

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Український державний університет  
науки і технологій**

---

Кафедра «Систем якості,  
стандартизації та метрології»

*В авторській редакції*

**ОПРАЦЮВАННЯ  
РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ**

Навчально-методичні рекомендації  
до проведення практичних занять

*Електронне видання*

ДНІПРО  
2024

Упорядники:

*Н. В. Полякова, А. М. Должанський*

Електронне видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми  
175 «Інформаційно-вимірювальні технології»  
Протокол № 1 від 10.09.2024

О 62    Опрацювання результатів вимірювань : навчально-методичні рекомендації до проведення практичних занять / упоряд. Н. В. Полякова, А. М. Должанський ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2024. – 53 с.

Навчально-методичні рекомендації призначені для використання студентами безвідривної форми навчання спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» під час виконання практичних занять з дисципліни «Опрацювання результатів вимірювань».

Навчально-методичні рекомендації містять інформацію, необхідну для засвоєння матеріалу, інструкції до виконання практичних робіт, вимоги до аналізу результатів та оформлення робіт.

Табл. 16. Бібліогр.: 12 назв.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ .....	7
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА .....	8
2.1 Методичні вказівки до практичних занять.....	8
Практична робота № 1 «Розмірність одиниць фізичних величин» .....	8
Практична робота № 2 «Використання методів інтерпретації результатів вимірювань».....	10
Практична робота № 3 «Випадкові величини та їх характеристики».....	13
Практична робота № 4 «Аналіз рядів розподілу».....	15
Практична робота № 5 «Побудова та аналіз діаграм розкиду».....	17
Практична робота № 6 «Статистичні методи вимірювання взаємозв'язків».....	19
Практична робота № 7«Побудова кореляційно-регресійної залежності між масивами вимірних величин».....	22
Практична робота № 8 «Побудова та аналіз діаграми Парето».....	24
Практична робота № 9 « Розрахунок показників динамічного ряду вимірних даних» .....	26
Практична робота № 10 «Індексний метод розрахунку статистичних характеристики.....	29
Практична робота № 11 «Інтерпретація якості вимірювання у формі характеристики похибки вимірювання».....	32
Практична робота № 12 «Характеристики інструментальних похибок».....	34
Практична робота № 13 «Похибки аналогових та цифрових приладів».....	36
Практична робота № 14 «Використання засобів графічного представлення результатів вимірювань» .....	38
Практична робота № 15 «Аналіз концентрації та диференціації розподілів за допомогою програмного забезпечення» .....	40
Практична робота № 16 «Побудова контрольних карт за якісною та кількісною ознакою» .....	43
2.3 Методичні вказівки до індивідуального завдання «Статистичне спостереження» .....	48
3 ЗАСОБИ САМОКОНТРОЛЮ .....	51
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ПОСИЛАНЬ .....	52

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Опрацювання результатів вимірювань» входить до циклу обов'язкових дисциплін професійної підготовки студентів, що навчаються за Освітньо-професійною програмою «Якість, метрологія та експертиза» спеціальності 175 – Інформаційно-вимірювальні технології першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

**Метою наявного видання у контексті вивчення дисципліни «Опрацювання результатів вимірювань»** є формування у студентів системних знань і практичних навичок в області розробки і застосування методів та засобів опрацювання результатів практично виконаних вимірювань.

Видання сприяє набуттю таких **фахових компетентностей, передбачених освітньою програмою:**

-ІК1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми інформаційно-вимірювальних технологій, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, що передбачає застосування теорій та методів метрології, способів побудови систем вимірювань і технічного контролю у будь-якій предметній області економічної діяльності з використанням нормативних документів з побудови та функціонування складових систем якості та технічного регулювання, необхідних для професійної діяльності та/або продовження освіти.

- К01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

- К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

- К05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

- К10. Здатність приймати обґрунтовані рішення, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, працювати як індивідуально, так і в команді.

- К13. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання на основі базових знань фундаментальних розділів математики.

- К18. Здатність виконувати технічні операції при випробуванні, повірці, калібруванні та інших операціях метрологічної діяльності, зокрема, при

плануванні та проведенні експериментальних досліджень, обробці та оприлюдненні їх результатів.

- K19. Здатність до забезпечення метрологічного супроводу технологічних процесів, сертифікаційних випробувань та експертизи продукції, послуг, персоналу та систем якості, зокрема, при здійсненні технічного контролю якості процесів і продукції (послуг) та аналізі причин невідповідностей.

- K20. Здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами.

Відповідно до освітньої програми видання спільно з іншими освітніми компонентами має забезпечити досягнення таких **програмних результатів навчання**:

ПР 02. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту при забезпеченні якості продукції, процесів та систем

ПР 03. Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ.

ПР 04. Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів.

ПР 08. Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування у визначених умовах.

ПР 12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

ПР 18. Вільно володіти термінологічною базою спеціальності, розуміти науково-технічну документацію державної метрологічної системи України, міжнародні та міждержавні рекомендації та настанови за спеціальністю.

ПР 19. Знати базові засади та здійснювати діяльність щодо технічного регулювання, експертизи та забезпечення якості продукції, процесів та систем у фаховій сфері.

**Очікувані результати виконання завдань за наявним виданням** (згідно зі змістом навчальної дисципліни) представлені у таблицях 1 та 2.

**В узгодженості із завданнями наявного видання та в результаті вивчення дисципліни студент повинен:**

**знати:** методи та засоби вимірювальної техніки, особливості метрологічного забезпечення якості продукції та послуг; методи та засоби вивчення взаємозалежних явищ; показники, що використовуються для подання результатів досліджуваних явищ: абсолютні і відносні величини, середні величини, показники динаміки, варіації, помилок статистичної вибірки даних, види індексів, показники статистичних взаємозв'язків;

**вміти:** за допомогою відповідних засобів згідно з вимогами стандартів провести вимірювання або оцінювання якості продукції; опрацювати статистичні дані й надати результати опрацювання в зручній для наступного аналізу формі; розрахувати статистичні показники, які характеризують результати вимірювань; виконати статистичний аналіз досліджуваних явищ, що відображені відповідними показниками.

Таблиця 1 – Очікувані фахові результати навчання та виконання практичних і лабораторних робіт та індивідуального завдання

Код	Очікуваний результат навчання	Рівень
ОРН1	Розуміти, пояснити та класифікувати основні поняття, принципи, методи та інструменти математичної та прикладної статистики, методи і засоби вивчення взаємозалежних явищ.	II
ОРН2	Застосовувати сучасні теоретичні знання і практичні навички, необхідні для статистичного опрацювання вимірних даних і представлення їх результатів в зручній для наступного аналізу формі.	III
ОРН3	Опрацьовувати, аналізувати та представляти результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності.	IV
ОРН4	Виявляти сутність проблем та шляхи їх вирішення на основі опрацювання результатів вимірювань щодо ефективності функціонування систем технічного регулювання та забезпечення якості на підприємствах і в організаціях.	V
ОРН5	Оцінювати результати вимірювань на відповідність вимогам щодо забезпечення їх точності та відтворюваності.	VI
ОРН6	Розуміти та використовувати характеристики якості результатів вимірювання у формі похибки та непевності при обробці їх результатів.	II
ОРН7	Оцінювати необхідність прикладного застосування методів обробки та представлення, згідно з сутністю та походженням результатів вимірювань.	VI

Таблиця 2 – Соціальні навички фахівця (за Б. Блумом), розвитку яких сприяє навчальна дисципліна та виконання практичних і лабораторних робіт, індивідуальних завдань та курсової роботи (ОН – «особистісні навички»; КН – «комунікаційні навички»)

Код	Соціальна навичка ( <i>soft skill</i> )
ОН1	Здатність управляти власним часом.
ОН2	Здатність самостійно приймати рішення.
ОН4	Розуміння важливості предмету вивчення як філософії забезпечення загальної якості.
КН1	Здатність зрозуміло формулювати думки.
КН3	Здатність дискутувати та надавати аргументовані відповіді.

Передумовами для вивчення дисципліни є попереднє опанування дисциплінами Циклу загально-наукових та загально-технічних дисциплін професійної підготовки («Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Алгоритмізація та програмування»), фахових дисциплін цього циклу («Якість сучасних матеріалів», «Технічна творчість», «Товарознавство, якість та експертиза продукції і послуг» та ін.).

Вивчення дисципліни йде паралельно з дисциплінами «Технічний контроль якості», «Методи та засоби вимірювань», «Стандартизація продукції і послуг». Набуті знання і вміння застосовуються при опануванні програми підготовки бакалаврів за фахом, зокрема – при підготовці ними випускної роботи.

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Структуру вивчення дисципліни «Опрацювання результатів вимірювань» наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура вивчення дисципліни

Курс/ семестр	Загалом, годин	Лекцій, годин	Лабор. годин/ кількість	Практ., годин/ кількість	Самост., годин	Вид контролю
4/8	210	28	-/-	12/16	182	Індивідуальне завдання. Диф. залік

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає самостійну роботу, контрольовану викладачем, що включає:

- вивчення лекційного матеріалу та підготовку до практичних занять;
- самостійне вивчення розділів дисципліни, що не викладаються на лекціях;
- виконання практичних робіт та індивідуального завдання;
- підготовку до контрольного заходу (диф. залік).

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Методичні вказівки до практичних занять

#### Практична робота № 1

#### «Розмірність одиниць фізичних величин»

**Мета:** набуття студентами умінь та навиків роботи з різноманітними одиницями вимірювання.

**Суть розробки:** переведення позасистемних одиниць вимірювання в одиниці системи СІ.

**Термін виконання** – 0,5 години.

Предметна сфера розробки: одиниці вимірювань у будь-якій сфері діяльності.

#### **Загальні положення**

**Фізична величина** – властивість, спільна в якісному відношенні у багатьох матеріальних об'єктів та індивідуальна в кількісному відношенні у кожного з них.

**Розмір фізичної величини** – кількісний вміст фізичної величини в даному об'єкті.

**Основна фізична величина** – фізична величина, що входить у систему величин та визначається через основні величини цієї системи.

**Розмірність фізичної величини** – вираз, що відображає її зв'язок з основними величинами системи величин.

**Одиниця фізичної величини** – фізична величина певного розміру, прийнята за угодою для кількісного відображення однорідних з нею величин.

**Система фізичних величин** – сукупність взаємопов'язаних фізичних величин. В якій декілька величин приймають за незалежні, а інші визначають як залежні від них.

**Система одиниць фізичних величин** – сукупність одиниць певної системи фізичних величин.

В Україні застосовуються одиниці вимірювання Міжнародної системи одиниць (SI), прийнятої Генеральною конференцією з мір і ваг і рекомендованої Міжнародною організацією законодавчої метрології, а саме [2]:

1) основні одиниці SI: *метр* як одиниця довжини; *кілограм* як одиниця маси; *секунда* як одиниця часу; *ампер* як одиниця сили електричного струму; *кельвін* як одиниця термодинамічної температури; *моль* (уведена в 1971 р.) як одиниця кількості речовини; *кандела* як одиниця сили світла;

2) похідні одиниці SI (з їх переліком можна ознайомитись у Додатку А джерела [7]);

3) десяткові кратні і частинні від одиниць SI.

Десяткові кратні і частинні одиниці від одиниць SI утворюються шляхом використання множників і приставок від  $10^{24}$  до  $10^{-24}$  (таблиця 1.1) [8].

Таблиця 1.1 - Множники та приставки для утворення кратних і частинних одиниць

Множник	Префікс.	Позначення		Множник	Префікс	Позначення	
		укр. (рос.)	міжн.			укр. (рос.)	міжн.
$10^{24}$	йота	Й	Y	$10^{-1}$	деци	д	d
$10^{21}$	зета	ЗТ	Z	$10^{-2}$	санти	с	c
$10^{18}$	екса	Е (Э)	E	$10^{-3}$	мілі	м	m
$10^{15}$	пета	П	P	$10^{-6}$	мікро мк	мк	μ
$10^{12}$	тера	Т	T	$10^{-9}$	нано	н	n
$10^9$	гіга	Г	G	$10^{-12}$	піко	п	p
$10^6$	мега	М	M	$10^{-15}$	фемто	ф	f
$10^3$	кіло	к	k	$10^{-18}$	ато	а	a
$10^2$	гекто	г	h	$10^{-21}$	зепто	зп	z
10	дека	да	da	$10^{-24}$	йокто	й	y

*Приклади утворення десяткових кратних і частинних одиниць SI:*

$10^6$  А («десять у шостій степені ампер») – 1 МА («один мегаампер»);

$10^{-12}$  с («десять у мінус дванадцятій степені секунди») – 1 пс («одна пікосекунда»);

$10^{-9}$  м («десять у мінус дев'ятій степені метра») – 1 нм («один нанометр»).

