

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра землеустрою, кадастру, моніторингу земель та
геоінформатики

05-05-119М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Методологія наукових досліджень»
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Землеустрій та кадастр» та
освітньо-професійною програмою «Геоінформаційні системи і
технології» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною
радою з якості
ННІАЗ
Протокол №23 від 26.08.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни **«Методологія наукових досліджень»** для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Землеустрій та кадастр» та освітньо-професійною програмою «Геоінформаційні системи і технології» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Ніколайчук К. М., Кахнич П. Ф., Люсак А. В. – Рівне : НУВГП, 2025. – 39 с.

Укладачі: Ніколайчук К. М., к.т.н., доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель та геоінформатики, доцент;
Кахнич П. Ф., к.т.н., доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель та геоінформатики, доцент;
Люсак А. В., к.т.н., доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель та геоінформатики, доцент.

Відповідальний за випуск: Ліщинський А. Г., к.т.н., доцент, завідувач кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель та геоінформатики.

Керівник освітньої програми
«Землеустрій та кадастр»

к.т.н., доцент

Ліщинський А. Г.

Керівник освітньої програми
«Геоінформаційні системи і технології»

к.т.н., доцент

Корбутяк В. М.

Попередня версія методичних вказівок 05-05-58

© К. М. Ніколайчук,
П. Ф. Кахнич, А. В. Люсак, 2025
©НУВГП, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. Інтерполяція дослідних даних методом вибраних точок.....	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. Інтерполяція дослідних даних методом середніх.....	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. Інтерполяція дослідних даних методом найменших квадратів.....	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4. Визначення кореляційного зв'язку між досліджуваними факторами.....	9
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5. Розподіл частот та його графічне зображення	11
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6. Оформлення бібліографічного опису у списку використаних джерел.....	14
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. Наукова стаття і матеріали наукової доповіді.....	24
PRACTICAL WORK №1. Application of Analytical Research Methods. Interpolation of Experimental Data Using the Method of Selected Points	27
PRACTICAL WORK №2. Application of Analytical Research Methods. Interpolation of Experimental Data Using the Method of Averages	30
PRACTICAL WORK №3. Application of Analytical Research Methods. Interpolation of Experimental Data Using the Least Squares Method	31
PRACTICAL WORK №4. Determining Correlation Between Investigated Factors.....	32
PRACTICAL WORK №5. Frequency Distribution and Its Graphical Representation.....	34
Рекомендована література.....	38

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Методологія наукових досліджень» належить до комплексних дисциплін.

Основною метою вивчення курсу є засвоєння студентами базових знань про принципи і методи наукових досліджень, що використовуються в процесі управління організаціями, проектами і програмами.

Вказана дисципліна передбачає ознайомлення студентів з методологічними основами та технологією наукових досліджень, законодавчою базою організації науки, вимогами до оформлення наукових кваліфікаційних робіт.

Навчальна дисципліна включає послідовне вивчення основних положень наукової діяльності, починаючи з етапу визначення наукових проблем і гіпотез до представлення результатів наукових досліджень.

Процеси управління передбачають широке використання методів наукового аналізу для визначення факторів впливу на результати діяльності, а також методології планування експериментів для отримання запланованих результатів як до проекту, так і до його продукції.

Значне місце в системі підготовки майбутніх магістрів мають практичні заняття.

Головне їх завдання – закріплення теоретичних знань, формування навичок і вмінь з тієї чи іншої навчальної теми, оволодіння апаратом наукових досліджень.

Практичні заняття проводяться з метою поглиблення, розширення, деталізації знань, які отримані під час лекції в загальній формі, допомагають формуванню навичок професійної діяльності.

Практичні заняття розвивають абстрактне мислення, здібності до досліджень, дозволяють перевірити знання студентів і виступають засобом оперативного зворотного зв'язку у навчальному процесі.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

Тема. Застосування аналітичних методів дослідження. Інтерполяція дослідних даних методом вибраних точок

Мета роботи. Отримати практичні навички інтерполяції дослідних даних методом вибраних точок

1.1. Теоретичні відомості

Підбір емпіричних формул починають з побудови графічної залежності явища, яке вивчається. У випадку, якщо точки розташовані близько до прямої, то можна прийняти рівняння залежності $y = A + B \cdot x$

Для знаходження невідомих коефіцієнтів A і B на графіку фактичних величин проводиться пряма, відносно якої всі точки розташовуються найбільш симетрично і відмічають дві точки, достатньо віддалені одна від одної з координатами X_1, Y_1 та X_2, Y_2 , які визначають графічним способом.

Складають рівняння $y_1 = A + B \cdot x_1$ та $y_2 = A + B \cdot x_2$ після розв'язку яких знаходять коефіцієнти A і B .

У багатьох випадках для більш точної інтерполяції дослідних даних методом вибраних точок проводять декілька прямих і для кожної розраховують коефіцієнти A і B та суми різниць
$$\sum_{i=1} (y_i - A - B \cdot x_i)^2.$$

За основну пряму приймають ту, в якій найменше значення цієї суми.

1.2. Завдання для індивідуальної роботи

Відобразити дослідні точки та вибрану методом вибраних точок лінійну залежність в системі координат згідно вихідних експериментальних даних приведених в таблиці 1.

