$$

Види інтервалів

1. нижня межа подальшого інтервалу повторює верхню межу наступного інтервалу.

|        |         |         |
|--------|---------|---------|
| 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 |
|        |         |         |

2. З індивідуальними межами в інтервал входять верхня і нижня межа.

|       |         |         |
|-------|---------|---------|
|       | 10 - 19 | 20 - 29 |
| 0 - 9 |         |         |
|       |         |         |

3. Відкритий інтервал, інтервал з одним кордоном.

|      |        |         |
|------|--------|---------|
| До 5 | 5 - 10 | 10 - 15 |
|      |        |         |

У разі відкритого інтервалу l приймається рівної довжині суміжного з ним інтервалу, або виходячи з логічних міркувань.

|                      |      |     |     |
|----------------------|------|-----|-----|
| Стаж                 | До 5 | 5-7 | 7-9 |
| Кількість<br>робочих |      |     |     |

При розрахунках інтервального варіаційного ряду за  $x_i$  приймається середина інтервалу.

Інтервали можуть бути як рівні так і неможуть бути. При вивченні варіаційного ряду істотну допомогу надає графічне зображення. Дискретний варіаційний ряд зображується за допомогою полігону (рис.1).

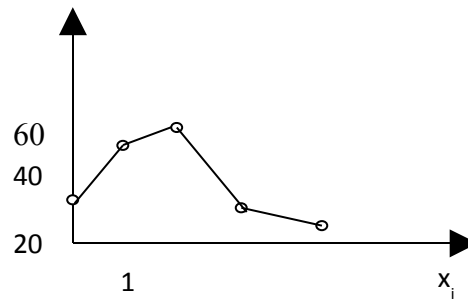
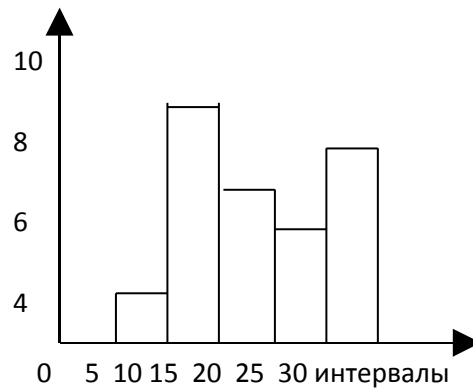


Рис. 1

**Інтервальний варіаційний ряд** зображується за допомогою гістограми (рис. 2).

Рис. 2



Накопичена частота

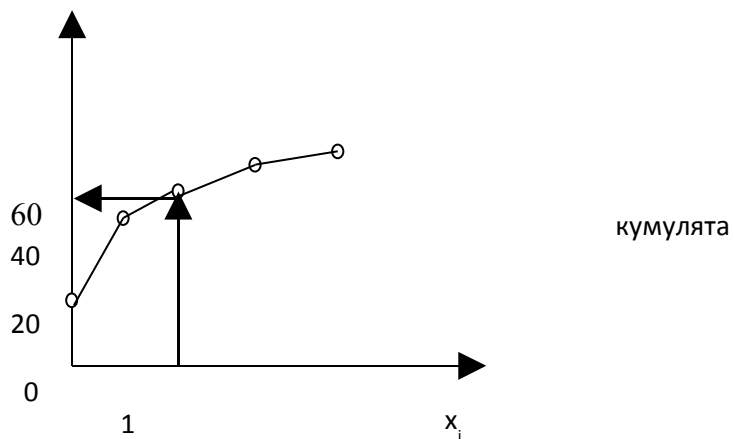
|       |    |    |    |    |   |
|-------|----|----|----|----|---|
| $x_i$ | 0  | 1  | 2  | 3  | 4 |
| $f_i$ | 20 | 40 | 45 | 10 | 5 |

$N_{ME} = 60$  медіана = 1

Кумулята - розподіл менше ніж

Огіва - розподіл більше ніж

### § 3. Структурні характеристики варіаційного ряду



**Медіана** - значення ознак подумки ділить всю сукупність на дві рівні частини.

Для дискретного варіаційного ряду розрахунок медіани: якщо  $n$ -парне, то  $N_{Me}$  медіаною одиниці:

$$N_{Me} = \frac{n}{2}, n - \text{четное} - \text{парне}$$

$$N_{Me} = \frac{n+1}{2}, n - \text{нечетное} - \text{непарне}$$

Інтервальний варіаційний ряд:

$$Me = x_0 + l \left( \frac{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k f_i - f'_{Me} - 1}{f_{Me}} \right)$$

$k$  - кількість інтервалів

$x_0$  - нижня межа медіанного інтервалу

$l$  - довжина медіанного інтервалу

$\sum_{i=1}^k f_i$  - сума частот

$f'_{Me} - 1$  - накопичена частота інтервалу попередньої медіанни.

$f_{Me}$  - Частота медіанного інтервалу

**Медіанний інтервал** - перший інтервал накопичена частота якого перевищує половину від загальної

|     |      |       |       |                    |
|-----|------|-------|-------|--------------------|
| 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | Медианный интервал |
| 15  | 20   | 40    | 25    |                    |

Графічно медіана знаходиться по кумуляти.

2. Квартілі - значення ознак подумки ділить сукупність на 4 рівні частини.

$$1^{\text{ий}} \text{квартіль } Q_1 = x_{Q_1} + l \frac{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^k f_i - f'_{Q_1-1}}{f_{Q_1}}$$

$$3^{\text{ий}} \text{квартіль } Q_3 = x_{Q_3} + l \frac{\frac{3}{4} \sum_{i=1}^k f_i - f'_{Q_3-1}}{f_{Q_1}}$$

2 ой квартал - медіана.

$x_{Q_1}$  і  $x_{Q_3}$  - нижня межа інтервалу містить 1<sup>ю</sup> і 3<sup>ю</sup> квартилі.

$l$  - довжина інтервалу

$f'_{Q_1-1}$  і  $f'_{Q_3-1}$  - накопичені частоти інтервалів попередніх інтервалів містять 1

і 3 квартилі.

$f_{Q_i}$  - частоти квартильних інтервалів.

Для характеристики варіаційного ряду використовуються:

Децилі - ділять сукупність на 10 рівних частин. Перцітілі - ділять сукупність на 100 рівних частин.

3. Мода - часто зустрічається характеристика ознаки. Для дискретного варіаційного ряду - найбільша частота. Для інтервального варіаційного ряду мода розраховується за наступною формулою:

$$Mo = x_0 + l \frac{f_{Mo} - f_{Mo-1}}{(f_{Mo} - f_{Mo-1}) + (f_{Mo} - f_{Mo+1})}$$

$x_0$  - нижня межа модального інтервалу

$l$  - довжина модального інтервалу

$f_{Mo}$  - частота модального інтервалу

$f_{Mo+1}$  - частота інтервалу наступного за модальним

Модальний інтервал - інтервал з найбільшою частотою. Графічно мода знаходиться на гістограмі.