### **Порядок виконання роботи:**

Студент отримує від викладача завдання у вигляді набору позасистемних одиниць та здійснює, користуючись даними джерела [1]:

- переведення одиниць простору і часу із позасистемного виміру в одиниці системи СИ;

- переведення одиниць механіки і енергії із позасистемного виміру в одиниці системи СИ;

- переведення одиниць електрики і магнетизму із позасистемного виміру в одиниці системи СИ;

- переведення одиниць світла, акустики і радіоактивності із позасистемного виміру в одиниці системи СИ.

Студент представляє результати роботи у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш, реферат, зміст (за потреби), короткий опис технології пошуку рішення та результати розробки, висновки та рекомендації, перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...5 стор.; . ф. А4; шрифт 14 пп.; 1 інтервал.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 2

### «Використання методів інтерпретації результатів вимірювань»

**Мета:** набуття студентами умінь та навиків з використання порядку та особливостей зведення і групування статистичних даних.

**Суть розробки:** зведення та групування статистичних даних.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

#### **Загальні положення**

**Статистичні дані** — сукупність чисел, які дають кількісну характеристику ознак певних об'єктів та явищ що є об'єктом спостереження.

Відібрану для спостереження сукупність об'єктів називають **вибірковою сукупністю або вибіркою**.

Важливим етапом статистичного дослідження є систематизація первинних даних та обробка. В результаті одержуємо **зведення**.

**Статистичне зведення** – полягає у обробці первинних даних із єдиною метою отримання результатів чи впорядкованих певним чином числових значень. В результаті цього етапу з'являється можливість загалом оцінити сукупність, що вивчається, і виявити закономірність її розвитку.

Статистичні зведення розрізняються за низкою ознак:

- За складністю побудови: прості і допоміжні. Прості зведення – отримання загальних результатів без попередньої обробки; допоміжне зведення використовується для поглибленого вивчення сукупності;

- За способом розробки статистичного матеріалу зведення бувають: централізовані та децентралізовані.

Для вивчення структури сукупності, взаємозв'язку між явищами у статистиці використовують **групування**, тобто об'єднання статистичних даних у однорідні групи.

Існують три типи завдань, які вирішуються за допомогою групування:

1) виділення соціально-економічних типів – типологічна угруповання, що дозволяє виявити соціально-економічні типи явищ при аналізі суспільних відносин;

2) вивчення структури зрушень сукупності – структурне угруповання, що дозволяє виявити найважливіші закономірності розвитку явища чи процесу, резерви зниження собівартості тощо;

3) виявлення зв'язків і залежностей між явищами – аналітичне групування, що дозволяє виявити залежність між явищами, що вивчаються.

Групування розрізняють:

1. Первинні, складені з урахуванням первинного матеріалу, зібраного під час спостережень.

2. Вторинні, складені з урахуванням первинних. Використовуються у двох випадках:

– коли необхідно дрібні формальні групи переформувати на більші;

– коли треба дати порівняльну оцінку статистичних даних, одержаних у різних місцях та за різними методиками.

Групування, складене за двома або більше ознаками, називається комбінаційним.

Ознака, яким відбувається виділення груп чи типів явищ, називається групувальною чи базою групування. База може бути кількісною або атрибутивною. Атрибутивна ознака - та що має назву (наприклад, професія: швачка, вчитель тощо).

Якщо базою групування є кількісна ознака, виникає питання про обчислення інтервалів угруповання для ранжування. Вони можуть бути рівними і нерівними. Для визначення інтервалу угруповання використовують формулу [1]:

$$i = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{n}, \quad (2.1)$$

де  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  - значення групувальної ознаки;  $n$  – кількість груп, що виділяються.

Кількість груп залежить від кількості спостережень. Якщо спостережень 200 і більше, формують 10-15 груп. Орієнтовно визначити оптимальну кількість груп із рівними інтервалами можна за формулою американського вченого Стерджесса [1]:

$$n = 1 + 3,322 \lg N, \quad (2.2)$$

де  $N$  – кількість одиниць сукупності.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача завдання у вигляді статистичних даних, зведених, наприклад, як у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані щодо виробництва продукції працівниками цеху

№ з/п працівника	Виробництво продукції $X_i$ (одиниць)	
	за планом	фактично
1	240	246
2	228	236
3	240	232
4	230	234
5	240	248
6	232	224
7	236	230
8	240	240
9	236	242
10	298	248
Загалом	2420	2380

2. Користуючись рекомендаціями джерела [1], здійснює операції зведення і групування даних.
3. Результати групування оформлює, наприклад, як у вигляді таблиці 2.2.
4. Робить висновки з роботи, що виконана.
5. Представляє результати аналізу у пояснювальній записці.

Таблиця 2.2 – Результати аналізу

Первинні дані		Розрахункові дані після ранжування				Межі груп		Група
№ з/п	$X_i$	№ з/п	$X_i$	Ранг	Процент	Нижня	Верхня	
1	...							
2	...							
...								

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

### Практична робота № 3 «Випадкові величини та їх характеристики»

**Мета:** набуття студентами навиків використання комп'ютерного середовища «Excel» для проведення статистичного аналізу результатів вимірювань.

**Суть розробки:** статистичний аналіз результатів вимірювань за допомогою програмного середовища «Excel».

**Термін виконання** – 1 година.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

#### **Загальні положення**

**Випадкова величина** (англ. *random variable*) — величина, можливими значеннями якої є результати випробувань чи спостережень явищ або процесів, що мають **випадковий** характер. Випадкова величина — одне з основних понять **теорії ймовірностей**. Випадковою величиною можна назвати будь-яку (не обов'язково чисельну) змінну  $x$ , значення якої утворюють множину випадкових елементарних подій  $\{x\}$ . У вигляді функції, випадкова величина повинна бути **вимірною**

**Моментом розподілу** називають середню арифметичну величину з піднесених до заданого ступеня відхилень окремих випадкових величин від деякої постійної величини [1]:

$$M_m^* = \frac{\sum_{i=1}^k x_i^m n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (2.3)$$

Де  $m$  - показник ступеня, що визначає порядок моменту.

#### **Інтерпретація моментів.**

Момент першого порядку дорівнює математичному сподіванню випадкової величини і показує відносне розташування розподілу на числовій прямій.

Момент другого порядку дорівнює дисперсії розподілу випадкової величини і показує розсіяння (розкид) довкола середнього значення.

Момент третього порядку, будучи відповідним чином нормалізований, є числовою характеристикою симетрії розподілу. Він називається «коефіцієнтом асиметрії».

Момент четвертого порядку відображує, наскільки чітко виражена верхівка розподілу в околі математичного сподівання. Ця величина називається «коефіцієнтом ексцесу розподілу».

У ряді розподілу масиву даних зіставляються дві послідовності значень: певної ознаки та частот їх появи. Залежність між цими послідовностями простежується не завжди. Побудова ряду

розподілу дає змогу зробити лише приблизні, «інтуїтивні» висновки щодо того, чи існує залежність між цими параметрами та який вона має характер. Крім того, залежності можуть існувати між довільними вибірками, а не лише між ознакою та частотами. Більш точне дослідження залежностей між двома чи більшою кількістю вибірок є завданням спеціальних розділів математичної статистики – кореляційного та регресійного аналізу.

**Кореляційний аналіз** дає змогу встановити, чи існує зв'язок між явищами, і наскільки цей зв'язок сильний (часто його називають «**кореляційним зв'язком**»). Якщо зв'язок виявився суттєвим, то доцільно скористатися методами **регресійного аналізу**, основне завдання якого полягає у визначенні характеру зв'язку і побудові його математичної моделі. На основі моделі можна передбачити ту або іншу подію, спрогнозувати, як будуть розвиватися певні процеси у разі змінення характеристик об'єкта дослідження.

У середовищі Microsoft Excel для обчислення коефіцієнта кореляції використовується функція CORREL (діапазон\_1;діапазон\_2) (укр. КОРРЕЛ), де діапазон\_1 та діапазон\_2 містять набори значень, між якими шукається залежність. Функція CORREL визначає коефіцієнт лінійної **кореляції**, яка свідчить про наявність саме лінійного зв'язку між ознаками. Цей зв'язок буде тим сильніший, чим ближче до певної прямої розташовані точки на діаграмі розсіювання. Коли потрібно порівняти не два, а більше масивів експериментальних даних, будують **кореляційну матрицю** – таблицю, у якій коефіцієнти кореляції між ознаками розташовані на перетині відповідних рядків і стовпців. Для побудови кореляційної матриці використовують інструмент «Кореляція», який запускається за допомогою команд «Дані▶Аналіз▶Аналіз даних▶Кореляція».

#### **Порядок виконання роботи:**

1. На основі матеріалів, наданих викладачем, студент здійснює статистичний аналіз центру і форми розподілу сукупності даних.
2. Проводить кореляційно-регресійний аналіз за допомогою настройки «Пакет аналізу» у середовищі процесора «Excel».
3. Робить висновки з роботи, що виконана.
4. Представляє результати у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. При цьому, студент демонструє на екрані комп'ютера етапи аналізу. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 4 «Аналіз рядів розподілу»

**Мета:** набуття студентами навиків побудови рядів розподілу даних.

**Суть розробки:** побудова рядів розподілу даних.

**Термін виконання** – 2 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

### **Загальні положення**

Найбільш простим способом узагальнення статистичного матеріалу є *побудова рядів*, які є результатом зведення статистичного дослідження. «Рядом розподілу» у статистиці називається упорядкований розподіл одиниць сукупності на групи за якоюсь однією ознакою: якісною чи кількісною. Якщо ряд побудований за якісною ознакою, він називається *атрибутивним*, а якщо за кількісним ознакою, – то *варіаційним*.

Варіаційний ряд характеризується двома елементами: варіантом (X) та частотою (f). *Варіанта* – це окреме значення ознаки окремої одиниці чи групи сукупності. Число, що показує скільки разів зустрічається те чи інше значення ознаки, називається *частотою*. Варіаційний ряд може бути *інтервальним*, коли визначені межі «від» і «до», а може бути *дискретним*, коли ознака, що вивчається, характеризується певним числом.

Інтервальні ряди розподілу можна подати таблично та графічно.

Результати обробки даних оформлюються у статистичні таблиці. Статистичні таблиці містять свої підмет і присудок.

*Підмет* – це та сукупність чи частина сукупності, що піддається характеристиці.

*Присудок* – показники, що характеризують підмет.

Таблиці розрізняють на: прості та групові, комбінаційні, з простою та складною розробкою присудка.

*Проста* таблиця підмету містить перелік окремих одиниць.

Якщо ж представляється угруповання одиниць, то така таблиця називається *груповою*. Наприклад, «група підприємств за кількістю робітників», «групи населення за статтю» тощо.

У підметі *комбінаційної таблиці* міститься групування за двома або декількома ознаками. Наприклад, населення за статтю ще представляється поділенням на групи за освітою, віком тощо.

*Комбінаційні* таблиці містять інформацію, що дозволяє виявити та охарактеризувати взаємозв'язок низки показників та закономірність їх зміни як у просторі, так і в часі. Щоб така таблиця була наочною щодо опрацювання її підмета, обмежуються двома-трьома ознаками, утворюючи для кожної з них обмежене число груп.

Присудок в таблицях може бути розроблений по-різному. При *простому* опрацюванні присудка всі його показники розташовують незалежно один від одного.

При *складному* опрацюванні присудка показники поєднуються один з одним.