Таблиця 1

№ варіанта	Значення фактора X та цільової функції Y																
	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Y	0.5	0.4	0.7	0.5	0.9	0.8	0.4	0.5	0.4	0.9	0.5	0.9	0.5	0.4	0.7	0.6
2	Y	0.5	0.5	0.7	0.6	0.9	1.1	1.2	0.5	0.8	0.9	0.7	0.9	0.5	0.8	0.9	0.6
3	Y	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.4	0.5	0.4	0.8	0.5	0.6	0.8	0.4	0.7	0.4
4	Y	0.5	0.8	0.7	0.7	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	0.9	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	0.5
5	Y	0.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.8	0.9	0.5	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8
6	Y	0.9	0.7	1.3	1.1	0.9	1.0	0.5	0.7	0.9	1.2	0.6	0.9	0.8	0.5	0.7	0.9
7	Y	1.3	1.4	0.7	0.8	0.9	0.8	0.5	1.5	1.4	1.6	0.7	0.8	1.5	1.4	1.4	0.9
8	Y	2.3	2.0	1.7	1.5	0.8	2.0	1.4	1.5	0.8	0.9	1.5	0.9	0.7	1.4	1.7	1.6
9	Y	0.2	0.5	0.8	0.4	0.9	0.6	0.3	0.5	0.9	1.0	0.3	0.6	0.5	0.2	0.7	0.4
10	Y	0.9	0.3	0.7	0.5	0.7	0.4	0.4	0.6	0.8	0.5	0.3	0.9	0.5	0.9	0.7	0.7
11	Y	0.3	0.9	1.1	1.5	0.9	0.8	1.4	0.5	1.6	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	1.4
12	Y	1.5	1.4	0.7	1.5	0.9	1.8	1.4	1.5	1.4	2.9	2.5	1.9	2.5	2.4	1.7	2.6
13	Y	0.9	0.8	0.7	0.6	0.9	1.8	1.4	1.5	0.7	0.9	0.5	0.8	0.7	1.4	1.7	0.9
14	Y	1.1	1.4	1.7	1.5	0.9	0.8	1.4	1.5	1.2	1.4	0.7	1.1	0.7	0.6	0.9	0.7
15	Y	0.4	0.4	0.7	0.6	0.9	0.8	0.8	0.5	1.3	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9	0.7	0.6
16	Y	0.8	0.7	1.0	0.8	1.2	1.0	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.6	0.7	0.5	1.1	0.8
17	Y	0.5	0.4	0.7	0.5	0.9	0.8	0.4	0.5	0.4	0.9	0.5	0.9	0.5	0.4	0.7	0.6
18	Y	0.9	0.8	1.1	0.7	0.9	0.6	0.8	0.9	0.8	1.3	0.6	1.4	0.8	0.9	1.1	0.7

№ варіанта	Значення фактора X та цільової функції Y																
	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	Y	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.2	0.3	0.1	0.8	0.3	0.7	0.3	0.2	0.5	0.9
20	Y	1.4	1.4	1.7	1.5	0.9	1.8	1.4	1.5	2.4	1.9	2.5	0.9	1.5	1.4	1.7	1.6
21	Y	1.5	1.5	1.8	1.3	0.9	0.8	0.7	1.5	1.4	1.9	1.5	0.3	0.5	0.8	0.9	0.6
22	Y	0.5	0.3	0.6	0.4	0.9	1.0	1.2	1.3	0.4	0.7	0.3	0.8	0.9	1.1	1.2	0.9
23	Y	1.4	1.6	2.0	1.5	1.9	0.8	1.4	1.7	1.2	1.4	1.7	1.1	1.7	0.6	0.9	1.2
24	Y	0.7	0.8	1.7	1.6	0.9	0.6	1.8	1.5	1.3	0.9	1.5	0.9	0.8	0.4	0.9	0.5
25	Y	2.2	2.7	2.0	2.8	2.2	2.0	2.7	2.8	0.9	1.9	1.8	1.6	1.7	0.8	1.1	0.9
26	Y	0.2	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2	0.9	0.6	1.0	1.2	0.7	0.9	0.6	0.5	0.7	1.3
27	Y	1.9	1.8	1.1	0.7	0.9	1.6	1.8	0.9	1.8	1.3	1.6	1.4	1.8	0.9	1.4	1.7
28	Y	2.2	2.4	1.4	0.9	1.7	1.6	2.2	1.3	2.1	1.8	2.3	2.7	2.3	2.2	2.5	2.9
29	Y	1.4	1.6	1.7	1.5	0.9	1.3	1.6	1.2	1.4	1.9	2.0	0.9	1.5	1.4	1.7	1.6
30	Y	1.5	1.2	1.7	1.3	0.9	0.8	0.7	0.5	1.2	1.0	1.2	0.8	0.7	0.8	0.6	0.9

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

Тема Застосування аналітичних методів дослідження. Інтерполяція дослідних даних методом середніх

Мета роботи. Отримати практичні навички інтерполяція дослідних даних методом середніх

2.1.Теоретичні відомості

Підбір емпіричних формул починають з побудови графічної залежності явища, яке вивчається. У випадку, якщо точки розташовані близько до прямої, то можна прийняти рівняння залежності $y = A + B \cdot x$

Для знаходження невідомих коефіцієнтів A і B складається стільки рівнянь типу $y_i = A + B \cdot x_i$, скільки є дослідних точок. Ці рівняння виписуються попарно і для кожної пари за розрахунком знаходяться коефіцієнти A і B , після чого вираховуються середні значення коефіцієнтів A і B на графіку фактичних

2.2. Завдання для індивідуальної роботи

Відобразити дослідні точки та вибрану методом середніх лінійну залежність в системі координат згідно вихідних експериментальних даних приведених в таблиці 1.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Тема. Застосування аналітичних методів дослідження. Інтерполяція дослідних даних методом найменших квадратів.