#### § 4. Показники сили варіації

1. Розмах варіації  $Mo = x_0 + l \frac{f_{Mo} - f_{Mo-1}}{(f_{Mo} - f_{Mo-1}) + (f_{Mo} - f_{Mo+1})}$

2. Середнє лінійне відхилення

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

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| \cdot f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} - \text{Зважена}$$

3. Дисперсія:

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

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - \text{Зважена}$$

4. Середньо квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

### **Властивість дисперсії.**

1.  $\sigma^2(const) = 0$

Зменшення всіх значень ознаки на одну і ту ж величину не змінює величину дисперсії.

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

Зменшення всіх значень ознак в  $k$  раз зменшує величину дисперсії в  $k^2$  разів, а СКВ в  $k$  раз

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - A - \bar{x} + A)^2 f_i}{\sum f_i}$$

3. якщо обчислити середній квадрат відхилень від будь-якої величини  $A$  відрізняється від середньої арифметичної, то він завжди буде більшим середнього квадрата відхилень обчисленого із середньою арифметичною. Таким чином  $\sigma^2$  від середньої завжди менше  $\sigma^2$  обчисленої від будь-якої іншої величини тобто вона має властивість мінімальності. СКВ = 1,25 -  $\bar{x}$  При розподілах близьких до нормального.

В умовах нормального розподілу існує наступна залежність між  $i$  кількістю спостережень в межах знаходиться 68,3% спостережень.

В межах  $\bar{x} \pm 1\sigma$  знаходиться 95,4% спостережень.

В межах  $\bar{x} \pm 3\sigma$  знаходиться 99,7% спостережень.

## **§ 5. Показники інтенсивності варіації**

Для порівняння варіації ознак в різних сукупностях або для порівняння варіації різних ознак в одній сукупності використовуються відносні показники, базою служить середня арифметична.

### **1. Відносний розмах варіації.**

$$V_R = \frac{R}{\bar{x}} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

### **2. Відносне лінійне відхилення**

$$V_{\bar{d}} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

### **3. Коефіцієнт варіації**

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Дані показники дають не тільки порівняльну оцінку, а й утворюють однорідність сукупності. Сукупність вважається однорідною якщо коефіцієнт варіації не перевищує 33%.

## **§ 6 Види дисперсії. Правило складання дисперсії**

На ряду з вивченням варіації ознаки по всій сукупності в цілому, часто буває необхідно простежити кількісні зміни ознаки, але групам, на які поділяється сукупність і між ними. Це досягається шляхом обчислення різних видів.

Види дисперсії:

1. Загальна дисперсія  $\sigma^2_{\text{загал.}}$
2. Міжгрупова дисперсія  $\sigma^2_{\text{м/гр.}}$ . Внутрішньогрупова дисперсія (залишкова)  $\sigma^2_{\text{залиш.}}$

1. Вимірює варіацію ознаки у всій сукупності під впливом всіх факторів зумовили дану варіацію

*Приклад:* використання програм: при вибірці 100 чоловік

Вік

Дохід

Соціальний стан

} Влияет на потребление

$$\sigma^2_{\text{общ}} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}$$

$x_i$  - індивідуальне значення ознаки

$\bar{x}$  - Середнє значення ознаки по всій сукупності

$f_i$  - Частота цієї ознаки.

2. Характеризує варіацію ознаки під впливом ознаки фактора покладеного в основу угруповання.

$$\sigma^2_{\text{м/гр}} = \frac{\sum (\bar{x}_j - \bar{x})^2 f_j}{\sum f_j}$$

$\bar{x}_j$  - Середня по групі

$\bar{x}$  - Загальна середня по групі

$f_j$  - Частота по групі

3.  $\sigma^2_{\text{ост}}$  характеризує варіацію ознаки під впливом чинників не включених в угруповання

$$\sigma^2_{\text{ост}} = \frac{\sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 f_{ij}}{\sum f_{ij}}$$

$x_{ij}$  -  $i$  значення ознаки в  $j$  групі

$\bar{x}_j$  - середнє значення ознаки в  $j$  групі

$f_{ij}$  - частота  $i$ -го ознаки в  $j$  групі

Існує правило яке пов'язує 3 види дисперсії, воно називається **правило складання дисперсії**.

$$\sigma^2_{\text{общ}} = \sigma^2_{\text{м/гр}} + \sigma^2_{\text{ост}}$$

$$\sigma^2_{\text{ост}} = \frac{\sigma^2_{\text{ост}j} \cdot n_j}{n}$$

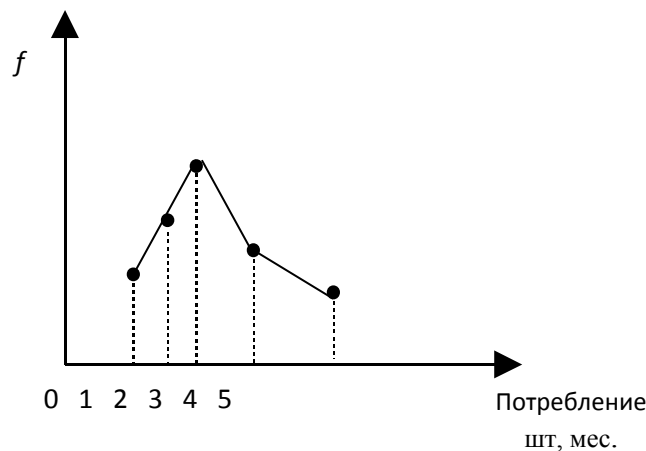
$\sigma^2_{\text{ост}j}$  - залишкова дисперсія по  $j$  групі

$n_j$  - сума частот по  $j$  групі

$n$  - загальна сума частот

основна задача аналізу варіаційних рядів - виявлення закономірності розподілу частот.

Крива розподілу - графічне зображення у вигляді безперервної лінії зміни частот у варіаційному ряду у функціонально пов'язаним зміною значення ознаки.



Криву розподілу можна побудувати за допомогою полігона і гістограми. Доцільно звести емпіричний розподіл до теоретичного, до одного з добре вивчених видів.

Розрізняють такі різновиди кривих розподілу:

1. одновершинні
2. багато вершинні

Для однорідних сукупностей характерні одновершинні криві, багато верхова крива говорить про неоднорідність сукупності і необхідності перегруповування.

З'ясування загального характеру розподілу передбачає оцінку його однорідності, і розрахунок асиметрії і ексцесу. Для симетричних розподілів  $\bar{x} = Mo = Me$ .

Для порівняльного вивчення асиметрії різних розподілів обчислюється коефіцієнт асиметрії  $As$ .

$$As = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \text{ де } \mu_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 f_i}{\sum f_i}$$

$\mu_3$  - центральний момент третього порядку;  $\sigma^3$  - СКВ в кубі;

Якщо  $|As| > 0,5$ , то асиметрія значна

Якщо  $As < 0$ , то  $As$  - лівостороння, якщо  $As > 0$ , то  $As$  - правобічна.