При побудові будь-якої таблиці потрібно виходити з цілей дослідження та змісту статистичного матеріалу, що опрацюється.

Крім таблиць у статистиці використовують *графіки* та *діаграми*. На діаграмі статистичні дані зображують за допомогою геометричних фігур. Різновидом діаграми є *гістограма*, яка зазвичай відображує частоту появи випадкової величини (групи випадкових величин) висотою стовпчика за певною шкалою. Діаграми поділяють на лінійні та стовпчикові, але можуть бути *фігурні діаграми* (рисунок та символи), *кругові діаграми* (коло приймається за величину всієї сукупності, а площі окремих секторів відображають питому вагу або частку його складових частин), *радіальні діаграми* (будуються на базі полярних орд).

Різновидом діаграми є *картограма* – поєднанням контурної карти або плану місцевості з діаграмою.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача завдання у вигляді статистичних даних, наприклад, зведених у таблицю 2.3.
2. Користуючись рекомендаціями джерела [1], розподіляє дані, будує варіаційний ряд (згідно із завданням дискретний або інтервальний) у вигляді таблиці 2.4 та у графічному представленні (у вигляді гістограми)
3. Робить висновки з виконаної роботи.
4. Представляє результати роботи у пояснювальній записці.

Таблиця 2.3 – Первинні дані для аналізу розподілу статистичних даних

№№ з/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тарифний розряд робочого	2	4	5	6	5	2	3	4	1	4	3	3
№№ з/п	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Тарифний розряд робочого	4	3	3	4	4	4	4	5	5	3	4	1
№№ з/п	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Тарифний розряд робочого	3	4	3	5	4	3	5	3	3	2	3	4
№№ з/п	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Тарифний розряд робочого	6	5	4	4	4	2	3	4	4	6	5	1
№№ з/п	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Тарифний розряд робочого	5	2	6	2	3	3	4	5	4	4	6	4

Таблиця 2.4 – Розподіл працівників згідно з тарифним розрядом

Тарифний розряд працівника	Кількість працівників у групі	
	осіб	частка (%) від загальної кількості
1	3	5,0
2	6	10,0
3	15	25,0
4	20	33,3
5	10	16,7
6	6	10,0
Загалом	60	100,0

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 5 «Побудова та аналіз діаграм розкиду»

**Мета:** набуття студентами навиків побудови рядів розподілу даних.

**Суть розробки:** побудова діаграм розкиду за допомогою засобів комп'ютерної техніки.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності.

### **Загальні положення**

Діаграма розсіювання (розкиду) показує взаємозв'язок між двома пов'язаними масивами випадкових даних  $x_i$  та  $y_i$ . Такими двома видами даних можуть бути характеристика якості та фактор, що впливає на неї, дві різні характеристики якості, два фактори, що впливають на одну характеристику якості, і т.д. Діаграма розкиду будується в координатах (x, y) та дозволяє додати лінію тренда, щоб оцінити тенденції розвитку процесу або явища.

Додатково до матеріалів «Загальних положень», що представлені у Практичній роботі № 3, слід мати на увазі наступне.

Міцність зв'язку між двома масивами вказаних даних можна оцінити за допомогою коефіцієнта кореляції. Це число  $k$  з інтервалу  $[-1, 1]$ . Якщо  $k$  близьке до  $-1$ , то кореляційний зв'язок між величинами є оберненим, а якщо  $k$  близьке до  $1$  – прямим. Чим ближче  $k$  до нуля, тим кореляційний зв'язок слабший. Якщо говорити більш докладно, то міцність лінійного кореляційного зв'язку оцінюється так:

- $|k| \geq 0,8$  – сильний кореляційний зв'язок;
- $0,4 \leq |k| < 0,8$  – кореляційний зв'язок наявний;
- $|k| < 0,4$  – кореляційний зв'язок відсутній.

Для встановлення сили зв'язку між двома масивами вимірених даних обчислюють коефіцієнт кореляції за формулою [1]:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.4)$$

Взагалі, значення  $r$  знаходиться у межах від  $-1$  до  $+1$ . Якщо  $r$  близько до  $+1$ , вважають, що є сильна позитивна кореляція (сильний зв'язок між рядами даних). Якщо  $r$  близько до  $-1$ , це свідчить про сильну негативну кореляцію. При  $r$  близькому до  $0$  кореляція слабка (відсутня). Вважають, що кореляційна залежність між величинами суттєва, якщо  $r$  близько  $0,6$  (або  $-0,6$ ).

Достовірність коефіцієнта кореляції оцінюють за його середньою помилкою за формулою [1]:

$$m_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

При отриманому значенні більше  $3$  коефіцієнт кореляції вважається достовірним, тобто зв'язок доведено. При  $m_r < 3$ , зв'язок недостовірний.

### **Порядок виконання роботи студентом:**

1 Для побудови діаграми розсіювання одержує від викладача завдання у вигляді щонайменше  $30$  пар даних  $(x_i, y_i)$ .

2. За експериментальними даними (умовно – за прикладом таблиці 2.5), що показують розривне зусилля  $y$ , паперу певного сорту товщиною  $x$  см, будує діаграму розсіювання. При цьому осі  $x$  та  $y$  показує так, щоб довжини робочих частин осей були приблизно однакові. На діаграму наносить назву діаграми, назви осей та пари даних з координатами  $(x_i, y_i)$ .

Таблиця 5.1 – Приклад представлення масивів експериментальних даних для аналізу

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x$	0,20	0,19	0,28	0,26	0,23	0,21	0,24	0,26	0,28	0,25
$y$	64	65	69	69	66	65	67	67	70	68
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$x$	0,25	0,22	0,18	0,26	0,17	0,30	0,19	0,25	0,29	0,27
$y$	67	66	63	68	62	70	64	68	69	68
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$x$	0,20	0,19	0,29	0,31	0,24	0,22	0,27	0,23	0,25	0,17
$y$	63	66	70	72	66	65	69	65	69	61

3. Розраховує значення коефіцієнта кореляції за формулою (2.4) та оцінює його достовірність за формулою (2.5).

4. Робить висновки щодо взаємного зв'язку параметрів та можливості оцінювання одного з них за значеннями другого (у даному прикладі – розривного зусилля у за товщиною паперу  $x$ ).

5. Представляє результати роботи у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 6 «Статистичні методи вимірювання взаємозв'язків»

**Мета:** набуття студентами навиків з використання статистичних методів визначення взаємозв'язків для сукупності випадкових даних

**Суть розробки:** встановлення кореляційного взаємозв'язку між масивами даних.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

### **Загальні положення**

Додатково до матеріалів «Загальних положень», що представлені у Практичних роботах» № № 3 та 5 слід мати на увазі наступне.

Усі явища навколишнього світу, зокрема соціально-економічні, взаємопов'язані й взаємозумовлені. У складному переплетінні всеохоплюючого взаємозв'язку будь-яке явище є наслідком певної множини причин і водночас – причиною інших явищ.

За ступенем залежності одного явища від іншого розділяють два види зв'язку: функціональний (повний) і кореляційний (неповний). У першому випадку, значенню однієї ознаки строго відповідає значення іншої. Прикладом такого зв'язку є залежність між радіусом і довжиною кола, стороною і площею квадрату. В іншому випадку, значенню однієї ознаки

можуть відповідати декілька значень іншої ознаки (зв'язок між дозами внесення добрив та урожайністю с/г культур).

Отже, кореляційний аналіз – це метод визначення і кількісної оцінки взаємозалежностей між **статистичними ознаками**, що характеризують окремі соціально-економічні явища і процеси.

Визначальна мета вимірювання взаємозв'язків – виявити і дати кількісну характеристику причинних зв'язків. Суть причинного зв'язку полягає в тому, що за певних умов одне явище спричинює інше. Причина сама по собі не визначає наслідку, останній залежить також від умов, в яких діє причина. Вивчаючи закономірності зв'язку, причини та умови об'єднують в одне поняття “фактор”. Відповідно ознаки, які характеризують фактори, називають факторами( $x$ ), а ті, що характеризують наслідки, - результативними ( $y$ ).

### **Порядок виконання роботи:**

1. За даними, наприклад, таблиці 2.6, що представлені викладачем, користуючись рекомендаціями джерела [1], студент здійснює групування даних вимірювань взаємопов'язаних величин  $x$  та  $y$ .

2. За результатами аналітичного групування характеризує вплив факторної ознаки  $x$  на результативну ознаку  $y$ .

3. Користуючись рекомендаціями джерела [1] та інструкцією до Практичної роботи № 5, встановлює кореляційний взаємозв'язок  $y$  та  $x$ .

4. Робить висновки щодо встановленої тісноти та істотності взаємозв'язку.

Таблиця 2.6 - Вихідні дані щодо результатів вимірювань

№ з.п.	Результат вимірювання ( $x$ ).	Результат вимірювання ( $y$ )
1	2	3
1.	4,0	3,9
2.	5,7	6,0
3.	5,9	7,0
4.	6,7	10,0
5.	5,8	7,7
6.	7,1	10,6
7.	8,2	11,1
8.	7,1	10,0
9.	6,6	9,4
10.	7,7	10,2
11.	5,7	7,8
12.	7,6	10,6

1	2	3
13.	5,5	5,9
14.	9,2	9,5
15.	5,6	7,6
16.	6,2	6,9
17.	5,9	7,1
18.	8,3	10,9
19.	6,0	6,8
20.	7,0	10,1
21.	4,0	5,0
22.	7,1	9,4
23.	9,5	11,2
24.	5,5	7,3
25.	7,2	9,5
26.	7,6	10,7
27.	5,3	6,4
28.	7,1	8,7
29.	8,3	9,2
30.	6,7	7,0
31.	7,2	9,3
32.	6,6	7,0
33.	6,3	7,4
34.	7,3	9,4
35.	6,2	6,6
36.	7,4	9,4
37.	6,3	7,1
№ з.п.	Результат вимірювання (х).	Результат вимірювання (у)
38.	5,9	7,0
39.	6,2	6,9
40.	5,7	7,4
41.	6,4	7,1
42.	5,8	6,3
43.	6,5	8,0
44.	5,7	6,0
45.	6,7	7,3
46.	6,0	7,1
47.	5,3	7,0
48.	7,9	9,4
49.	5,2	6,8
50.	5,3	8,4
51.	6,3	7,2

5. Представляє результати роботи у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 7

### «Побудова кореляційно-регресійної залежності між масивами виміряних величин»

**Мета:** набуття студентами навиків з використання статистичних методів визначення взаємозв'язків для сукупності результатів вимірювань.

**Суть розробки:** встановлення кореляційного взаємозв'язку між масивами даних.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності.

#### **Загальні положення**

Додатково до матеріалів «Загальних положень», що представлені у Практичних роботах № №3, 5 та 6 слід мати на увазі наступне.

За кількістю факторів, що впливають на результати вимірювань, розрізняють однофакторні та багатфакторні зв'язки. Однофакторні зв'язки називають також парними. Якщо зв'язок багатфакторний, то всі фактори діють одночасно і у взаємозв'язку. При дослідженні статистичних взаємозв'язків застосовують співставлення значень факторів та результативної ознаки, метод аналітичних групувань, кореляційний аналіз, регресійний аналіз та непараметричні методи. Найпростішим способом виявлення наявності зв'язку є співставлення значень факторної ознаки та відповідних їм значень результативної ознаки. Значення факторної ознаки записують у порядку зростання та аналізують характер зміни відповідних значень результативної ознаки. Недоліком такого підходу є неможливість знаходження кількісної міри зв'язку між даними факторами. Статистичний зв'язок проявляється більш чітко, якщо для його вивчення застосувати аналітичне групування одиниць сукупності, що вивчається, на проміжки у відповідності зі зростанням факторної ознаки і для кожної групи знайти відповідне середнє значення

результативної ознаки. Порівняння змін результативної та факторної ознак при аналітичному групуванні дає можливість встановити напрям та щільність зв'язку між ними, але не дозволяє визначити формулу, що встановлює зв'язок між факторами та результатом їх дії. До задач кореляційного аналізу відносять кількісне вимірювання щільностей зв'язку між факторними та результативною ознаками, визначення невідомих зв'язків та оцінку факторів, що найбільше впливають на результативну ознаку. Метою регресійного аналізу є знаходження аналітичного виразу (формули), що встановлює зв'язок між факторними та результативною ознакою. Визначається також ступінь впливу факторних ознак на результативну ознаку. Регресійні моделі можна використовувати для прогнозування значень результативної ознаки.