Мета роботи. Отримати практичні навички інтерполяція дослідних даних методом найменших квадратів.

3.1.Теоретичні відомості

Підбір емпіричних формул починають з побудови графічної залежності явища, яке вивчається. У випадку, якщо точки

розташовані близько до прямої, то можна прийняти рівняння залежності $y = A + B \cdot x$. Коефіцієнти A і B підбирають за умови, що суми квадратів відхилень знайдених значень від дійсних значень мінімальні.

$$\sum (y_i - y_{\text{розрах.}}) = \min$$

де y_i – дійсні (дослідні) значення функції, $y_{\text{розрах.}}$ – розрахункові значення функції (в нашому випадку $y_{\text{розрах.}} = A + B \cdot x_i$).

На практиці, як правило, при визначенні коефіцієнтів з використанням методу найменших квадратів будь-яку емпіричну залежність доцільно привести до лінійного виду. Розглянемо одержання системи нормальних рівнянь для цього випадку.

Потрібно визначити коефіцієнт емпіричної формули:

$$F(X_i, a_i) = a + b \cdot x_i$$

Коефіцієнти регресії b і a можна обчислити за формулами:

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

$$a = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n}$$

3.2. Завдання для індивідуальної роботи

Відобразити дослідні точки та вибрану методом найменших квадратів лінійну залежність в системі координат згідно вихідних експериментальних даних приведених в таблиці 1.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

Тема. Визначення кореляційного зв'язку між досліджуваними факторами.

Мета. Отримати практичні навички дослідження наявності лінійного зв'язку між експериментальними даними.

4.1. Теоретичні відомості.

Кореляція - зв'язок між двома чи декількома досліджуваними явищами. Він може бути детерміністичний чи випадковий (ймовірностей). Перший тип зв'язку визначається строгими закономірностями, звичайно описуваними фізико-хімічними формулами. Другий тип зв'язку тільки передбачається, тому що відсутні теоретичні передумови, що свідчать про наявність такого зв'язку.

При кореляційному аналізі перевіряється лише сам факт зв'язку, тобто статистична гіпотеза про відсутність (чи наявності) зв'язку. Сама природа величин, між якими такий випадковий зв'язок передбачається, дозволяє судити про неї як про імовірнісній. Результат кореляційного аналізу також носить статистичний характер, тому що висновок про наявність чи відсутності зв'язку приймається з якоїсь наперед заданою довірчою імовірністю.

Оскільки, необхідно установити гіпотезу про лінійний зв'язок величин x і y , використовуємо формулу для кількісної оцінки лінійної кореляції.

Вибірковий коефіцієнт парної кореляції, r_{xy} :

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})(y_i - \tilde{y})}{n S_x S_y}$$

$$\sum (x_i - \tilde{x})(y_i - \tilde{y}) = \sum XY - \frac{1}{n} \sum X \sum Y$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left| \sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2 \right|}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left| \sum y^2 - \frac{1}{n} (\sum y)^2 \right|}$$

Чим ближче $|r_{xy}|$ до нуля, тим зв'язок слабший, і чим ближче $|r_{xy}|$ до одиниці, тим зв'язок тісніший.

- a. $r_{xy}=0$ -відсутність зв'язку між x і y
- b. $r_{xy}=+1$ -строгий позитивний зв'язок.
- c. $r_{xy}=-1$ - строгий негативний зв'язок

d. $-1 < r_{xy} < +1$ – випадок, що найчастіше зустрічається, і тут про кореляцію судять лише з точки зору більшої або меншої імовірності.

Щоб перевірити залежність кореляційного коефіцієнта, необхідно порівняти добуток абсолютної величини емпіричного коефіцієнта кореляції і $\sqrt{n-1}$ з його критичними значеннями при заданому ступені надійності висновку P .

$$H = r_{xy} \sqrt{n-1}$$

При інженерних розрахунках рівень довірчості $P = 0.99$ звичайно вважається достатнім ($H_{\text{табл.}} = 1.90$ для рівня довірчості $P = 0.99$).

4.2.Завдання для індивідуальної роботи

Визначити коефіцієнт кореляції за експериментальними даними (дані таблиці №2) та зробити висновок про наявність чи відсутність лінійного зв'язку. Замість крапок підставити порядковий номер студента в журналі.

Таблиця 2

x	1.32	1.54	1,..	1.56	1.67	1,..	1,69	1.77	1,..	1,83
y	40,4	42,8	4,..	43,4	46,8	4,..	48,5	50,4	5,..	55,1

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

Тема. Розподіл частот та його графічне зображення

Мета. Отримати практичні навички розподілу частот експериментального дослідження, побудувати гістограму та криву розподілу.