Якщо  $|As| < 0,25$ , то  $As$  незначна. Для симетричних і помірковано асиметричних розраховується **показник ексцесу**:  $E_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3$ , Якщо  $E_k > 0$ , то розподіл гостроверхного, якщо  $E_k < 0$ , то розподіл плосковерхній.

Варіація альтернативних ознак кількісно виявляється таким чином.

0 - одиниці не володіють даними ознаками;

1 - одиниці володіють даними ознаками;

Нехай:

$p$  - частка одиниць володіють даними ознаками;

$q$  - частка одиниць не володіють даними ознаками;

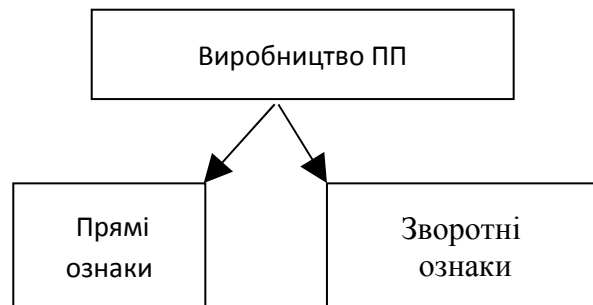
тоді  $p + q = 1$ .

Альтернативна ознака приймає 2 значення 0 і 1 з вагами  $p$  і  $q$ .

$$\bar{x} = \frac{0 \cdot q + 1 \cdot p}{p + q} = p; \quad \sigma^2 = \frac{(0 - p)^2 q + (1 - p)^2 p}{p + q} = p(1 - p)$$

*Прямі ознаки* - це такі ознаки, величина яких збільшується зі збільшенням досліджуваного явища.

*Зворотні ознаки* - ознаки, величина яких зменшується зі збільшенням досліджуваного явища.



Максимальна дисперсія частки дорівнює 0,25.

## ТЕМА 5: МОДЕЛЮВАННЯ РЯДІВ РОЗПОДІЛУ

- § 1. Фактичний і теоретичний розподіл
- § 2. Крива нормального розподілу
- § 3. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл
- § 4. Критерії згоди: Пірсона, Романовського, Колмогорова
- § 5. Практичне значення моделювання рядів розподілу

### § 1. Фактичний і теоретичний розподіл

Одна з найважливіших цілей вивчення рядів розподілу полягає в тому, щоб виявити закономірність розподілу і визначити її характер. Закономірності розподілу найбільш виразно проявляються тільки при великій кількості спостережень.

**Фактичний розподіл** може бути зображено графічно за допомогою кривої розподілу - графічно зображується у вигляді безперервної лінії зміни частот у варіаційному ряду функціонально пов'язаного зі зміною варіанта. Під **теоретичною кривою розподілу** розуміється крива даного типу розподілу в загальному вигляді виключає вплив випадкових для закономірності факторів.

Теоретичний розподіл може бути виражений аналітичною формулою яка називається **аналітичною формулою**. Найбільш поширеним є нормальний розподіл.

## § 2. Крива нормального розподілу

Закон нормального розподілу:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2}$$

$y$  - ордината нормального розподілу.

$t$  - нормоване відхилення.

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma};$$

$E = 2,7218$ ;  $x_i$  - варіанти варіаційного ряду;  $\bar{x}$  - середнє;

### Властивості:

Функція нормального розподілу - парна, тобто  $f(t)=f(-t)$ ,  $\bar{x} = Mo = Me$ . Функція нормального розподілу повністю визначається  $\bar{x}$  і СКВ.

## § 3. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл

Причиною частого звернення до закону розподілу є те, що залежність виникає в результаті дії безлічі випадкових причин жодна з яких не є переважаючою. Якщо у варіаційному ряду розраховували  $Mo = Me$ , то це може вказувати на близькість до нормального розподілу. Найбільш точна перевірка відповідно наслідком нормального закону проводиться за допомогою спеціальних критеріїв.

## § 4. Критерії згоди: Пірсона, Романовського, Колмогорова

### Критерій Пірсона

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_T)^2}{f_T}$$

$f_T$  - Теоретична частота

$f_o$  - Емпірична частота

## Методика розрахунку теоретичних частот.

1. Визначається середнє арифметичне і  $\sigma$  згідно інтервальному варіаційному ряду, вважається  $t$  по кожному інтервалу.

2. Знаходимо значення щільності ймовірності для нормованого закону розподілу.  $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t}{\sigma}\right)^2}$

3. Знаходимо теоретичну частоту.  $f_T = \frac{l \sum f_i}{\sigma} f(t)$

$l$  - довжина інтервалу

$\sum f_i$  - сума емпіричних частот

$f(t)$  - щільність ймовірності

округлити значення до цілих

|                      |             |         |                   |
|----------------------|-------------|---------|-------------------|
| 4. Розрахунок        | коефіцієнта | Персона | $\chi^2_{расчет}$ |
| 5. табличне значення | $\chi^2$    |         |                   |

d.f. - Кількість інтервалів - 3

d.f. - Кількість ступенів свободи.

5. Якщо  $\chi^2_{расчет} > \chi^2_{табл}$  то розподіл не є нормальним, тобто гіпотеза про нормальному розподілі скасовується. Якщо  $\chi^2_{расчет} < \chi^2_{табл}$ , то розподіл є нормальним.

## Критерій Романовського.

$$C = \frac{\chi^2_{расчет} - \gamma}{\sqrt{2\gamma}}$$

$\chi^2_{расчет}$  - критерій Пірсона;

$\gamma$  - число ступенів.

Якщо  $C < 3$ , то розподіл близький до нормального.

## Критерій Колмогорова

$$\lambda = \frac{D}{\sqrt{\sum f_j}}$$

D - максимальне значення між накопиченими емпіричними і теоретичними частотами. Необхідна умова для використання Колмогорова: Число спостережень більше 100. За спеціальної таблиці ймовірностей  $P(\lambda)$  з якою можна стверджувати, що даний розподіл є нормальним.

## **§ 5. Практичне значення моделювання рядів розподілу**

1. Можливість застосувати до емпіричного розподілу законів нормального розподілу.
2. Можливість використання правила 3х сигм.
3. Можливість уникнути додаткових трудомістких і витратних розрахунків, за дослідження сукупності знаючи, що розподіл нормальний.