**Порядок виконання роботи:**

1. Студент для здійснення аналізу отримує від викладача завдання у вигляді статистичних даних зв'язку факторної ознаки  $X$  з результативною ознакою  $Y$ , зведених, наприклад, у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Первинні матеріали для аналізу наявності кореляційного зв'язку між колективами даних

№№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X$	0,20	0,19	0,28	0,26	0,23	0,21	0,24	0,26	0,28	0,25
$Y$	64	65	69	69	66	65	67	67	70	68
№№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$X$	0.25	0.22	0.18	0.26	0.17	0.30	0.19	0.25	0.29	0.27
$Y$	67	66	63	68	62	70	64	68	69	68
№№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$X$	0,20	0,19	0,29	0,31	0,24	0,22	0,27	0,23	0,25	0,17
$Y$	63	66	70	72	66	65	69	65	69	61

2. Користуючись даними джерела [1], лекційними матеріалами та інструкцією до Практичної роботи № 5, використовуючи метод аналітичного групування даних таблиці 2.7, здійснює групування значень параметрів  $X$  та  $Y$ .

3. З використанням рекомендацій джерела [1] характеризує вплив факторної ознаки  $X$  на результативну ознаку  $Y$ .

4. З використанням отриманих даних будує діаграму розсіювання, встановлює кореляційний взаємозв'язок між  $X$  та  $Y$ . Визначає істотність взаємозв'язку.

5. Робить висновки щодо наявності (відсутності) взаємозв'язку вказаних параметрів, оцінює щільність зв'язку.

6. Представляє результати роботи у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш;

реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 8 «Побудова та аналіз діаграми Парето»

**Мета:** набуття студентами навиків побудови діаграми Парето.

**Суть розробки:** побудова діаграми Парето з використанням засобів комп'ютерної техніки.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності

### **Загальні положення**

Загальною частиною аналізу Парето є графічне відображення **діаграмою Парето** пріоритетності за вагомістю кожної змінної, що відслідковується. Такими змінними можуть бути певні проблеми або причини проблем. Діаграма Парето схожа на вертикальну гістограму, оскільки розташовує елементи в порядку (від найвищого до найнижчого) відносно певного вимірюваного ефекту, що представляє інтерес: частота, вартість або час. Нижче наведено процес побудови діаграми Парето.

- Складіть список проблем, які необхідно порівняти.
- Розробіть стандартну міру для порівняння елементів. Наприклад, стосовно того, як часто подія відбувається: її частота; скільки часу це займає; скільки ресурсів це використовує тощо.
- Оберіть часовий проміжок для збору даних.
- Для кожної змінної визначте, як часто вона реалізується (або відповідні витрати, або загальний час).
- Перелічіть елементи, що порівнюються, у порядку зменшення міри порівняння: наприклад, від найбільш частого до найменш частого.
- Перелічіть позиції на горизонтальній осі графіка від найвищої до найнижчої.
- Ліву вертикальну вісь на графіку позначте цифрами, які відображують частоту події (час або вартість).
- Знайдіть відсоток кожного елемента в загальному підсумку, взявши суму елемента, розділивши її на загальний підсумок і помноживши на 100.

- Потім додайте ці суми, щоб розрахувати загальний підсумок по всіх пунктах, визначаючи «кумулятивний відсоток» – суму відсотків цієї позиції від загальної кількості та відсотків усіх інших позицій, які стоять перед нею в порядку за рангом.
- Праву вертикальну вісь позначте кумулятивними відсотками (кумулятивний підсумок повинен дорівнювати 100%).
- Намалюйте стовпчики для кожної позиції.
- Побудуйте лінійний графік кумулятивних відсотків. Перша точка на лінійному графіку повинна збігатися з вершиною першого стовпчика.

Останній крок – аналіз Діаграми Парето, який включає ідентифікацію саме тих пунктів, які представляються найбільш важливими.

Для побудови Діаграми Парето доцільно використати можливості комп'ютерного середовища Excel.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує у викладача умовні експериментальні дані за прикладом, наведеним у таблиці 2.8, для дослідження проблеми появи дефектних виробів під час випуску продукції. Як одиниця виміру вибирається кількість дефектних виробів кожного виду.

Таблиця 2.8 – Вихідні дані для побудови діаграми Парето

№ дефекту	1	2	3	4	5	6	Інші
Число дефектних виробів	255	101	59	39	26	15	11

2. За отриманими даними студент розробляє таблицю для перевірок даних. Для цього:

- створює нову книгу Excel. У комірці A1 вводить заголовок роботи. У комірці A3:E3 вводить заголовки: «№ виробу», «Число дефектних виробів», «Нагромаджена сума виробів», «Відсоток виробів», «Накопичений відсоток».

- у комірки A4: B10 студент вводить дані з таблиці 2.8. У комірку A11 вводить заголовок «Разом». У осередку B11 розраховує сумарне число дефектних деталей з допомогою оператора математичної формули «СУММ».

Для розрахунку накопиченої суми деталей у комірку C4 вводить значення 255, тобто число дефектних деталей 1 (див. табл. 2.8). У комірці C5 сумує число дефектних деталей 1 і 2, тобто вводить формулу = C4 + B5. Для розрахунку накопиченої суми деталей в інших осередках копіює формулу з осередку C5, діапазон C6:C10.

Для розрахунку відсотка деталей слід ділити число дефектних деталей кожного виду на загальну кількість дефектних деталей і помножити на 100. Для цього

у комірку D4 вводить формулу «=B4/B11\*100». Після зазначення необхідної абсолютної адресації копіює цю формулу у діапазон D5:D10. У комірці D11 розраховує сумарний відсоток, який має становити 100%.

Для розрахунку накопиченого відсотка деталей у комірку E4 переносяться значення (тільки значення, а не формула) з комірки D4. Для цього використовуються команди «Правка Копіювати» та «Правка Спеціальна вставка...».

У комірці E5 студент підсумовує відсоток дефектних виробів 1 і 2, тобто. вводить формулу = E4 + D5. Для розрахунку накопиченого відсотка в інших осередках копіює формулу з осередку E5 у діапазон E6:E10.

3. За таблицею для перевірок даних студент будує діаграму Парето. Для цього відкриває у «Майстрі діаграм» вкладку «Нестандартні», вибирає діаграму типу «Графік/гістограма 2». На другому кроці вказує діапазон даних A4: B10; E4: E10. На третьому кроці вводить заголовки. Після створення діаграми «Майстром діаграм» студент редагує її за допомогою контекстного меню. Зокрема, максимальне значення шкали «Число дефектних деталей» вказує 506 (сума числа дефектних виробів за табл. 2.8), а мінімальне 0. «Максимальне значення шкали Накопичений відсоток» вказує 100. Далі відкриває контекстне меню на одному зі стовпців, вибирає команду «Формат рядів даних...», вкладку «Параметри», та встановлює ширину зазору 0.

4. Результати розрахунків та побудови графічних студент представляє в пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 9

### «Розрахунок показників динамічного ряду вимірних даних»

**Мета:** набуття студентами навиків з визначення показників динамічного ряду вимірних даних.

**Суть розробки:** розрахунок показників динамічного ряду статистичних даних.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** статистичний ряд показників функціонування об'єкту за певний період його існування у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

### **Загальні положення**

*Динамічним рядом* називається ряд статистичних показників, що характеризують зміну явищ у часі. Цифри (показники), з яких складається динамічний ряд, називаються *рівнями ряду*.

Є різні види динамічних рядів, які відрізняються один від одного за характером складових рівнів.

Основними видами рядів динаміки є *інтервальні* та *моментні*. Поряд з цим, ряди динаміки можуть бути складені з розрахункових статистичних характеристик (із середніх і відносних величин та ін.)

Інтервальний динамічний ряд складається з показників, що характеризують досліджувані явища за певні проміжки (інтервали) часу. В інтервальному ряді динаміки кожен рівень є підсумком якогось процесу саме за той період, до якого він віднесений. Зазначена властивість інтервального динамічного ряду дає можливість підсумовування рівнів цього ряду, в результаті чого виходять нові рівні, які мають реальний економічний зміст. Це означає, що в розглянутих рядах можна виробляти укрупнення інтервалів: місячні інтервали перетворювати в кварталні та річні, річні – на п'ятирічні і т.д.

На вказаній властивості ґрунтується застосування так званих наростаючих підсумків. Суттєвою особливістю інтервальних рядів динаміки є те, що величина їх рівнів залежить не тільки від розміру досліджуваної ознаки, але і від величини інтервалів часу: річні рівні більше кварталних, кварталні – більше місячних і т.д. Моментний ряд динаміки складається з показників, що характеризують досліджувані явища за ознакою стану на певні моменти часу.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача завдання у вигляді даних, зведених, наприклад, у таблицю 2.9, у якій позначено:

-  $Y$  – фактичні рівні статистичного ряду (як приклад – у таблиці 4.6 наведені дані щодо обсягу товарообігу підприємства за роками діяльності);

-  $t$  - періоди часу (фактор часу);

-  $Y \cdot t$  та  $t^2$  – результати проміжних розрахунків за даними джерела [1];

-  $Y_t$  – розраховане за даними джерела [1] значення рівня показника динамічного ряду статистичних даних.

- За даними стовпчиків 2 та 3 таблиці 2.9 та з використанням рекомендацій джерела [1] здійснює розрахунок значень  $Y_t$  теоретичного рівня динамічного ряду.

При цьому, залежність рівня динамічного ряду від  $t$  у першому наближенні представляють прямою з рівнянням:

$$Y_t = a + b \cdot t, \quad (2.6)$$

де  $a$  і  $b$  – параметри рівняння.

Таблиця 2.9 – Первинні матеріали для визначення показників динамічного ряду статистичних даних

Роки	Обсяг товаро-обігу $Y$ , млн. грн.	$t$	$Y \cdot t$	$t^2$	$Y_t$
1	2	3	4	5	6
2012	480	-3			
2013	500	-2			
2015	540	-1			
2015	570	0			
2016	580	1			
2017	590	2			
2018	610	3			
	$\Sigma Y = 3820$		$\Sigma Y \cdot t = \dots$		$\Sigma Y_t = \dots$

Параметри  $a$  і  $b$  знаходять за методом найменших квадратів [1] з використанням системи рівнянь:

$$\begin{cases} a \cdot n + b \cdot \sum t = \sum y \\ a \cdot \sum t + b \cdot \sum t^2 = \sum y \cdot t \end{cases} \quad (2.7)$$

2. Далі студент відображує дані у відповідних стовпчиках таблиці 9.1, робить висновки з виконаного аналізу та представляє результати роботи у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

Захист роботи здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 10 «Індексний метод розрахунку статистичних характеристик»

**Мета:** набуття студентами навиків з розрахунку та статистичної оцінки даних за допомогою індексного методу

**Суть розробки:** розрахунок індексів як відносних величин, що характеризують зміну рівня будь-якого явища в часі, просторі чи у порівнянні з регламентованими значеннями: планом, нормою, стандартом.

**Термін виконання** – 0,5 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

### Загальні положення

**Статистичні індекси** - це відносні величини, які одержують у результаті порівняння складних економічних явищ, утворених з різнорідних елементів, що не підлягають безпосередньому підсумовуванню.

Англійський термін "*index – numbers*" означає «число – показник». Статистична практика широко використовує індекси при вивченні економічних явищ. Знання методології побудови індексів (далі будемо вживати термін «індексний комплекс») значно розширює аналітичні можливості дослідника, збагачує результативну інформацію досліджень.