5.1. Теоретичні відомості.

Багато досліджень починаються як правило зі збору значного цифрового матеріалу, розуміння якого полегшується

систематизацією та представленням вихідних даних у вигляді таблиць і графіків.

У такому вигляді ряд вимірювань великим обсягом мало пристосований, щоб характеризувати досліджуване явище, тому для цього необхідно згрупувати значення 1, ..., N в k груп з інтервалом кожної групи i.

Орієнтовно число груп дорівнює кореню квадратному з об'єму вибірки, яке, однак, не повинно бути менше 5 і більше 20.

Величину інтервалу груп визначають по співвідношенню:

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\text{число груп}} = \frac{R}{k}$$

При, виборі меж груп слід звертати увагу на те, щоб верхня межа групи була менше, ніж нижня межа прилеглої сусідньої групи на ціну поділки, тобто одиницю виміру.

Групують в такий послідовності:

1. Визначають величину варіювання результатів вимірювання, тобто різницю між найбільшим та найменшим значенням ряду вимірів:

2. Встановлюють число груп k і розмір інтервалу групування i = R / k.

3. Готують макет таблиці згрупованого розподілу частот результатів вимірювань (табл.3).

Таблиця 3

Згрупований розподіл частот результатів вимірювань

Групи (інтервали групування)	Частота	Середнє значення групи (групові варіанти)

У першій колонці записують інтервал груп (групи), а в другій – число результатів вимірювань, що входять в даний інтервал, тобто частоту f.

4. Підраховують число даних, відповідних за своїм значенням кожному інтервалу угруповання, і результати записують у відповідні графі таблиці. Зазначений в таблиці ряд пар чисел становить емпіричний розподіл частот – розподіл частот f за значеннями X_i

Сума частот дорівнює обсягу сукупності $\sum f = n$.

Візуальне уявлення про розподіл частот буде більш наочним при графічному зображенні даних.

Графічне зображення варіаційного ряду називається кривою розподілу, або варіаційною кривою. Для побудови кривої розподілу на горизонтальній лінії (вісь абсцис) наносять значення інтервалу групування, а по вертикалі (вісь ординат) - частоту f .

Тенденція значень признака групується навколо центру частот, статистичною характеристикою якої є середня арифметична $\bar{X}$, яка називається центральною тенденцією.

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

Важливою статистичною характеристикою емпіричних розподілів є стандартне відхилення S - міра окремих спостережень навколо середнього значення признаку.

Квадрат стандартного відхилення S^2 називається дисперсією.

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}$$

Розмірність дисперсії дорівнює квадрату розмірності признаку, який вивчається, що незручно і потребує введення для вимірювання розбіжності іншу характеристику, яка має розмірність величини, що варіює і має назву стандартного або середнього квадратичного відхилення.

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

Середнє арифметичне та стандартне відхилення є основними статистичними характеристиками, при допомозі яких задається емпіричний розподіл частот.

5.2.Завдання для індивідуальної роботи

В результаті вимірювання загальної кількості деградованих земель в (га) були отримані наступні дані (для варіантів даних додати порядковий номер студента в журналі):

90	109	99	100	115	68	70	72	73	70
76	82	80	68	69	74	75	69	80	79
79	84	84	108	83	84	99	98	102	101
45	59	60	63	78	87	94	91	88	90
72	68	80	81	84	77	79	81	84	76
70	67	100	103	69	72	74	66	67	72
79	78	83	92	93	81	82	86	89	93
77	76	88	89	94	82	80	81	77	80
92	91	76	79	73	84	79	84	79	84
89	85	93	90	79	83	91	87	89	94

Провести розподілу частот експериментального дослідження, побудувати гістограму та варіаційну криву.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Тема. Оформлення бібліографічного опису у списку використаних джерел.

Мета. Отримати практичні навички оформлення бібліографічного опису у списку використаних джерел при виконанні звіту з наукового дослідження.

6.1. Теоретичні відомості.

Мета дослідження – це предмет прагнення дослідника, який описується у вигляді переліку необхідних наукових результатів.

Формулювання мети повинне містити об'єкт і предмет наукового дослідження (НД). Крім того мета має містити уточнююче та конкретизуюче тему НД закінчення.

Об'єкт дослідження – це явище (предмет або процес), яке породжує проблемну ситуацію і внаслідок цього вибрано для вивчення в ході НД.

Предмет дослідження – це та сторона або складова частина об'єкта дослідження, яка розглядається в даному НД.

Об'єкт і предмет дослідження співвідносяться між собою як загальне і приватне. В об'єкті виділяється та частина, яка служить предметом дослідження. Після визначення наукових елементів дослідження, відповідно поставлених у ньому задач, здійснюється вибір *методів* їх вирішення. Інструментом організації НД є його *робочий план*, який має містити зміст етапів НД, час та засоби, необхідні для їхнього виконання.