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. [Атрибутивні ряди розподілу.](#)
2. [Варіативні ряди розподілу.](#)
3. [Розрахунок середніх величин рядів розподілу.](#)
4. Розрахунок моди й медіани.
5. Варіаційні ряди та їх характеристики.
6. Загальна характеристика статистичного розподілу вибірок.
7. Дискретний статистичний розподіл вибірки та її числові характеристики.
8. Інтервальний статистичний розподіл вибірки та його числові характеристики.
9. Загальні відомості про вибірковий метод.
10. Поняття оцінки параметрів.
11. Методи знаходження оцінок.
12. Поняття про статистичні графіки і правила їх побудови.
13. Види графіків та їх характеристики.
14. Основні елементи статистичних графіків.
15. Графічне зображення статистичних даних рядів розподілу.
16. Фактичний і теоретичний розподіл.
17. Крива нормального розподілу.
18. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл.
19. Критерії згоди: Пірсона, Романовського, Колмогорова.
20. Практичне значення моделювання рядів розподілу.
21. Принцип практичної впевненості.
22. Статистична гіпотеза та загальна схема її перевірки.
23. Перевірка гіпотез про рівність середніх сукупностей.
24. Перевірка гіпотез про рівність частот ознаки в двох та більше сукупностей.
25. Перевірка гіпотез про рівність дисперсій двох та більше сукупностей.

26. Однофакторний дисперсійний аналіз.
27. Поняття про двофакторний дисперсійний аналіз.
28. Види залежності. Коефіцієнт кореляції.
29. Загальні положення кореляційного аналізу.
30. [Перевірка значущості та інтервальна оцінка параметрів зв'язку.](#)
31. Опис алгоритмів та засобів інженерії.
32. Регресійний аналіз.

# **ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

## **1. Вимоги щодо підготовки розрахунково-графічної роботи**

Виконання розрахунково-графічної роботи повинні відповідати наступним вимогам:

- робота повинна бути виконана і представлена для перевірки у строк, встановлений викладачем;
  - завдання слід вирішувати в тому порядку, в якому вони дані в завданні;
  - перед рішенням завдання має бути повністю приведено його умову;
  - рішення задач слід супроводжувати необхідними формулами, докладними розрахунками і короткими поясненнями, зображати графічно. Проведені розрахунки потрібно перевіряти взаємозв'язком між обчисленими показниками. Необхідно чітко формулювати висновки, що розкривають зміст і значення обчислених показників. Всі розрахунки відносних показників потрібно здійснювати з прийнятою у статистиці точністю до 0,001, а відсотки до 0,1;
  - звіт по РГР слід оформити відповідно до СТП 101-00.
- Студенти, які не отримали оцінку з РГР, до іспиту не допускаються.

## **2. Оформлення розрахунково-графічної роботи**

Обсяг роботи становить 15-25 сторінок. Робота повинна бути набрана та віддрукована на комп'ютері через 1,5 інтервалу на одній стороні паперу. Стиль і мова викладу матеріалу повинні бути чіткими, ясними і грамотними. Граматичні та синтаксичні помилки неприпустимі. Простота і доступність викладу є важливими перевагами роботи і свідчать про оволодіння автором матеріалів дослідження.

Текст роботи слід розташовувати, дотримуючись наступних розмірів полів: ліве - 25 мм, праве - 15 мм, верхнє - 15 мм, нижнє - 15 мм. Шрифт - Times New Roman. Розмір шрифту (кегель) - 14. Міжрядковий інтервал - 1,5. Розрахунково-графічна робота повинна складатися з теоретичної та практичної частини, виконаних на основі фактичного матеріалу, а також пропозицій, що мають цінність.

## **3. Вказівки про порядок виконання розрахунково-графічної роботи та її структури**

Виконання РГР слід почати з опрацювання теоретичного матеріалу. РГР складається з 16 варіантів, в кожному варіанті відповідно по 3 підпункти, які студент відповідно своєї теми розробляє та 3 практичних завдань. Вибір варіанту визначається порядковий номер прізвище студента в списку журналі.

Структура РГР повинна включати:

Титульний лист

Зміст

Вступ

Розділ I. Теоретична частина:

1.3. Пункти розкриті згідно тематики (розробляються самостійно студентом).

Висновок

## Розділ II. Практична частина:

### 1-3. Завдання.

#### Висновок.

#### Список використаних джерел (4-6)

**У вступі** необхідно обґрунтувати вибір теми, визначити її актуальність, вивченість проблеми, мета роботи, завдання дослідження, дати короткий опис логіки змісту роботи (1-1,5 сторінки). Пишеться після написання основної частини роботи.

**У першому розділі** необхідно якнайширше розкрити тему теоретичного аналізу проблеми, яка розкриває реальні емпіричні процеси, що підтверджують теоретичні положення першого розділу, показує особливості прояву цих процесів в реальних умовах.

В кінці розділу наводяться основні висновки та отримані результати, формулюються конкретні рекомендації. Пишеться після написання основної частини роботи.

**У другому розділі** необхідно розв'язати три завдання. В кінці сформулювати висновок отриманих результатів.

Виконання розрахунково-графічної роботи складається з таких основних етапів:

- 1) отримання теми роботи;
- 2) складання плану роботи;
- 3) підбір літератури;
- 4) вивчення літератури, підбір матеріалів на підприємстві (магазині), їх аналіз та узагальнення;
- 5) написання роботи та оформлення ілюстративного матеріалу по розділам плану;
- 6) здача роботи викладачу;
- 7) доопрацювання та оформлення роботи з урахуванням зауважень викладачу;
- 8) подання розрахунково-графічної роботи на кафедру;
- 9) захист роботи.

### **Підбір вивчення літературних джерел**

Підбір літератури - це самостійна робота студента, успішність якої залежить від його ініціативності та вміння користуватися каталогами, бібліографічними довідниками тощо.

При виконанні аналітичних розділів роботи уважного вивчення потребують методичні, інструктивні матеріали.

При використанні статистичного і цифрового матеріалу, виклад точок зору різних авторів, потрібні обов'язкові посилання на джерела.

Найважливішою ознакою самостійної роботи автора при підборі та вивченні літератури з обраної теми повинен бути прояв авторської позиції в даній

проблемі, здатність критичного зразка та осмислення наявних точок зору, постановка проблеми, підстава та вироблення шляхів її вирішення.

При підборі літератури слід звертатися до найбільш пізніх видань, законів і інструкцій, так як вони з сучасних позицій висвітлюють тему.

Погоджуючи з викладачем-керівником список використаних джерел, треба проконсультуватися про те, які зміни і доповнення слід врахувати при їх вивченні.

### **Складання плану**

План роботи повинен бути ретельно продуманий на основі попереднього ознайомлення з літературою і цифровими даними відповідно тематики. Починається з вступу, де аргументується вибір дослідження, ставиться мета, завдання роботи, характеристика об'єкта і предмета дослідження, прийоми аналізу і т.д.

## **4. Захист розрахунково-графічної роботи**

Захист проходить у формі бесіди з викладачем. Студент повинен показати глибоке розуміння проблеми, аргументовано відповідати на поставлені питання, дати аналіз використаних джерел інформації та методик, принцип виконання РГР.

## **5. Тематика розрахунково-графічної роботи**

**Варіант №1.** Емпірична інженерія програмного забезпечення, її місце в інженерії програмного забезпечення.

Завдання: 1. Вибірка задана у вигляді розподілу частот:

$$X_i \quad 4 \quad 10 \quad 17$$

$$n_i \quad 2 \quad 6 \quad 12$$

Знайти розподіл відносних частот.