За допомогою індексів можна характеризувати зміну як у часі, так і в просторі найрізноманітніших показників: обсягів виробленої продукції, посівних площ, урожайності, цін, вартості та собівартості, продуктивності праці і т.д. Їх поділяють на дві групи: до першої належать об'ємні (сумарні) показники (наприклад, розмір посівних площ, кількість худоби, обсяг продукції та ін.), які виражаються абсолютними величинами; до другої – показники, розраховані на певну одиницю (наприклад, урожайність, ціни, собівартість, продуктивність праці і т.д.). Останні умовно можна назвати якісними показниками, і виражаються вони у вигляді середніх величин. Зазначена особливість зумовлює поділ індексів на індекси кількісних та індекси якісних показників.

За допомогою статистичних індексів можна відображувати зміну у часі і просторі як окремих простих показників (наприклад, обсяг виробництва зерна, молока, м'яса і т.д.), так і однойменних показників по складних сукупностях (наприклад, зміна обсягу виробництва продукції рослинництва, тваринництва, по господарству в цілому тощо).

Класифікують індекси також за ступенем охоплення елементів досліджуваного явища та способом побудови. За ступенем охоплення елементів явища індекси поділяють на індивідуальні й загальні.

Індекси, які відображують співвідношення простих одиничних показників, називають *індивідуальними*, а індекси, що характеризують зміну певного показника в цілому по будь-якій складній сукупності, – *загальними*. Останні в свою чергу розглядаються за широтою сукупності. Так, зведені індекси, що охоплюють всю сукупність досліджуваних явищ називають *тотальними* (або загальними), а індекси, які охоплюють частину (групу) елементів сукупності, – *груповими* (або субіндексами). Наприклад, індекс продукції рослинництва та індекс продукції тваринництва є груповими щодо тотального індексу продукції сільського господарства.

*За способом побудови* загальні індекси поділяють на агрегатні, середні із індивідуальних та середнього рівня.

*Агрегатний індекс* розраховують шляхом співвідношення двох сум. При цьому знаходять співмірник для різних елементів складного явища й додають елементи у звітному та базисному періодах, одержуючи відповідні суми.

*Середній індекс* визначають з індивідуальних індексів окремих елементів.

*Індекс середнього рівня* знаходять як співвідношення середніх величин поточного і базисного періодів.

Згідно з теоретичними концепціями, агрегатні індекси вважаються основною формою економічних індексів, а середні із індивідуальних індексів – похідними, які одержують у результаті перетворення агрегатних індексів.

За допомогою індексного методу вирішуються такі завдання:

1) характеристика загальної зміни складного економічного явища чи окремих його елементів (складових); 2) виділення впливу одного з факторів шляхом елімінування впливу інших; 3) відокремлення впливу зміни структури явища на зміну індексованої величини.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача завдання, наприклад, у вигляді таблиць 2.10 та 2.11. У них позначено:

-  $q_0$  - кількість продукції одного виду в натуральних одиницях (базисний період);

-  $q_1$  - кількість продукції одного виду в натуральних одиницях (звітний період);

-  $P_0$  – ціна за одиницю продукції у базисному періоді;

-  $P_1$  - ціна за одиницю продукції у звітному періоді.

Таблиця 2.10 – Первинні матеріали для застосування індексного методу розрахунку характеристик статистичних даних

Групи продуктів	Товарообіг у цінах, що діють, тис. грн.		Зміна середніх цін III квартал у порівнянні з II кварталом, %
	II квартал	III квартал	
Овочі	126	138	-5
Фрукти	52	60	+3
Молочні продукти	70	85	-2

Таблиця 2.11 – Дані щодо цін та реалізації продукції на торговельних підприємствах трьох міст.

Місто	Реалізовано продукції, кг		Ціна за 1 кг., грн.	
	Базисний період $q_0$	Звітний період $q_1$	$P_0$	$P_1$
А	600,0	800,0	35,0	45,0
Б	500,0	600,0	40,0	38,0
В	1000,0	900,0	30,0	25,0

2. За даними таблиць та джерела [1] проводить розрахунок:

- зміни цін на продані товари («індекс цін»);
- суму економії або перевитрати, які отримані населенням;
- загальні індекси товарообігу та його фізичного обсягу;
- індивідуальний індекс ціни на окремий вид продукції (товару);
- загальний індекс цін.

3. Визначає абсолютну зміну середнього рівня показника за рахунок інтенсивного, екстенсивного факторів та їх сумарного впливу.

4. Робить висновки та представляє результати у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 3...6 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

Практична робота № 11  
«Інтерпретація якості вимірювання у формі характеристики похибки  
вимірювання»

**Мета:** набути навички з опрацювання основних видів похибок вимірювання, визначення джерел їх виникнення і способів представлення.

**Суть розробки:** Оцінка похибок вимірювань при обробці результатів вимірювань.

**Термін виконання** – 1 година.

**Приклади визначення предметної сфери розробки:** вимірювання у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

**Загальні положення**

Практична корисність будь-якого вимірювання визначається визначенням його *похибки*, тобто кількісної характеристики відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної ФВ.

Для більш повного розуміння причин виникнення похибок вимірювань в подальшому будемо користуватись наступними поняттями:

- *істинне значення фізичної величини ( $x_{іст}$ )*, яке чисельно повинно відображати вимірювану величину і знаходження якого є метою вимірювання;
- *виміряне значення фізичної величини ( $x_{вим}$ )*, яке безпосередньо одержують в результаті конкретного вимірювання.

Жодна фізична величина не може бути виміряна абсолютно точно. Тому  $x_{вим}$  не співпадає з  $x_{іст}$ . Мірою відхилення  $x_{вим}$  від  $x_{іст}$  є *абсолютна похибка* вимірювання, а мірою точності вимірювання – *відносна похибка*.

*Абсолютною похибкою* вимірювання ( $\Delta x$ ) називається модуль різниці між істинним значенням вимірюваної величини і результатом окремого вимірювання.

$$\Delta x = |x_{вим} - x_{іст}|. \quad (2.8)$$

*Відносною похибкою* вимірювання ( $\delta x$ ) називається відношення абсолютної похибки  $\Delta x$  до істинного значення фізичної величини  $x_{іст}$ :

$$\delta x = \frac{\Delta x}{x_{іст}} \cdot 100 \% . \quad (2.9)$$

Остаточно результат проведеного вимірювання записують у вигляді:

$$x = x_{вим} \pm \Delta x . \quad (2.10)$$

Такий запис означає, що істинне значення вимірюваної величини лежить в інтервалі:

$$X_{\text{вим}} - \Delta x \leq X_{\text{іст}} \leq X_{\text{вим}} + \Delta x. \quad (2.11)$$

**Причини виникнення похибок:** недосконалість методів вимірювання, технічних засобів, органів чуттів спостерігача, зміна умов проведення експерименту. Кожна з наведених причин виникнення похибок зумовлена багатьма чинниками, під впливом яких формується загальна похибка вимірювання. Їх можна об'єднати у дві групи:

- чинники, що з'являються нерегулярно і зникають несподівано або проявляються з непередбачуваною інтенсивністю. До них належать, наприклад перекося елементів приладів за їх напрямними, нерегулярні зміни моментів в опорах, зміна зовнішніх умов та умов навколишнього середовища, послаблення уваги спостерігача тощо.

- чинники постійні або такі, що закономірно змінюються у процесі вимірювання ФВ. До них належать, наприклад, методичні похибки, зміщення чи недосконалість елементів приладу.

### **Порядок виконання роботи**

1. Студент отримує у викладача:

- завдання щодо опису конкретної класифікаційної групи похибок вимірювань (систематична, прогресуюча та регулярна; адитивна, мультиплікативна та нелінійна та ін.), за теоретичними даними лекційного курсу, та з використанням (наприклад) джерела [2];

- приклад умовних результатів вимірювань певної фізичної величини (ваги, часу, температури тощо), що містить похибку вимірювань;

- завдання для оцінювання та розрахунку конкретної складової похибки за обраною класифікаційною ознакою, виявлення джерела виникнення похибки.

2. Студент у відповідності із завданням виконує його теоретичну і розрахункову частину. А саме:

- у відповідності з усталеним підходом до класифікації похибок вимірювань залежно від їхніх певних властивостей надає опис похибок, одержаних у завданні, та теоретичні відомості щодо джерел їх виникненні, методів врахування та зменшення їх впливу при оцінюванні результатів вимірювання;

- виконує розрахунок конкретного виду похибки вимірювань (у відповідності із завданням) за результатами умовних вимірювань, що надані викладачем. Представляє результати вимірювання з урахуванням та відображенням похибки, що вони містять.

3. Робить висновки, відображуючи суттєві отримані результати та вміння виявляти джерела та складові похибок вимірювань.

4. Представляє результати у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 12

### «Характеристики інструментальних похибок»

**Мета:** набути навички з опрацювання інструментальних похибок вимірювання, визначення джерел їх виникнення і способів представлення; узгодження особливостей вимірювання з класом точності засобів вимірювання.

**Суть розробки:** Оцінка інструментальних похибок вимірювань.

**Термін виконання** – 1 година.

**Приклади визначення предметної сфери розробки:** вимірювання у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

#### **Загальні положення**

*Похибка вимірювання* – це відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної фізичної величини. Похибка вимірювання є кількісною характеристикою точності вимірювання.

У залежності від обраної класифікаційної ознаки існують різні класифікації похибок вимірювання, серед яких можна виділити найпоширеніші: за формою вираження; за джерелами виникнення; за закономірностями виникнення та прояву.

За джерелами виникнення похибки вимірювання бувають *інструментальні, методичні та особисті* (похибки оператора).

*Інструментальна похибка* – складова похибки вимірювання, обумовлена властивостями засобу вимірювання. Ця похибка в свою чергу може містити кілька компонентів, зокрема, похибку засобу вимірювання та похибку, обумовлену взаємодією засобу вимірювання з об'єктом вимірювання.

*Методична похибка* – складова похибки вимірювання, обумовлена недосконалістю методу вимірювання або невідповідністю об'єкта вимірювання його моделі, прийнятій для вимірювання.

*Похибка оператора* – складова похибки вимірювання, обумовлена індивідуальними властивостями оператора.

#### **Порядок виконання роботи**

1. Студент отримує від викладача:

- завдання щодо опису інструментальних похибок вимірювань (абсолютна, відносна та/або приведена похибка), за теоретичними даними лекційного курсу, та з використанням (наприклад) джерела [2];

- умовні результати вимірювань певної фізичної величини, наприклад, ваги об'єкту, сили електричного струму, температури тощо для розрахунку похибки у порівнянні з наданими викладачем даними робочого еталону щодо конкретного результату вимірювань (за формою таблиці 2.12);

- завдання на опис бажаних метрологічних характеристик конкретних приладів (за формою таблиці 2.13).

2. Студент у відповідності із завданням виконує його теоретичну і розрахункову частину. А саме:

- у відповідності з усталеним підходом до класифікації похибок вимірювань залежно від їхніх певних властивостей надає опис інструментальних похибок та їх складових, визначення впливних величин, їх приклади, опис нормальних та робочих умов для засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), що одержані у завданні, їх класу точності, користуючись паспортом або технічними умовами на відповідний ЗВТ;

- розраховує показники похибок, необхідні для заповнення таблиці 2.12, користуючись лекційними матеріалами та джерелом [2].

3. За даними інформаційних джерел, зокрема, Internet, обирає вимірювальний пристрій вітчизняного або закордонного виробництва з бажаними характеристиками, з урахуванням особливостей нормування їх граничних похибок, відображуючи це у таблиці 2.13.

4. Робить висновки та відображує отримані результати у пояснювальній записці.

Таблиця 2.12 – Результати вимірювань, одержані за допомогою використаного та зразкового приладів.

№ з/п	Покази приладів		Похибки		
	використаного	робочого еталону	абсолютна $\Delta$	відносна $\delta$	приведена $\delta_x$
1					
2					
...					

Таблиця 2.13 – Метрологічні характеристики обраних приладів

Вимірюваний параметр	Найменування приладу	Тип	Метрологічні характеристики			
			Клас точності	Діапазон вимірювання	Діапазон частот	Інші параметри

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

### Практична робота № 13 «Похибки аналогових та цифрових приладів»

**Мета:** набуття студентами навиків оцінювання похибок вимірювань аналогових та цифрових приладів.

**Суть розробки:** Вивчення основних характеристики аналогових та цифрових вольтметрів та амперметрів: діапазон вимірювання, клас точності, споживання, а також методику оцінювання похибок результатів вимірювання.