Табл.4

Приклади оформлення бібліографічного опису у списку
використаних джерел
відповідно до ДСТУ 8302:2015)

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги: Один автор	Турута О. В. Правознавство : навч. посіб. Харків, 2016. 128 с.
Два автори	Кобилін О. А., Творошенко І. С. Методи цифрової обробки зображень : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2021. 124 с. URL: https://doi.org/10.30837/978-966-659-295-1 . (дата звернення: 10.01.2024)
Три автори	Денисенко М. П., Догмачов В. М., Кабанов В. Г. Кредитування та ризики : навч. посіб. 2-ге вид., доп. Київ, 2010. 213 с.
Чотири автори	Odersky M., Spoon L., Venners B. Programming in Scala. 3rd edition. Walnut Creek : Artima Press, 2017. 837 p.
П'ять і більше авторів	Методи, моделі та інформаційні технології оцінювання станів складних об'єктів : моногр. / Є. І. Кучеренко та ін. Харків, 2012. 276 с. або Кучеренко Є. І., Кучеренко В. Є., Глушенкова І. С., Творошенко І. С. Методи, моделі та

Характеристика джерела	Приклад оформлення
	інформаційні технології оцінювання станів складних об'єктів : моногр. Харків, 2012. 276 с.
Без автора	Національна книга пам'яті жертв Голодомору 1932–1933 років в Україні. Харківська область / авт. кол. та упоряд. : Л. Б. Ровчак, І. В. Шуйський, Н. В. Лапчинська та ін. Харків, 2018. 1024 с. Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data / editors : Mashtalir V., Ruban I., Levashenko V. 2020. 274 p.
Багатотомне видання, окремий том	Мачехін Ю. П., Гнатенко О. С. Лазерні, оптико-електронні прилади та системи : моногр. : Ч. 2. : Параметри лазерного випромінювання. Харків, 2021. 145 с.
Статті з журналів	Бондаренко М., Макаренко А. Методика розробки механізму рефлексії для об'єктно-орієнтованого програмування в C++ // Новий колегіум. 2016. №1. С. 57–60. або Бондаренко М., Макаренко А. Методика розробки механізму рефлексії для об'єктно-орієнтованого програмування в C++. <i>Новий колегіум</i> . 2016. №1. С. 57–60. Bilash O. M., Zholudov Yu. T., Rozhitskii M. M. Electrochemiluminescent detection of labile radical intermediates of electrochemical reactions // Journal of Solid State Electrochemistry. 2011. Vol. 15. P. 2127–2131. або Bilash O. M., Zholudov Yu. T., Rozhitskii M. M. Electrochemiluminescent detection of labile radical intermediates of electrochemical reactions. <i>Journal of Solid State Electrochemistry</i> . 2011. Vol. 15. P. 2127–2131. Vakula A. Temperature dependent microwave

Характеристика джерела	Приклад оформлення
	properties of Fe₃O₄ nanoparticles synthesized by various techniques // <i>Telecommunications and Radio Engineering</i>. 2016. Vol. 75, No 3. P. 229–234. або Vakula A. Temperature dependent microwave properties of Fe₃O₄ nanoparticles synthesized by various techniques. <i>Telecommunications and Radio Engineering</i>. 2016. Vol. 75, No 3. P. 229–234.
Збірники наукових праць:	Збірник наукових праць Військового інституту телекомунікацій та інформатизації. Вип. № 4. / М-во Оборони України, Військ. ін-т телекомунікацій та інформатизації ; редкол. : В. А. Романюк (голов. ред.) та ін. Київ, 2017. 146 с.
Матеріали конференцій	Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті. Т. 1 : Конференція "Електронна, лазерна та біотехнічна інженерія" : матеріали 22-го Міжнар. молодіж. форуму, 17–19 квіт. 2018 р. / М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіoeлектроніки. Харків, 2018. 172 с.
Статті зі збірників, матеріалів конференцій, семінарів (тези доповідей, доповіді) та ін.	Галайченко Е. Н., Рожицький Н. Н Використання наночастиць у медицині // Радіофізика та електроніка : збірник тез доповідей VII Харків. конф. молодих науковців (12–14 грудня 2007 р.). Харків, 2007. С. 19. або Галайченко Е. Н., Рожицький Н. Н Використання наночастиць у медицині. <i>Радіофізика та електроніка</i> : збірник тез доповідей VII Харків. конф. молодих науковців (12–14 грудня 2007 р.). Харків, 2007. С. 19. Глушко Я. О. Комп'ютерна криміналістика як частина реагування на інциденти інформаційної безпеки // Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті : матеріали 20-го Ювілейного Міжнар. молодіж. форуму, 19–21 квіт. 2016 р. Харків, 2016.

Характеристика джерела	Приклад оформлення
	Т. 4. С. 76–77. або Глушко Я. О. Комп'ютерна криміналістика як частина реагування на інциденти інформаційної безпеки. <i>Радіoeлектроніка та молодь у XXI столітті</i> : матеріали 20-го Ювілейного Міжнар. молодіж. форуму, 19– 21 квіт. 2016 р. Харків, 2016. Т. 4. С. 76–77. Андронов В. А., Калугін В. Д., Левтеров О. А., Тютюник В. В. Науково-технічні основи синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій різного характеру за основними характеристиками технічних засобів реєстрації факторів небезпек // Прикладная радиоэлектроника. 2016. Т. 15, №4. С. 327–333. або Андронов В. А., Калугін В. Д., Левтеров О. А., Тютюник В. В. Науковотехнічні основи синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій різного характеру за основними характеристиками технічних засобів реєстрації факторів небезпек. <i>Прикладная радиоэлектроника</i>. 2016. Т. 15, №4. С. 327–333. або Науково-технічні основи синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій різного характеру за основними характеристиками технічних засобів реєстрації факторів небезпек / В. А. Андронов та ін. // Прикладная радиоэлектроника. 2016. Т. 15, №4. С. 327–333. або Науково-технічні основи синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій різного характеру за основними характеристиками технічних засобів реєстрації факторів небезпек / В.