Завдання: 2. За заданим статистичним розподілом вибірки потрібно знайти **Mo\***, **Me\***:

|           |     |     |     |     |      |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|
| $X = x_i$ | 2,5 | 4,5 | 6,5 | 8,5 | 10,5 |
| $n_i$     | 10  | 20  | 30  | 30  | 10   |

Завдання: 3. Відповідно двох незалежних вибірок, об'єми яких  $n_1 = 22$  і  $n_2 = 28$ , витягнутими з нормальних генеральних сукупностей  $X$  і  $Y$ , знайдені виправлені вибіркові дисперсії  $\tilde{s}_x^2 = 0,89$  і  $\tilde{s}_y^2 = 0,58$ . При рівні значущості  $\alpha = 0,03$ , перевірити нульову гіпотезу  $H_0: D(X) = D(Y)$  про рівність генеральних дисперсій, при конкуруючій гіпотезі  $H_1: D(X) > D(Y)$ .

**Варіант №2.** Етапи емпіричних досліджень. Кількісні та якісні дослідження.

Завдання: 1. Знайти емпіричну функцію за даним розподілом вибірки:

|       |    |    |    |
|-------|----|----|----|
| $X_i$ | 1  | 4  | 6  |
| $n_i$ | 10 | 15 | 25 |

Завдання: 2. Побудувати полігон частот за даним розподілом вибірки;

|       |    |    |    |   |
|-------|----|----|----|---|
| $X_i$ | 1  | 4  | 5  | 7 |
| $n_i$ | 20 | 10 | 14 | 6 |

Завдання: 3. Відповідно двох незалежних вибірок, об'єми яких  $n_1 = 10$  і  $n_2 = 20$ , витягнутими з нормальних генеральних сукупностей  $X$  і  $Y$ , знайдені виправлені вибіркові дисперсії  $\tilde{s}_X^2 = 0,49$  і  $\tilde{s}_Y^2 = 0,20$ . При рівні значущості  $\alpha = 0,03$ , перевірити нульову гіпотезу  $H_0: D(X) = D(Y)$  про рівність генеральних дисперсій, при конкуруючій гіпотезі  $H_1: D(X) > D(Y)$ .

**Варіант №3.** Методики збору даних. Прямі метрики.

Завдання: 1. З генеральної сукупності витягнута вибірка об'єму  $n = 50$ :

|       |    |    |   |    |
|-------|----|----|---|----|
| $X_i$ | 2  | 5  | 7 | 10 |
| $n_i$ | 16 | 12 | 8 | 14 |

Знайти незсунену оцінку генеральної середньої.

Завдання: 2. За заданим статистичним розподілом вибірки потрібно знайти  $Mo^*$ ,  $Me^*$ :

|           |     |     |     |     |      |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|
| $X = x_i$ | 2,5 | 4,5 | 6,5 | 8,5 | 10,5 |
| $n_i$     | 10  | 20  | 30  | 30  | 10   |

Завдання: 3. У підсумку п'яти вимірів довжини стрижня одним приладом (без систематичних помилок) отримані наступні результати (у мм): 92; 94; 103; 105; 106. Знайти:

- а) вибіркoву середню довжину стрижня;  
 б) вибіркoву й виправлену дисперсії помилок приладу.

**Варіант №4.** Методики збору даних. Непрямі метрики.

Завдання: 1. Знайти емпіричну функцію за даним розподілом вибірки:

|       |    |    |    |
|-------|----|----|----|
| $X_i$ | 2  | 8  | 10 |
| $n_i$ | 20 | 25 | 30 |

Завдання: 2. Побудувати полігон частот за даним розподілом вибірки;

|       |    |   |    |   |
|-------|----|---|----|---|
| $X_i$ | 1  | 3 | 5  | 7 |
| $n_i$ | 10 | 5 | 16 | 8 |

Завдання: 3. За вибіркою об'ємом  $n=16$ , витягнутої з нормальної генеральної сукупності, знайдені вибіркoва середня  $\bar{x} = 118,2$  та виправлене середнє квадратичне відхилення  $\tilde{s}_x = 3,6$ . Потрібно, при рівні значущості 0,05, перевірити нульову гіпотезу  $H_0: a = a_0 = 120$  при конкуруючій гіпотезі  $H_1: a \neq 120$ .

**Варіант №5.** Методики збору даних. Незалежні метрики.

Завдання: 1. Вибірка задана у вигляді розподілу частот:

|       |   |   |    |
|-------|---|---|----|
| $X_i$ | 5 | 8 | 19 |
|-------|---|---|----|

$n_i$  2 4 6

Знайти розподіл відносних частот.

Завдання: 2. За заданим статистичним розподілом вибірки потрібно знайти  $Mo^*$ ,  $Me^*$ :

|           |     |     |     |     |      |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|
| $X = x_i$ | 2,5 | 4,5 | 6,5 | 8,5 | 10,5 |
| $n_i$     | 5   | 10  | 20  | 30  | 20   |

Завдання: 3. Відповідно двох незалежних вибірок, об'єми яких  $n_1 = 44$  і  $n_2 = 38$ , витягнутими з нормальних генеральних сукупностей  $X$  і  $Y$ , знайдені виправлені вибіркові дисперсії  $\tilde{s}_x^2 = 0,99$  і  $\tilde{s}_y^2 = 0,68$ . При рівні значущості  $\alpha = 0,03$ , перевірити нульову гіпотезу  $H_0: D(X) = D(Y)$  про рівність генеральних дисперсій, при конкуруючій гіпотезі  $H_1: D(X) > D(Y)$ .

**Варіант №6.** Порівняйте непрямі та незалежні метрики збору даних.

Завдання: 1. Знайти емпіричну функцію за даним розподілом вибірки:

$X_i$  4 6 20  
 $n_i$  10 20 25

Завдання: 2. Побудувати полігон частот за даним розподілом вибірки;

$X_i$  3 5 7 9  
 $n_i$  15 10 20 8

Завдання: 3. За вибіркою об'ємом  $n=20$ , витягнутої з нормальної генеральної сукупності, знайдені вибіркова середня  $\bar{x} = 228,2$  та виправлене середнє квадратичне відхилення  $\tilde{s} = 5,6$ . Потрібно, при рівні значущості  $0,05$ , перевірити нульову гіпотезу  $H_0: a = a_0 = 130$  при конкуруючій гіпотезі  $H_1: a \neq 130$ .

**Варіант №7.** Загально наукові методи як метод інженерії програмного забезпечення.

Завдання: 1-3 Дано результати досліджень  $n$  елементів:

4,5,5,5,7,7,3,3,4,5,4,5,2,7,2,1,3,4,3,5,4,6,3,4,6, 7,1

- а) побудувати варіаційний ряд, полігон
- б) знайти середнє арифметичне, моду, медіану
- в) дисперсію, середнє квадратичне відхилення, розмах

**Варіант №8.** Засоби інженерії програмного забезпечення.

Завдання: 1-3. Дано результати досліджень  $n$  елементів:

2,3,3,3,8,8,3,3,3,6,3,6,3,8,3,2,4,5,4,6,5,7,4,5,7, 8,2

- а) побудувати варіаційний ряд, полігон
- б) знайти середнє арифметичне, моду, медіану
- в) дисперсію, середнє квадратичне відхилення, розмах.