**Термін виконання** – 1 година.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента

#### **Загальні положення**

Інтенсивний розвиток засобів обчислювальної техніки, цифрових методів вимірювання і мікроелектронної елементної бази створили технічні передумови для розробки і широкого впровадження в різних галузях науки і техніки цифрових вимірювальних приладів. Цифрові вимірювальні прилади здійснюють автоматичне перетворення вхідної вимірюваної величини на цифровий код. Покази їх представлені в цифровій формі, що усуває похибку відліку наявну в аналогових приладах. Для цього в виконуються операції квантування вимірюваної величини по рівню, дискретизація її за часом і кодування.

Вони широко застосовуються для вимірювання частоти, інтервалів часу, напруги тощо. До переваг можна віднести: широкий діапазон вимірюваних величин з високою точністю вимірювання, висока швидкодія за рахунок відсутності рухомих електромеханічних елементів, можливість представлення результатів вимірювання в цифровому виді з можливістю подальшого збереження і обробки.

Ці прилади відрізняються від аналогових приладів більшою функціональністю, вищою точністю, можливістю запам'ятовувати поодинокі і періодичні сигнали, реєструвати «передісторію» сигналу з можливістю автоматизації реєстрації досліджуваних сигналів та вимірювання їх параметрів [1]. Цифрові вимірювальні прилади дають змогу проводити внутрішню, за допомогою власних мікропроцесорних пристроїв, або зовнішню (з використанням комп'ютерів) цифрову обробку сигналів, що суттєво підвищує їх метрологічні характеристики і, отже, достовірність одержаної за допомогою них інформації. Прогрес в науці і техніки неможливий без розвитку цифрових методів вимірювання на основі цифрових приладів і програмного забезпечення для них, які в більшості розвинутих країн вибрані за пріоритетні напрямки [1,2]. Розробка цифрових вимірювальних приладів йде в напрямку підвищення швидкодії внутрішнього аналого-цифрового перетворювача (АЦП), чутливості і точності вимірювань.

### **Порядок виконання роботи**

1. Для споживача електричної енергії, наприклад, з параметрами  $Re1$ ,  $Re2$ , який живиться від регульованого джерела живлення (РДЖ) з вихідною напругою  $U$  (наближені значення  $Re1$ ,  $Re2$  та  $U$  надаються викладачем), студент розраховує орієнтовні значення напруги  $U_x$  та струму  $I_x$ , які можуть бути виміряні.

2. Відповідно до орієнтовних значень  $I_x$  та  $U_x$  обирає границі вимірювань  $I_k$  та  $U_k$  наявних на робочому місці аналогових амперметра і вольтметра. Аналогічно обирає контрольний вольтметр  $V_k$ , за показом якого повинна встановлюватися напруга живлення  $U$ .

3. Відповідно до орієнтовного значення  $U_x$  обирає границю вимірювання  $U_{k1ц}$  наданого викладачем цифрового вольтметра.

4. Відповідно до орієнтовного значення  $I_x$  обирає опір резистора  $R_N$  та границю вимірювання  $U_{k2ц}$  цифрового вольтметра для непрямого вимірювання струму  $I_x$  за спадом напруги на резисторі  $R_N$ . Методична похибка  $\delta M$  внаслідок ввімкнення резистора  $R_N$  послідовно в електричне коло не повинна перевищувати заданого значення  $\delta M, ДОП$

5. Студент отримує від викладача результати вимірювань:

- напруги  $U_x$  аналоговим вольтметром;
- напруги  $U_x$  цифровим вольтметром;
- струму  $I_x$  аналоговим амперметром;

- струму  $I_x$  за спадом напруги  $UR_n$ , який виміряний цифровим вольтметром на відомому опорі  $R_N$ .

6. Студент фіксує метрологічні (технічні) характеристики використаних засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), порівнюючи їх між собою, записує надані результати вимірювань напруги та сили струму та обчислює граничні значення похибок кожного вимірювання напруги та сили струму.

7. Формулює висновки та представляє результати роботи у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

#### Практична робота № 14

#### «Використання засобів графічного представлення результатів вимірювань»

**Мета:** набуття студентами навиків використання комп'ютерного середовища «Excel» для графічного представлення результатів вимірювань.

**Суть розробки:** графічне представлення результатів вимірювань за допомогою програмного середовища «Excel».

**Термін виконання** – 1 година.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

#### **Загальні положення**

Результати вимірювань і розрахунків прийнято заносити в таблиці, або представляти у вигляді графіків.

За допомогою таблиць отримані результати можна представити як функціональні залежності, так і дані, між якими немає прямого функціонального зв'язку, але які треба порівнювати. Так, наприклад, в довідниках у вигляді таблиць представляються фізичні константи й інші дані (густина речовин, питомі опори, діелектричні проникності, показники заломлення і т.п.). В таблиці часто записують також проміжні дані розрахунків, що полегшує обробку результатів вимірювань.

Графічний метод обробки дослідних даних полягає у побудові графічних залежностей між досліджуваними факторами (величинами). Графічні залежності можуть мати вигляд графіків і діаграм. Вони дають можливість стисло і наочно подати результати досліджень, в конкретній і зрозумілій формі пояснити цифрові дані і взаємозв'язок між ними. Графічні зображення, як правило, звертають на себе більше уваги, ніж таблиці. За допомогою вдало побудованих графіків чи діаграм можна відобразити не тільки конкретні дані, але й закономірності, які вони відображають, що за допомогою таблиць зробити буває важко.

Графічне представлення результатів вимірювання досить поширене завдяки його наочності. Криву на графіку розміщують таким чином, щоб найповніше використати площу, зайняту графіком. Для цього вибирається зручна міра по осях координат. Причому, відлік не обов'язково повинен починатися з нуля, а одиниці відліку мають бути зручними для користування. Експериментальні точки на графіку слід позначати виразно (кружечками, хрестиками і т.п.). Лінія графіка проводиться не від точки до точки, які можуть бути розкидані через випадкові похибки вимірювань, а плавно поміж точками, так, щоб їх кількість зверху і знизу кривої була приблизно однаковою.

Для побудови графіків зручно використовувати можливості комп'ютерної техніки, зокрема, пакету Excel.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача умовні результати вимірювань показника якості предмету, явища, процесу для відображення за допомогою лінійного графіка характеру зміни значень вимірюваної величини а також спрогнозувати тенденцію її зміни.

2. Студент створює нову книгу Excel. Вводить заголовок роботи, а також вихідні дані отримані від викладача, після чого будує лінійний графік. На першому кроці у «Майстрі діаграм» вибирає точкову діаграму, де значення з'єднані відрізками. Потім вводить діапазон даних. На третьому кроці вводить заголовки діаграми та осей, основні лінії сітки по осях. Отриману діаграму редагує за допомогою контекстного меню.

3. Для оцінювання характеру зміни величини, вимірюваної у часі, а також для прогнозу студент будує лінію тренду, відкривши контекстне меню на ламаній лінії та вибравши команду «Додати лінію тренда».

4. Студент переходить у діалоговому вікні на вкладку «Тип», де показано можливі типи лінії тренду, та обирає тип лінії, що найкраще апроксимує дані, наступним чином: поміщає на діаграмі лінії тренду всі прийнятні типи (лінійну, логарифмічну, поліноміальну другого ступеня та експоненціальну), задавши для кожної лінії на вкладці «Параметри» прогноз вперед на дві одиниці та розміщення на діаграмі величини достовірності апроксимації. За їх величиною студент обирає найкращу.

5. Надає висновки, відображуючи суттєві отримані результати.
6. Представляє результати у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 15

### «Аналіз концентрації та диференціації розподілів за допомогою програмного забезпечення»

**Мета:** набуття студентами навиків використання комп'ютерного середовища «Excel» для проведення статистичного аналізу результатів вимірювань.

**Суть розробки:** статистичний аналіз результатів вимірювань за допомогою програмного середовища «Excel».

**Термін виконання** – 1 години.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

#### **Загальні положення**

Дуже важливими у статистичному аналізі є характеристика нерівномірності розподілу певної ознаки між окремими складовими сукупності, а також оцінка концентрації значень ознаки в окремих розподілу сукупності даних. На відхиленнях часток двох розподілів – за кількістю елементів сукупності  $d_j$  і обсягом значень ознаки  $D_j$  – ґрунтується кількісне оцінювання *концентрації*. Якщо розподіл значень ознаки в сукупності рівномірний, то частки однакові:  $d_j = D_j$ , тобто відхилення часток свідчать про одне певне значення концентрації.

Додатково для характеристики структури варіаційного ряду розподілу обчислюють *квартилі*, які поділяють ранжирований ряд на 4 рівні частини, *децилі*, які поділяють ранжирований ряд на 10 рівних частин або *процентилі* (100 частин).

Для уточнення характеристик розподілу масиву даних їх розглядають за частинами розподілу (1/4, 1/10 тощо), які характеризуються *квартілями* або *децилями*

Коефіцієнт концентрації обчислюється як півсума модулів відхилень. Його значення коливаються в межах від нуля (*рівномірний розподіл*) до одиниці (*повна концентрація*), тобто чим більший ступінь концентрації, тим більше значення коефіцієнта.

Порівняння структур на основі відхилень часток доцільне в рядах з нерівними інтервалами, а також в атрибутивних (якісних) рядах. За аналогією з коефіцієнтом концентрації обчислюють коефіцієнт подібності (схожості) структур двох сукупностей -  $P$ . Якщо структури однакові,  $P = 1$ ; якщо абсолютно протилежні,  $P = 0$ . Чим більше схожі структури, тим більше значення  $P$ .

Під час проведення аналізу концентрації, диференціації та подібності розподілів використовують порядкові характеристики: квантили та децилі, квантильний коефіцієнт варіації, коефіцієнт децильної диференціації, показники асиметричності розподілу.

Крім того надається характеристика форми розподілу: одновершинні криві, симетричні розподіли, асиметричні розподіли, багатoverшинні криві та розраховується коефіцієнт асиметрії.

**Оцінка концентрації** значень ознаки проводиться за коефіцієнтом концентрації та коефіцієнтами локалізації. Розраховується також узагальнюючий показник централізації. Графічне зображення концентрації ознаки здійснюють за допомогою кривої Лоренца.

**Статистична оцінка структурних змін у часі та просторі** надається за допомогою коефіцієнта подібності структур двох сукупностей, показників структури та інтенсивності структурних зрушень.

**Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача умовні результати вимірювань показника якості предмету, явища, процесу. Має бути щонайменше 30...50 даних, оптимально – близько 100, представлені у вигляді таблиці (як наприклад у таблиці 2.14)
2. На основі отриманих даних (з використанням матеріалів лекційного курсу та даних джерела [1]) здійснює статистичний аналіз центру і форми розподілу сукупності даних.
3. Результати вимірювань уводить до електронної таблиці «Excel».