Характеристика джерела	Приклад оформлення
	А. Андронов та ін. <i>Прикладная радиоэлектроника</i> . 2016. Т. 15, №4. С. 327–333.
Офіційні матеріали:	Господарський кодекс України : чинне законодавство зі змінами та доп. станом на 11 черв. 2018 р. (відповідає офіц. текстові). Київ : Центр учбової літератури, 2018. 152 с. Про радіочастотний ресурс України : закон України від 1 черв. 2000 р. № 1770-III // Офіційний вісник України. 2000. № 26. С. 5. або Про радіочастотний ресурс України : закон України від 1 черв. 2000 р. № 1770-III. <i>Офіційний вісник України</i>. 2000. № 26. С. 5. Про затвердження Вимог до оформлення дисертації : наказ Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 // Офіційний вісник України. 2017. № 20. С. 136–141. або Про затвердження Вимог до оформлення дисертації : наказ Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40. <i>Офіційний вісник України</i>. 2017. № 20. С. 136–141. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : станом на 01.01.2020 / ВР України // ЛІГА: ЗАКОН. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/Z960254K.html (дата звернення: 17.12.2023). або Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : станом на 01.01.2020 / ВР України. <i>ЛІГА: ЗАКОН</i>. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/Z960254K.html (дата звернення: 17.12.2023).

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Неопубліковані документи:	Кузьмінов Б. П. Хімічна небезпека у сучасному поліграфічному виробництві як гігієнічна проблема : дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01. Львів, 2006. 373 с. Солодовніков А. С. Інформаційна технологія синтезу програмної архітектури на основі графової моделі : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06. Харків, 2017. 22 с. Новітні концепція та метод побудови високочутливої нанотехнологічної сенсорної системи контролю та функціональної діагностики біооб'єктів : звіт про НДР (заключ.) / кер. М. М. Рожицький. Харків : ХНУРЕ, 2012. 340 с.
Електронні ресурси:	Міністерство освіти і науки України : вебсайт. URL: https://mon.gov.ua/ (дата звернення: 10.01.2024). Про схвалення Концепції єдиної інформаційно-комунікаційної платформи : рішення НКРЗІ від 24 січ. 2013 р. № 34. URL: http://document.ua/pro-shvalennja-koncepciyi-edinoyi-informaciinokomunikaciino-doc130432.html (дата звернення: 05.12.2022). Дистанційний курс «Тестування та діагностика комп'ютерних систем та мереж» / упоряд. Шкіль О. С. Харків, 2010. URL: http://openarchive.nure.ua/handle/123456789/2810 (дата звернення: 10.03.2016). Нові українські журнали в Scopus 2019 // Пан Бібліотекар : блог про бібліотечну справу та інформаційні технології. URL: https://www.бібліотекар.укр/2020/01/scopus-

Характеристика джерела	Приклад оформлення
	2019.html (дата звернення: 11.07.2023). або Нові українські журнали в Scopus 2019. Пан Бібліотекар : блог про бібліотечну справу та інформаційні технології. URL: https://www.бібліотекар.укр/2020/01/scopus-2019.html (дата звернення: 11.07.2023). Визначення індексу УДК. Послуги НБ ХНУРЕ // YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?v=piMx4tujUFs (дата звернення: 10.01.2024). або Визначення індексу УДК. Послуги НБ ХНУРЕ. YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?v=piMx4tujUFs (дата звернення: 10.01.2024).

6.2. Завдання для індивідуальної роботи

1. Обрати тему навчальної науково-дослідної роботи.
2. Обґрунтувати актуальність обраної теми.
3. Сформулювати мету та завдання дослідження.
4. Виявити предмет, об'єкт дослідження.
5. Обрати можливі методи дослідження.
6. Сформулювати очікувану наукову новизну результатів.
7. Обґрунтувати практичну значимість очікуваних результатів.
8. Розробити структуру наукового дослідження (план і методику) за обраною тематикою навчальної науково-дослідної роботи.
9. Оформити список використаних інформаційних джерел (обсягом 15-20) до оглядового розділу відповідно до вимог та зразків, наведених у табл. 4.

6.3. Теми наукового дослідження

1. Методичні аспекти встановлення вартості майнових прав при передачі в оренду земельних ділянок.