**Варіант №9.** Порівняйте контрольовані експерименти та дослідження ситуацій.

Завдання: 1-3. Дано результати досліджень  $n$  елементів:

2,4,4,4,6,6,3,3,2,5,4,5,2,7,2,1,3,4,3,5,4,6,3,4,6, 8,2

- а) побудувати варіаційний ряд, полігон
- б) знайти середнє арифметичне, моду, медіану
- в) дисперсію, середнє квадратичне відхилення, розмах

**Варіант №10.** Загально наукові методи як метод інженерії програмного забезпечення.

Завдання: 1-3. Дано результати досліджень  $n$  елементів:

4,5,5,5,7,7,3,3,4,5,4,5,2,7,2,1,3,4,3,5,4,6,3,4,6, 7,1

- а) побудувати варіаційний ряд, полігон
- б) знайти середнє арифметичне, моду, медіану
- в) дисперсію, середнє квадратичне відхилення, розмах

**Варіант №11.** Порівняйте дослідження ситуацій та дослідження-огляди (метрика).

Завдання: 1. З генеральної сукупності витягнута вибірка об'єму  $n = 50$ :

|       |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|
| $X_i$ | 3  | 6  | 8  | 11 |
| $n_i$ | 18 | 14 | 10 | 16 |

Завдання: 2. Знайти незсунену оцінку генеральної середньої.

Побудувати полігон частот за даним розподілом вибірки;

|       |    |   |    |   |
|-------|----|---|----|---|
| $X_i$ | 1  | 4 | 6  | 8 |
| $n_i$ | 14 | 9 | 15 | 7 |

Завдання: 3. У підсумку трьох вимірів довжини стрижня одним приладом (без систематичних помилок) отримані наступні результати (у мм): 84; 86; 95; 97; 99. Знайти:

- а) вибірккову середню довжину стрижня;
- б) вибірккову й виправлену дисперсії помилок приладу.

**Варіант №12.** Вимірювання програмного забезпечення. Проблеми. Моделі та метамоделі. Шкали. Помилки при вимірюваннях.

Завдання: 1. Вибірка задана у вигляді розподілу частот:

|       |   |   |   |
|-------|---|---|---|
| $X_i$ | 2 | 5 | 7 |
| $n_i$ | 1 | 3 | 6 |

Знайти розподіл відносних частот.

Завдання: 2. З генеральної сукупності витягнута вибірка об'єму  $n = 50$ :

|       |    |    |   |    |
|-------|----|----|---|----|
| $X_i$ | 3  | 6  | 8 | 12 |
| $n_i$ | 14 | 10 | 6 | 16 |

Знайти незсунену оцінку генеральної середньої.

Завдання: 3. У підсумку чотирьох вимірів довжини стрижня одним приладом (без систематичних помилок) отримані наступні результати (у мм): 64; 66; 65; 67; 69. Знайти:

- а) вибірккову середню довжину стрижня;
- б) вибірккову й виправлену дисперсії помилок приладу.

**Варіант №13.** Вимірювання розміру та дефектів програмних продуктів.

Завдання: 1. Знайти вибірку середню за даним розподілом вибірки об'єму  $n = 10$ :

|       |      |      |      |
|-------|------|------|------|
| $X_i$ | 1250 | 1270 | 1280 |
| $n_i$ | 2    | 5    | 3    |

Завдання: 2-3. З генеральної сукупності витягнута вибірка об'єму  $n = 20$ :

|       |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|
| $X_i$ | 3  | 8  | 9  | 14 |
| $n_i$ | 18 | 12 | 10 | 16 |

Знайти незсунену оцінку генеральної середньої.

**Варіант №14.** Дисперсійний аналіз.

Завдання: 1-3. Дано результати досліджень  $n$  елементів:

3,4,4,4,9,9,4,4,4,7,4,7,4,9,4,3,5,6,5,7,5,8,5,6,8, 9,3

- а) побудувати варіаційний ряд, полігон
- б) знайти середнє арифметичне, моду, медіану
- в) дисперсію, середнє квадратичне відхилення, розмах.

**Варіант №15.** Первинний статистичний аналіз. Закони розподілу одномірних випадкових величин.

Завдання: 1-3. Дано результати досліджень  $n$  елементів:

3,4,4,4,9,9,4,4,4,7,4,7,4,9,4,3,5,6,5,7,5,8,5,6,8, 9,3

- а) побудувати варіаційний ряд, полігон
- б) знайти середнє арифметичне, моду, медіану
- в) дисперсію, середнє квадратичне відхилення, розмах.

**Варіант №16.** Кореляційний та регресійний аналіз метрик програмного забезпечення

Завдання: 1. Вибірка задана у вигляді розподілу частот:

|       |   |   |   |
|-------|---|---|---|
| $X_i$ | 3 | 6 | 8 |
| $n_i$ | 2 | 4 | 7 |

Знайти розподіл відносних частот.

Завдання: 2. Побудувати полігон частот за даним розподілом вибірки;

|       |    |    |    |   |
|-------|----|----|----|---|
| $X_i$ | 2  | 5  | 6  | 8 |
| $n_i$ | 21 | 11 | 15 | 7 |

Завдання: 3. За заданим статистичним розподілом вибірки потрібно знайти  $Mo^*$ ,  $Me^*$ :

|           |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $X = x_i$ | 1,5 | 2,5 | 4,5 | 6,5 | 8,5 |
| $n_i$     | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  |

## 6. ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ДРУГОГО РОЗДІЛУ

**Приклад 1:** Вибірка задана у вигляді розподілу частот:

$$X_i \quad 2 \quad 5 \quad 7$$

$$n_i \quad 1 \quad 3 \quad 6$$

Знайти розподіл відносних частот.

**Розв'язання:**

Знайдемо об'єм вибірки:

$$n=1+3+6=10.$$

Знайдемо відносні частоти  $w_i = \frac{n_i}{n}$  :

$$w_1 = \frac{1}{10}, w_2 = \frac{3}{10}, w_3 = \frac{6}{10}$$

Напишемо шуканий розподіл відносних частот:

$$X_i \quad 2 \quad 5 \quad 7$$

$$w_i \quad 0,1 \quad 0,3 \quad 0,6$$

Для перевірки можна порахувати:  $0,1 + 0,3 + 0,6 = 1$ .

**Приклад 2:** Знайти емпіричну функцію за даним розподілом вибірки:

$$X_i \quad 1 \quad 4 \quad 6$$

$$n_i \quad 10 \quad 15 \quad 25$$

**Розв'язання:**

Знайдемо об'єм вибірки:  $n=10+15+25=50$ .