Таблиця 2.14 – Результати вимірювань деякого показника якості

10,6	10,4	11,1	10,5	10,7	10,2	10,6	10,7	10,4	10,7
10,4	10,5	10,9	10,6	10,7	10,6	10,7	10,5	10,3	10,7
10,3	10,7	10,6	10,7	10,5	10,9	10,6	10,9	10,4	10,8
10,5	10,8	10,7	10,3	10,8	10,5	10,4	10,5	10,7	10,6
10,4	10,3	10,6	10,7	10,5	10,9	10,6	11,0	10,6	10,8
10,5	10,8	10,4	10,8	10,9	10,5	10,9	10,6	10,9	10,4
10,4	10,6	10,8	10,4	10,5	10,7	10,4	10,7	10,6	10,7
10,5	10,8	10,5	10,3	11,0	10,6	10,3	10,5	10,8	10,6
10,6	10,5	10,4	10,7	10,6	10,8	10,7	10,3	10,6	11,0
10,7	11,1	10,5	10,6	10,5	10,5	10,4	10,8	10,4	10,6
11,0	10,7	10,3	10,8	10,7	10,2	10,8	10,6	10,8	10,8
10,5	10,7	10,8	10,4	10,6	10,5	10,7	11,1	10,5	10,6
10,7	10,6	10,7	10,3	10,7	10,3	10,6	10,8	10,1	10,7
11,0	10,5	10,5	10,1	10,3	11,0	11,2	10,6	11,1	10,2

4. Послідовно виконує дії:

-**уведення одиниці вимірів** (одиниця вимірів дорівнює точності, з якою проводилися виміри, у даному разі 0,1. Вводить одиницю вимірів у комірку E2;

-**знаходження мінімального та максимального значення вибірки** (мінімальне та максимальне значення вибірки знаходить за допомогою статистичних функцій «МІН» та «МАКС» відповідно в комірках E3 та E4);

- **знаходження розмаху вибірки** (розраховує в комірці E5 як різницю між максимальним і мінімальним значеннями вибірки);

- **визначення попередньої кількості інтервалів** (кількість інтервалів це квадратний корінь з обсягу вибірки N. Кількість інтервалів знаходить у комірці E6. Оскільки кількість інтервалів має бути цілим числом, і отриманий квадратний корінь слід округлити до цілого значення, то спочатку в комірку E6 вводить математичну функцію «ОКРУГЛ». Загалом формула в комірці виглядає як «=ОКРУГЛ(КОРЕНЬ(СЧЁТ(В3:В102));0)»);

- **визначення ширини інтервалу** (формула в комірці E7 виглядатиме так: «=ОКРУГЛ(E5/E6;1)»);

- **введення номерів інтервалів** (для цього в комірку D9 вводить заголовок стовпця «№ інт». Починаючи з комірки D10, вводить номери інтервалів з 1 приблизно до 25);

- **розрахунок меж та середини інтервалів** ( $X_{min}$  – од.вим./2) У комірці E10 розраховує нижню межу першого інтервалу за формулою «=E3-E2/2» і отримує значення нижньої межі першого інтервалу 0,05. У комірці E11 розраховує нижню межу другого інтервалу, додаючи до нижньої межі першого інтервалу значення кроку. Формула в осередку E11 виглядатиме «= E10 + E7». Після вказівки необхідної абсолютної адресації копіює цю формулу діапазон E12:E34. У комірці F10 розраховує верхню межу першого інтервалу, додаючи до нижньої межі значення кроку. Після вказівки необхідної абсолютної адресації отриману формулу копіює в діапазон F11:F34. У комірці G10 розраховує середнє значення першого інтервалу, наприклад, за статистичною функцією «СРЗНАЧ». Отриману формулу копіює в діапазон G11: G34.);

- **підрахунок частоти появи результатів вимірів в інтервалах** (у комірці H10 розраховує частоту для першого інтервалу за допомогою статистичної функції «СЧЁТЕСЛИ». Після вказівки абсолютної адресації для інтервалів копіює цю формулу в діапазон H11:H18).

5. Будує гістограму розподілу за допомогою «Майстру діаграм», надає також гістограму у вигляді безперервної кривої та ламаної лінії за допомогою команди «Тип діаграми».

6. Робить висновки з роботи, що виконана.

7. Представляє результати у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

## Практична робота № 16

### «Побудова контрольних карт за якісною та кількісною ознакою»

**Мета:** набуття студентами навиків побудови контрольних карт.

**Суть розробки:** побудова контрольних карт якості з використанням комп'ютерної техніки.

**Термін виконання** – 1 година.

**Предметна сфера розробки:** результати вимірювань у будь-якій сфері економічної діяльності, переважно – за місцем роботи студента.

#### **Загальні положення**

*Контрольні карти* – інструмент, що дозволяє відслідковувати хід протікання процесу й впливати на нього (за допомогою відповідного зворотного зв'язку), попереджаючи його відхилення від пропонованих до процесу вимог.

У. А. Шухарт вважав [10, 11], що контрольні карти повинні відповідати трьом головним вимогам.

1. Визначати необхідний рівень або номінал процесу, на досягнення якого повинен бути націлений персонал підприємства.

2. Використовуватися як допоміжний засіб для досягнення цього номіналу.

3. Служити як основа для визначення відповідності номіналу й допускам. Таким чином, принципи побудови контрольних карт Шухарта охоплюють коло понять, пов'язаних зі стабілізацією виробничого процесу, його продуктивністю й оцінкою якості, а реалізація цих принципів сприяє взаємозв'язку різних напрямків господарської діяльності.

Існує два типи контрольних карт: один призначений для контролю параметрів якості, що являють собою безперервні випадкові величини, значення яких є кількісними даними параметра якості (значення розмірів, маса, електричні й механічні параметри й подібне), а другий – для контролю параметрів якості, що являють собою дискретні (альтернативні) випадкові величини і значення, які є якісними даними (придатний – не придатний, відповідає – не відповідає, дефектний – бездефектний виріб і подібне). Залежно від виду даних і методів їх статистичної обробки виділяють різні типи контрольних карт, основні з яких подані на рисунку 2.1 [10].

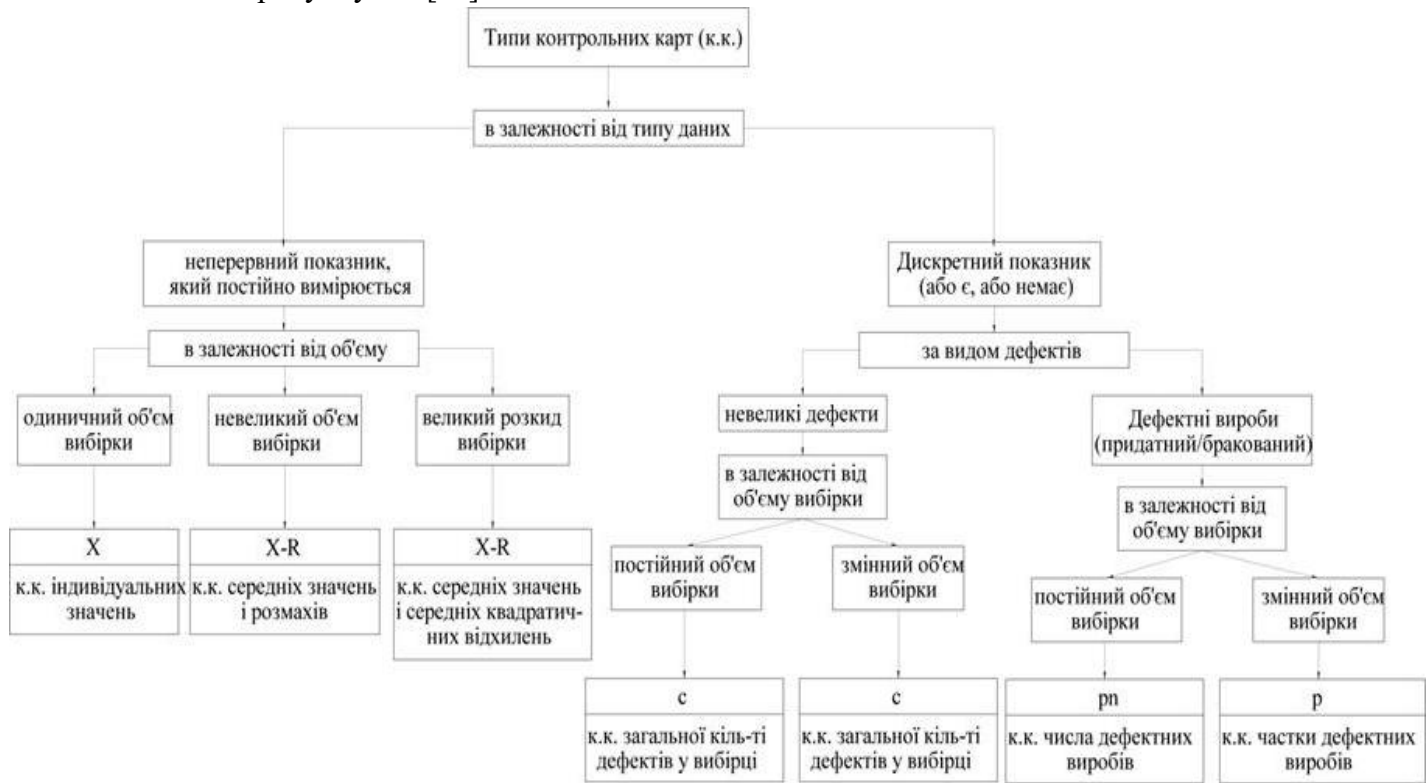


Рисунок 2.1 - Типи контрольних карт [11]

Найважливіше в процесі керування, так це точне розуміння стану об'єкта керування за допомогою читання контрольних карт і швидке здійснення відповідних дій, як тільки в об'єкті виявилось що-небудь незвичайне, невідповідне.

Контрольований стан об'єкта – це такий стан, коли процес стабільний, а його середнє й розкид не змінюються. Вихід з контрольованого стану визначається за контрольною картою на підставі таких критеріїв:

- вихід точок за контрольні межі;
- серія – це прояв такого стану, коли точки незмінно виявляються по одну сторону від середньої лінії; число таких точок називається довжиною серії. Серія довжиною в сім точок розглядається як невідповідна. Навіть якщо довжина серії виявляється менше шести, у ряді випадків ситуацію варто розглядати як невідповідну, наприклад, коли:

- а) не менш 10 з 11 точок виявляються по одну сторону від центральної лінії;
- б) не менш 12 з 14 точок виявляються по одну сторону від центральної лінії;

в) не менш 16 з 20 точок виявляються по одну сторону від центральної лінії.

- тренд (дрейф). Якщо точки утворюють криву, яка безупинно підвищується або знижується, кажуть, що має місце тренд.

- наближення до контрольних зон (меж). Розглядаються точки, які наближаються до трисігмових контрольних меж, причому якщо 2 або 3 точки виявляються за двосігмовими лініями, то такий випадок треба розглядати як ненормальний.

- наближення до центральної лінії. Коли більшість точок концентрується усередині центральних півторасігмових ліній, що обумовлено невідповідним способом розбиття на підгрупи. Наближення до центральної лінії зовсім не означає, що досягнуто контрольованого стану, навпаки, це значить, що в підгрупах змішуються дані з різних розподілів, що робить розмах контрольних меж занадто широким. У такому випадку треба змінити спосіб розбиття на підгрупи.

Одним з важливих етапів при складанні контрольних карт є спосіб визначення контрольних границь (границь регулювання). Для визначення контрольних границь необхідно зібрати велику кількість даних, що характеризують стан процесу, і на їх основі розрахувати контрольні нормативи. Зазвичай діапазон від середнього до границь регулювання містить трикратне середнє квадратичне відхилення. Розглянемо контрольні карти, які найбільш широко застосовуються у виробництві.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача завдання у вигляді вихідних даних згідно певного варіанту (таблиця 2.16).

2. Використовуючи лекційний матеріал, студент визначає параметри для побудови контрольних карт за вихідними даними.

3. Розраховані дані необхідно заносить у аналітичну таблицю (за прикладом таблиці 2.17).

4. В рамках ділової гри, для обраного самостійно виду продукції або/та послуги на підставі технологічної документації за встановленою процедурою розробляє контрольні карти для регулювання технологічного процесу.

5. За даними побудованої та заповненої студентом таблиці (за прикладом таблиці 2.17) будує контрольну карту.

6. Побудованій контрольній карті студент надає характеристику та робить відповідні висновки.

7. Представляє результати у пояснювальній записці.