2. Проект геодезичної основи для кадастрового знімання земель Верховської сільської ради Рівненського району Рівненської області.
3. Аналіз можливостей та перспективи використання технології доповненої реальності.
4. Територіальне формування землекористувань з врахуванням структур природних ландшафтів (на прикладі _____ району _____ області).
5. Перспективи використання земельно-ресурсного потенціалу громад на прикладі території села.
6. Методологічні аспекти підготовки, узгодження та оновлення розрізаних геоданих сільських рад для подальшої інтеграції в єдину систему для потреб об'єднаних територіальних громад.
7. Уніфікація підходів до інвентаризації земель сільських рад, як передумова створення єдиної інформаційної системи об'єднаних територіальних громад.
8. Нормативно-правове регулювання адміністрування сільськогосподарських земель.
9. Організація територій на основі еколого-ландшафтного підходу у межах _____ району _____ області.
10. Експертна грошова оцінка земельних ділянок на основі економіко-статистичного моделювання.
11. Методичні підходи до автоматизації формування землевпорядної документації у програмному забезпеченні Digitals.
12. Створення будівельної інформаційної моделі (BIM) за даними знімання безпілотними літальними апаратами.
13. Аналіз результатів геодезичного моніторингу з використанням геоінформаційних технологій.
14. Методичні підходи до створення тривимірних моделей за фотозображеннями.
15. Концепція підвищення туристичної привабливості міста з використанням геоінформаційного моделювання.
16. Геоінформаційне забезпечення екологічного моніторингу акваторії Чорного моря.
17. Прогнозування врожайності озимих зернових культур на території _____ району _____ області за допомогою геоінформаційних технологій.

18. Особливості формування землекористувань з врахуванням небезпечних екзогенних геологічних процесів на території Карпатського регіону.
19. Контроль використання земель сільськогосподарського призначення на основі даних супутникових зніманих.
20. Інформаційне забезпечення використання сільськогосподарських земель.
21. Методичні підходи до створення геодезичного обґрунтування для кадастрових цілей.
22. Методичні основи геоінформаційного моніторингу осушувальних земель _____ області.
23. Методичні аспекти створення інтерактивного картографічного сервісу для потреб територіальної громади.
24. Моделювання міграції важких металів та радіонуклідів в ґрунтах схилових геокмплексів.
25. Використання програмного забезпечення Digitala для потреб об'єднаних територіальних громад.
26. Управління деградованими землями та малопродуктивними угіддями _____ району _____ області.
27. Системний підхід до боротьби з опустелюванням та деградацією земель в Україні.
28. Особливості формування землекористувань з врахуванням небезпечних екзогенних геологічних процесів на території Карпатського регіону.
29. Методологічні засади раціонального використання та охорони деградованих сільськогосподарських земель.
30. Методичні аспекти грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення.
31. Геоінформаційне моделювання розвитку гідроморфологічних процесів на р. Боржава для випадку будівництва каскаду ГЕС.
32. Просторовий аналіз зон затоплення в межах смт. Рокитне від паводків на р. Бунів.
33. Методичні підходи до використання та охорони земель на території _____ ради _____ району _____ області.
34. Еколого-ландшафтний підхід до використання та охорони земельних ресурсів.
35. Розробка схеми землеустрою та техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель на території.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

Тема. Наукова стаття і матеріали наукової доповіді.

Мета. Отримати практичні навички збору матеріалів та написання наукової статті та тез наукової доповіді.

7.1. Теоретичні відомості.

Стаття – це результати дослідження конкретного питання, що мають певне наукове й практичне значення, розміщене в науковому журналі чи збірнику. Наукові статті до дисертацій обов'язково публікуються у виданнях, перелік яких затверджений ВАК України. Основними структурними елементами статті є: вступ, аналіз останніх досліджень, формулювання мети, виклад змісту дослідження, висновки, бібліографічний список та анотації.

Вступ – постановка наукової проблеми, її актуальність, зв'язок з найважливішими завданнями науки та (або) соціально-економічної сфери, значення для розвитку певної галузі науки або практичної діяльності (5–10 рядків).

Вступ має включати:

- визначення наукової гіпотези;
- докладне пояснення причин, за якими було розпочато дослідження;
- розкриття рівня актуальності даної теми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій розкриває існуючі погляди на проблему, на які спирається автор; виділення невирішених питань у межах проблеми (0,5–2 сторінки). Формулювання мети статті (постановка завдання) передбачає визначення головної ідеї даної публікації, яка суттєво відрізняється від існуючих, доповнює або поглиблює вже відомі підходи.

Виклад змісту власного дослідження – це основна частина статті. У ній висвітлюються основні положення й результати наукового дослідження, особисті ідеї, думки, отримані наукові факти, виявлені закономірності, зв'язки, тенденції, програма експерименту, методика отримання та аналіз фактичного матеріалу, особистий внесок автора (5–8 сторінок).

Висновки містять основні узагальнення автора, зміст результатів дослідження і рекомендацій, їхнє значення для теорії й практики, суспільну значущість, підтвердження гіпотези (третина сторінки).

Бібліографічний список цитованої літератури – це упорядковані бібліографічні описи тих джерел і літератури, на які є посилання у тексті статті. Анотації додаються до статей українською, російською та англійською мовами.

Тези доповідей, матеріали наукової конференції – це неперіодичні збірники доповідей, рекомендацій та рішень. При видавничому оформленні наукових видань враховуються вимоги до вихідних відомостей, вихідних і випускних даних. Вихідні відомості – це відомості про авторів, назва видання, підзаголовні й надзаголовні дані, нумерація, вихідні дані, індекси УДК або ББК, міжнародний стандартний номер книги тощо.