Найменша варіанта дорівнює одиниці, отже,

$$F_n(x)=0, \text{ при } x \leq 1.$$

Значення  $x < 4$ , а саме  $x_1 = 1$ , спостерігалось 10 разів, отже,

$$F_n(x) = 10/50 = 0,2 \text{ при } 1 < x \leq 4$$

Значення  $x < 6$ , а саме  $x_1 = 1$  і  $x_2 = 4$ , спостерігалися  $10 + 15 = 25$  разів,

отже,

$$F_n(x) = 25/50 = 0,5 \text{ при } 4 < x \leq 6.$$

З того, що  $x = 6$  - найбільша варіанта з суті емпіричної функції розподілу впливає

$$F_n(x)=1, \text{ при } x > 6$$

Напишемо шукану емпіричну функцію розподілу:

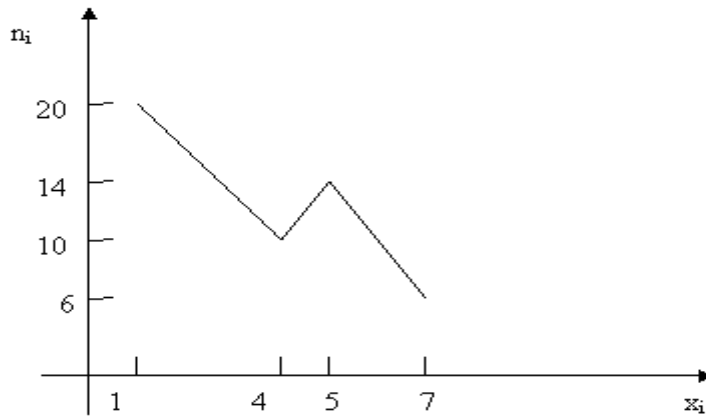
$$F_n(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ 0,2 & 1 < x \leq 4 \\ 0,5 & 4 < x \leq 6 \\ 1 & x > 6 \end{cases}$$

**Приклад 3:** Побудувати полігон частот за даним розподілом вибірки;

|       |    |    |    |   |
|-------|----|----|----|---|
| $X_i$ | 1  | 4  | 5  | 7 |
| $n_i$ | 20 | 10 | 14 | 6 |

**Розв'язання:**

Відкладемо на осі абсцис варіанти  $X_i$ , а на осі ординат — відповідні їм частоти  $n_i$  з'єднавши точки  $(X_i; n_i)$  відрізками прямих, одержимо шуканий полігон частот



**Приклад 4:** З генеральної сукупності витягнута вибірка об'єму  $n = 50$ :

|       |    |    |   |    |
|-------|----|----|---|----|
| $X_i$ | 2  | 5  | 7 | 10 |
| $n_i$ | 16 | 12 | 8 | 14 |

Знайти незсунену оцінку генеральної середньої.

**Відповідь:**

Як ми знаємо, незсуненою оцінкою генеральної середньої є вибіркова середня, тобто:

$$\bar{x} = \frac{\sum n_i x_i}{n} = \frac{2 \cdot 16 + 5 \cdot 12 + 7 \cdot 8 + 10 \cdot 14}{50} = 5,76$$

**Приклад 5:** Знайти вибірккову середню за даним розподілом вибірки об'єму  $n = 10$ :

|       |      |      |      |
|-------|------|------|------|
| $X_i$ | 1250 | 1270 | 1280 |
| $n_i$ | 2    | 5    | 3    |

**Розв'язання:**

Як бачимо, варіанти — великі числа, тому, користуючись властивостями середньої, перейдемо до умовних варіант  $u_i = x_i - 1270$  (1270 обрано тому, що ця варіанта має найбільшу частоту). У підсумку одержимо розподіл умовних варіант:

|       |     |   |    |
|-------|-----|---|----|
| $u_i$ | -20 | 0 | 10 |
| $n_i$ | 2   | 5 | 3  |

Знайдемо шукану вибірку середню:

$$\bar{x} = 1270 + \frac{\sum n_i u_i}{n} = 1270 + \frac{2 \cdot (-20) + 5 \cdot 0 + 3 \cdot 10}{10} = 1270 - 1 = 1269$$

**Приклад 6:** За заданим статистичним розподілом вибірки потрібно знайти  $Mo^*$ ,  $Me^*$ :

|           |    |    |    |    |     |
|-----------|----|----|----|----|-----|
| $X = x_i$ | 2  | 4  | 6  | 8  | 10  |
|           | ,5 | ,5 | ,5 | ,5 | 0,5 |
| $n_i$     | 1  | 2  | 3  | 3  | 1   |
|           | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   |

**Розв'язання.** Обсяг вибірки  $n = \sum_{i=1}^5 n_i = 100$ ;  $Mo^* = 6,5; 8,5$ .

Отже, наведений статистичний розподіл вибірки буде двомодальним.  $Me^* = 6,5$ , оскільки варіанта  $x_3 = 6,5$  поділяє варіаційний ряд 2,5; 4,5; 6,5; 8,5; 10,5 на дві частини: 2,5; 4,5 і 8,5; 10,5, які мають однакову кількість варіантів.

**Розмах**  $R = x_{\max} - x_{\min} = 10,5 - 2,5 = 8$ .

**Приклад 7:** У підсумку п'яти вимірів довжини стрижня одним приладом (без систематичних помилок) отримані наступні результати (у мм): 92; 94; 103; 105; 106. Знайти:

- а) вибірку середню довжину стрижня;  
 б) вибірку й виправлену дисперсії помилок приладу.

**Розв'язання:**

а) Знайдемо вибірку середню:

$$\bar{x} = 92 + \frac{0+2+11+13+14}{5} = 92 + 8 = 100 \quad (\text{скористалися властивостями середнього див. завдання 5})$$

б) Знайдемо вибірку дисперсію:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{(92-100)^2 + (94-100)^2 + (103-100)^2}{5} + \frac{(105-100)^2 + (106-100)^2}{5} = 34$$

Знайдемо виправлену вибірку дисперсію:

$$\tilde{s}^2 = \frac{n}{n-1} s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{5}{4} * 34 = 42,5$$

**Приклад 8.** За вибіркою об'ємом  $n=16$ , витягнутої з нормальної генеральної сукупності, знайдені вибірка середня  $\bar{x}=118,2$  та виправлене середнє

квадратичне відхилення  $\tilde{s}=3,6$ . Потрібно, при рівні значущості 0,05, перевірити нульову гіпотезу  $H_0: a = a_0 = 120$  при конкуруючій гіпотезі  $H_1: a \neq 120$ .

**Розв'язання:**

Знайдемо спостережуване значення критерію

$$T_{\text{набл}} = \frac{(x - a_0) \cdot \sqrt{n}}{s} = \frac{(118,2 - 120) \cdot \sqrt{16}}{3,6} = -2$$

За умовою конкуруюча гіпотеза має вигляд  $a \neq a_0$ , тому критична область – двостороння.