Таблиця 2.15 - Вихідні дані для виконання практичної роботи № 16

<b>№ спостереження</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	
Варіант	1	Результати вимірювання	89,84	116,38	97,93	100,44	76,24	113,05	105,86	99,32	100,85
	2		90,50	119,93	98,50	81,61	79,05	128,45	125,94	94,12	102,08
	3		102,22	116,11	91,22	55,05	149,51	114,79	104,26	98,23	94,60
	4		68,70	163,61	130,35	69,29	83,95	130,51	99,90	92,30	97,39
	5		95,93	113,78	47,00	198,84	76,10	113,00	117,31	97,35	104,23
	6		89,10	114,15	99,74	93,22	91,16	104,05	115,20	110,25	
	7		88,51	130,90	94,77	93,87	70,01	135,52	109,84	68,89	102,75
	8		92,40	108,49	96,13	86,24	52,63	192,24	105,67	112,19	97,14
	9		112,08	103,77	101,34	101,51	66,42	141,04	103,44	99,23	
	10		96,05	103,65	112,56	102,15	73,95	120,21	111,64	98,65	96,26
<b>№ спостереження</b>		<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
Варіант	1	Результати вимірювання	110,42	94,06	99,29	87,79	117,01	89,19	106,78	110,88	105,96
	2		102,77	90,30	115,39	86,99	88,12	132,56	93,51	102,11	102,17
	3		104,18	94,34	101,92	73,02	132,00	95,93	97,85	120,64	103,59
	4		91,15	111,98	105,38	93,78	79,62	131,46	97,14	99,14	101,33
	5		119,28	92,62	109,06	81,17	113,20	106,82	90,29	106,71	109,95
	6		123,15	97,59	99,01	95,94	107,21	98,77	100,95	106,49	101,98
	7		109,27	95,78	110,98	78,75	109,59	115,80	89,18	103,15	108,91
	8		101,99	98,27	104,63	96,21	100,44	95,57	95,89	115,15	96,56
	9		110,16	98,30	104,43	93,22	105,91	103,29	94,38	95,08	107,41
	10		107,04	93,43	101,48	102,74	97,16	108,04	95,09	102,85	102,60

Таблиця 2.16 - Приклад аналітичної таблиці для побудови контрольної карти

№ спостереження	Вихідні дані
1	110494,1
2	67106,5
3	70237,6
4	78390,7
5	83320,3
6	85235,5
7	87370,8
8	86571,3
9	84948,7
10	85101,6
11	84266,6
12	88112,2
13	87442,6
14	80929,9
15	118900,9
16	86746,5
17	125798,3
18	100393
19	102151,2
20	102054,6
21	99707,8
22	99820,7
23	99803,6
24	141107,3
Середнє	94000,51
Розмах	74000,80
Середньоквадратичне відхилення	17160,61
Коефіцієнт варіації	18,3
Похибка вибіркової середньої	3502,89
Гранична похибка	6865,67
Довірчі межі відхилень від середнього значення	
Нижня	87134,84
Верхня	100866,19
Попереджувальні межі відхилень від середнього значення	
Нижня	52813,63
Верхня	135187,40
Межі регулювання відхилень від середнього	
Нижня	35653,01
верхня	152348,01

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

### 2.3 Методичні вказівки до індивідуального завдання

#### «Статистичне спостереження»

**Мета:** здійснити статистичне спостереження за допомогою анкетування та провести обробку результатів анкетування.

**Суть розробки:** статистична обробка результатів соціальних досліджень.

**Умови виконання** – самостійна робота в позааудиторний час.

**Предметна сфера розробки:** вимірювання показників соціальної статистики, наприклад, система мотивації праці, здебільшого – за місцем роботи студента.

**Порядок виконання роботи:**

1. Студент отримує від викладача завдання у вигляді анкети, наприклад, за формою, що представлена нижче. При цьому, студент може запропонувати власну форму анкети, яка відповідає специфіці питання, що вивчається в рамках його професійної діяльності, наприклад, стосовно ефективності технічного контролю якості на підприємстві та/або системи мотивації праці, задоволеності наданими послугами тощо.

2. Прізвище та ім'я інтерв'юера: \_\_\_\_\_.
3. Дата опитування: " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.
4. Місто (смт, село): \_\_\_\_\_.
5. Район: \_\_\_\_\_.
6. Тривалість опитування: \_\_\_\_\_ хвилин.
7. Тип поселення, де мешкає респондент:
  1. Обласний центр (а також Київ і Сімферополь).
  2. Інше місто з населенням від 100 до 999 тисяч осіб.

3. Інше місто з населенням від 50 до 99 тисяч осіб.
4. Інше місто з населенням від 20 до 49 тисяч осіб.
5. Інше місто з населенням менше 20 тисяч осіб.
6. Селище міського типу.
7. Село.

**Питання до респондента.**

**7. Ваш вік** \_\_\_\_\_ (повних років).

**8. Стать:** \_\_\_\_\_ 1. Чоловіча. 2. Жіноча.

**9. Ваша освіта:**

1. Початкова середня (менше 9 класів).
2. Базова (неповна) середня (повних 9 класів).
3. Повна загальна середня освіта (11 класів).
4. Базова вища освіта (технікум, ЗВО I, II рівнів акредитації).
5. Повна вища освіта (ЗВО III, IV рівня акредитації).

**10. Враховуючи Ваш особистий стан, Ваші досягнення та авторитет, а також Вашу здатність впливати на суспільне життя, до якого соціального прошарку Ви себе відносите?**

Дуже високого	Високого	Вище середнього	Середнього	Нижче середнього	Низького	Дуже низького
7	6	5	4	3	2	1

**11. Ваш соціальний статус?**

1. Учень \_\_\_\_\_ класу.
2. Студент технікуму, ЗВО I, II рівня акредитації \_\_\_\_\_ курсу.
3. Студент технікуму, ЗВО III, IV рівня акредитації \_\_\_\_\_ курсу.
4. Керівник відділу підприємства.
5. Підприємець.
6. Спеціаліст технічного або гуманітарного профілю з вищою або спеціальною освітою.
7. Військовослужбовець, службовець СБУ, МВС.
8. Кваліфікований робітник.
9. Службовець.
10. Некваліфікований робітник.
11. Керівник підприємства, організації, підрозділу.
12. Домогосподарка.
13. Непрацездатний (в тому числі – інваліди).
14. Непрацюючий (але не зареєстрований як безробітний).
15. Офіційно зареєстрований безробітний.
16. Робітник сільського господарства.
17. Фермер, орендар.
18. Інше (вказіть, що саме) \_\_\_\_\_.

**12. Як давно Ви мешкаєте у даному населеному пункті?**

1. Тут народився/народилась і живу.
2. Не живу постійно, приїжджаю час від часу.
3. Менше 1 року .
4. Живу \_\_\_\_\_ років.

**13. У цю місцевість Ви переїхали:**

1. З обласного центру.

2. З міста цієї області.
3. З села цієї області.
4. З міста іншої області (країни).
5. З села іншої області (країни).
6. Інше (вказіть, що саме) \_\_\_\_\_.

**14. Ваше сімейне становище:**

1. Ніколи не був/була одружений/одружена.
2. Одружений/одружена.
3. Перебуваю у незареєстрованому шлюбі.
4. Розлучений/розлучена (розлучення оформлене офіційно).
5. Ми розійшлися, але розлучення не оформили.
6. Удівець/удовиця.

**15. Якщо матеріальне становище середньої статистичної сім'ї в Україні прийняти за деякий середній показник, то яким балом (за наведеною таблицею) Ви оцінюєте матеріальне становище Вашої сім'ї?**

Дуже високе	Високе	Вище середнього	Середнє	Нижче середнього	Низьке	Дуже низьке
7	6	5	4	3	2	1

**16. Інші запитання.**

2. Студент визначає аудиторію щодо анкетування.

3. Студент проводить анкетування визначеної аудиторії та здійснює статистичну обробку результатів анкетування шляхом визначення середньозваженого балу за кожним чинником.

4. Надає висновки, відображуючи найбільш суттєві напрями аналізу за текстом анкети та отримані результати.

5. Представляє результати у пояснювальній записці.

**Оформлення роботи:** згідно з відповідними методичними вказівками, що діють в УДУНТ. Пояснювальна записка, як правило, містить: титульний аркуш; реферат; зміст (за потреби); опис розробки; висновки та рекомендації; перелік посилань.

**Обсяг пояснювальної записки** – 6...10 стор.; ф. А4; шрифт 14 пп.; міжрядковий інтервал – 1.

**Захист роботи** здійснюється у ході співбесіди студента з керівником. Наявність заліку враховується при формуванні заключної оцінки з навчальної дисципліни.

### 3 ЗАСОБИ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що є предметом метрології?
2. Які основні характеристики вимірювань?
3. Опишіть метрологічні характеристики засобу вимірювальної техніки.
4. Як класифікуються засоби вимірювання в техніці?
5. Надайте характеристику видам похибок технічних вимірювань.
6. У чому полягає сутність повірок засобів вимірювань?
7. Надайте характеристику видам повірок засобів вимірювань.
8. Що таке фізична величина та одиниця фізичної величини?
9. У чому полягають переваги системи СІ?
10. Які основні одиниці належать до системи СІ?
11. Що забезпечує еталон як засіб вимірювальної техніки?
12. Опишіть випадкові величини та визначте їх характеристики.
13. Як здійснюють опрацювання результатів прямих вимірювань?
14. Як здійснюють опрацювання результатів опосередкованих вимірювань?
15. Які методи математичної статистики використовують у сфері технічного регулювання?
16. Від чого залежить надійність статистичного аналізу?
17. Що характеризує середній квадрат відхилень від значення середньої арифметичної величин ряду?
18. Що характеризує коефіцієнт варіації?
19. Опишіть види засобів здійснення вимірювань та контролю.
20. Які є способи здійснення спостереження?
21. Надайте характеристику простим і складним групуванням.
22. Надайте приклади таблиць співзалежності.
23. Опишіть основні вимоги для здійснення вимірювального експерименту.
24. Чим характеризується якість вимірювань?
25. В чому міститься особливість систематичних помилок?
26. Які існують помилки непрямих вимірів?
27. В чому міститься особливість випадкових помилок?
28. Опишіть особливості подання результатів вимірювань за допомогою комп'ютерних програм.
29. Які є способи визначення залежності між двома чи декількома виміряними величинами.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Дорожовець М. Опрацювання результатів вимірювань : навч. посіб. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2007. 624 с.
2. Ціделко В. Д. Яремчук Н. А. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання. Київ : Політехніка, 2002. 174 с.
3. Метрологія та вимірювальна техніка : підручник / Є. С. Поліщук та ін. ; за ред. Є. С. Поліщука ; Нац. ун-т «Львівська політехніка». Львів : Бескид Біт, 2003. 544 с.
4. Бичківський Р. В., Зорій В. І., Столярчук П. Г. Основи метрологічного забезпечення : навч. посіб. Львів : Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2002. 190 с.
5. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. З Поправкою (ІПС № 8-96). Чинний від 1995-01-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 68 с.
6. Цюцюра В. Д., Цюцюра С. В. Метрологія та основи вимірювань : навч. посіб. Київ : Знання – Прес, 2003. 134 с.
7. Метрологія, стандартизація та управління якістю : навч. посіб. для студ. ВНЗ : у 2 ч. / Л. П. Клименко та ін. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. Ч. 1. 243 с.
8. ДСТУ 3651.1-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення. З Поправкою (ІПС № 1-2000). Чинний від 1999-01-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1998. 27 с.
9. ДСТУ 3651.2-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, позначення, назви та значення. Чинний від 1999-01-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1998. 19 с.
10. Технічне регулювання та контроль на підприємстві : підручник / А. М. Должанський та ін. Дніпро : НМетАУ, 2021. Т. 1. 523 с.
11. ДСТУ ISO 7870-2:2016. Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 2. Карти Шухарта (ISO 7870-2:2013, IDT). На заміну ДСТУ ISO 8258-2001 ; чинний від 2016-09-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2016. 57 с.
12. Положення про виконання кваліфікаційної роботи в Українському державному університеті науки і технологій : рукопис / розробники : А. В. Радкевич та ін. Дніпро : УДУНТ, 2022. 47 с.

Навчально-методичне видання

**Полякова** Наталія Володимирівна,  
**Должанський** Анатолій Михайлович

## **ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ**

Навчально-методичні рекомендації  
до проведення практичних занять

Електронне видання

Експертний висновок склала канд. техн. наук, доц. Оксана Бондаренко

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 788 від 07.11.2024)

В авторській редакції  
Комп'ютерна верстка Н. В. Полякова

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 3,08. Обл.-вид. арк. 2,41.

Зам. № 114

Видавець: Український державний університет науки і технологій  
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022