По таблиці критичних точок розподілу Стюдента, за рівнем значущості  $\alpha = 0,05$ , і по числу степенів вільності  $k = n - 1 = 16 - 1 = 15$  знаходимо критичну точку  $t_{\text{двост,кр}}(0,05; 15) = 2,13$ .

Тому що  $|T_{\text{спост}}| < t_{\text{двост,кр}}$  – немає підстав відкинути нульову гіпотезу. Інакше кажучи, вибірка середня  $\bar{x} = 118,2$  не значимо відрізняється від гіпотетичної генеральної середньої  $a_0 = 120$ .

**Приклад 9.** У підсумку п'яти вимірів довжини стрижня одним приладом (без систематичних помилок) отримані наступні результати (у мм): 92; 94; 103; 105; 106. Знайти:

- вибіркoву середню довжину стрижня;
- вибіркoву й виправлену дисперсії помилок приладу.

**Розв'язання:**

- Знайдемо вибіркoву середню:

$$\bar{x} = 92 + \frac{0+2+11+13+14}{5} = 92 + 8 = 100 \quad (\text{скористалися властивостями середнього див. завдання 5})$$

- Знайдемо вибіркoву дисперсію:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})n_i}{n} = \frac{(92-100)^2 + (94-100)^2 + (103-100)^2}{5} + \frac{(105-100)^2 + (106-100)^2}{5} = 34$$

Знайдемо виправлену вибіркoву дисперсію:

$$\tilde{s}^2 = \frac{n}{n-1} s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})n_i}{n-1} = \frac{5}{4} * 34 = 42,5$$

## 7. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ЗАХИСТУ РГР

- Основи емпіричної інженерії.
- Методи емпіричної інженерії програмного забезпечення.
- Метрики для вимірювання якості програмного забезпечення.
- Поняття метрики, види їх характеристики.
- Метричні шкали.
- Моделі і метрики оцінки якості ПЗ.
- [Варіативні ряди розподілу.](#)

40. [Розрахунок середніх величин рядів розподілу.](#)
41. Розрахунок моди й медіани.
42. Варіаційні ряди та їх характеристики.
43. Методи знаходження оцінок.
44. Поняття про статистичні графіки і правила їх побудови. Види графіків та їх характеристики.
45. Основні елементи статистичних графіків.
46. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл.
47. Критерії згоди: Пірсона, Романовського, Колмогорова.
48. Перевірка гіпотез про рівність середніх сукупностей.
49. Однофакторний дисперсійний аналіз.
50. Поняття про двофакторний дисперсійний аналіз.
51. Види залежності. Коефіцієнт кореляції.
52. Загальні положення кореляційного аналізу.
53. [Перевірка значущості та інтервальна оцінка параметрів зв'язку.](#)
54. Регресійний аналіз.
55. Емпірична функцією розподілу.
56. Властивості дисперсії з наведенням формул.
57. Обчислення за допомогою функції Фішера.

## **8. Рекомендовані джерела та література**

### **Основна:**

1. Длин А.М. Математическая статистика в технике./ А.М Длин. Светская наука. М.: 1958. – 461 с.
2. Ван дер Варден. Математическая статистика. Учебное пособие к практическим заданиям./ под редакцией И.В. Смирнова. М.: 1960. – 427 с.
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников./ А.И. Кобзарь. М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
4. Колемаев В. и др. Теория вероятности и математическая статистика: Учебное пособие для экономических специальностей вузов./В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.
5. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навчально-методичний посібник. – К.: Ін-т економіки, 2008. - 334 с.

### **Додаткова:**

6. Карасева О.А. Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий: Курс лекций./ О.А. Карасева. Екатеринбург: 2003. – 153 с.
7. Кремер Н.Ш. Теория вероятности и математическая статистика: Учебник для вузов./ Н.Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002, - 543 с.

8. Лаврищева Е.М. и др. Методы и средства инженерии программного обеспечения. – Ученик./ Е.М. Лаврищева, В.А. Петрухин. М.: 2006. - 304 с.
9. Соммервилл И. «Инженерия программного обеспечения»./ И.Соммервилл. - М., Издательский дом « Вильямс»,2009-624с. [Обласна наукова бібліотека].
10. Чалиев А.А. и др. Статистика. Учебно-методическое пособие. Часть 1./ А.А. Чалив, А.О. Овчаров, – Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2007.– 87 с.

## Критерії оцінювання РГР залежить від термінів та якості виконання

| Найменування виконаної роботи:                           | Максимальний бал | Отриманий бал |
|----------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| Термін здачі готової роботи викладачу: _____             |                  |               |
| Не в термін здана робота викладачу: _____                |                  |               |
| За відповідність структури роботи методичними вказівками |                  |               |
| Захист роботи                                            |                  |               |
| <b>Всього:</b>                                           |                  |               |

**Луцький інститут розвитку людини  
Університету «Україна»**

**Кафедра «Комп'ютерні технології»**

**РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА**

**з дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії»**

на тему \_\_\_\_\_

**Виконав:**

студент групи Пі-3.1

(ПІБ)

**Перевірив:**

Матвійчук Л.А.

**Луцьк 2012**

## ЗМІСТ

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                           | 3  |
| Тема 1: Поняття статистичного спостереження, його підготовка.....                    | 4  |
| Тема 2: Статистичні показники.....                                                   | 10 |
| Тема 3: Середні величини.....                                                        | 12 |
| Тема 4: Варіаційний аналіз.....                                                      | 15 |
| Тема 5: Моделювання рядів розподілу.....                                             | 24 |
| Контрольні питання.....                                                              | 27 |
| ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....                                         | 28 |
| 1. Вимоги щодо підготовки розрахунково-графічної роботи.....                         | 28 |
| 2. Оформлення розрахунково-графічної роботи.....                                     | 28 |
| 3. Вказівки про порядок виконання розрахунково-графічної роботи та її структури..... | 28 |
| 4. Захист розрахунково-графічної роботи.....                                         | 30 |
| 5. Тематика розрахунково-графічної роботи.....                                       | 30 |
| 6. Приклади виконання другого розділу.....                                           | 35 |
| 7. Питання підготовки до захисту.....                                                | 39 |
| 8. Список рекомендованої література.....                                             | 39 |
| Додаток А.....                                                                       | 41 |
| Додаток Б.....                                                                       | 42 |

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичний посібник до самостійної роботи та виконання розрахунково-графічної роботи з курсу «Емпіричні методи програмної інженерії». Частина 1.

Комп'ютерний набір та верстка:

Л.А. Матвійчук

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2012.

Формат 60×84/16. Папір офс. Гарн. Таймс.

Ум друк. арк. 2,75 Обл.-вид.арк. 2,5. Тираж     прим. Зам. \_\_\_\_\_

Луцький інститут розвитку людини

Університету «Україна»

43023

м. Луцьк, вул. Карбишева, 2