Підготовку тез наукової доповіді здійснюють у відповідності до їх призначення і вимог. Тези доповіді – це опубліковані до початку наукової конференції (з'їзду, симпозіуму) матеріали попереднього характеру, де викладено основні аспекти наукової доповіді. Тези фіксують науковий пріоритет автора й містять матеріали, які відсутні в інших публікаціях. Рекомендований обсяг тез наукової доповіді – становить дві-три сторінки машинописного тексту через 1 – 1,5 інтервали. Обсяг тез може бути обмежений правилами публікації конференції, на яку їх направляють.

Структура змісту тез наукової доповіді: теза – обґрунтування – доказ – аргумент – результат – перспективи.

Обов'язковий елемент оформлення тез – назва доповіді та відомості про автора. Приклад правил оформлення:

- у правому верхньому куті розміщують прізвище автора та його ініціали; за необхідності вказують відомості про автора (студент, аспірант, викладач, місце роботи або навчання);

- назва тез доповіді, яка стисло відбиває головну ідею, думку, положення (п'ять-сім слів), з нового рядка.

Кількість посилань на джерела в тезах, як правило обмежується. Цитати в тезах використовуються рідко. Дозволяється включати цифровий, фактичний матеріал та необхідні графіки.

Формулювання кожної тези починається з нового рядка.

Кожна теза містить самостійну думку, що висловлюється в одному або кількох реченнях. Виклад суті ідеї чи положення здійснюється без наведення конкретних прикладів.

Виступаючи на науковій конференції (з'їзді, симпозіумі), можна послатися на опубліковані тези доповіді і зупинитися на одній з основних (дискусійних) тез. Тези засвідчують апробацію результатів наукового дослідження.

Виклад суті доповіді в тезах здійснюють у послідовності:

- актуальність проблеми;
- стан розробки проблеми (перелічуються вчені, які зверталися до розробки цієї проблеми);
- наявність проблемної ситуації (необхідність її вивчення, удосконалення та сучасний стан);
- основна ідея та методи дослідження;
- основні результати та висновки дослідження, їхнє значення для розвитку теорії та/або практики.

9.2. Завдання для індивідуальної роботи

1. Розробити план наукової статті з описом результатів дослідження за темою навчальної науково-дослідної роботи.

2. Розробити план наукової доповіді з описом результатів наукового дослідження.

3. Підготувати ілюстративний матеріал – макети плакатів та електронну презентацію з описом результатів наукового дослідження.

PRACTICAL WORK №1

Topic: Application of Analytical Research Methods. Interpolation of Experimental Data Using the Method of Selected Points

Objective: To acquire practical skills in interpolating experimental data using the method of selected points.

1.1 Theoretical Information

The selection of empirical formulas begins with constructing a graphical representation of the phenomenon under study. If the points are close to a straight line, the dependency equation $y = A + B \cdot x$ can be used.

To find the unknown coefficients A and B, a line is drawn on the graph of the actual values such that all points are positioned as symmetrically as possible with respect to this line. Two points, sufficiently distant from each other with coordinates (X_1, Y_1) and (X_2, Y_2) are marked on the graph.

The equations $y_1 = A + B \cdot x_1$ and $y_2 = A + B \cdot x_2$ are then formed and solved to find the coefficients A and B.

In many cases, for more accurate interpolation of experimental data using the method of selected points, several lines are drawn, and for each, the coefficients A and B are calculated along with the sums of squared differences $\sum_{i=1} (y_i - A - B \cdot x_i)^2$.

The line with the smallest value of this sum is taken as the primary line.

1.2 Task for Individual Work

Plot the experimental points and the linear dependency obtained using the method of selected points in a coordinate system according to the initial experimental data provided in Table 5.

Table 5

№ version	The value of the X factor and the objective function Y																
	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Y	0.5	0.4	0.7	0.5	0.9	0.8	0.4	0.5	0.4	0.9	0.5	0.9	0.5	0.4	0.7	0.6
2	Y	0.5	0.5	0.7	0.6	0.9	1.1	1.2	0.5	0.8	0.9	0.7	0.9	0.5	0.8	0.9	0.6
3	Y	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.4	0.5	0.4	0.8	0.5	0.6	0.8	0.4	0.7	0.4
4	Y	0.5	0.8	0.7	0.7	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	0.9	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	0.5
5	Y	0.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.8	0.9	0.5	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8
6	Y	0.9	0.7	1.3	1.1	0.9	1.0	0.5	0.7	0.9	1.2	0.6	0.9	0.8	0.5	0.7	0.9
7	Y	1.3	1.4	0.7	0.8	0.9	0.8	0.5	1.5	1.4	1.6	0.7	0.8	1.5	1.4	1.4	0.9
8	Y	2.3	2.0	1.7	1.5	0.8	2.0	1.4	1.5	0.8	0.9	1.5	0.9	0.7	1.4	1.7	1.6
9	Y	0.2	0.5	0.8	0.4	0.9	0.6	0.3	0.5	0.9	1.0	0.3	0.6	0.5	0.2	0.7	0.4
10	Y	0.9	0.3	0.7	0.5	0.7	0.4	0.4	0.6	0.8	0.5	0.3	0.9	0.5	0.9	0.7	0.7
11	Y	0.3	0.9	1.1	1.5	0.9	0.8	1.4	0.5	1.6	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	1.4
12	Y	1.5	1.4	0.7	1.5	0.9	1.8	1.4	1.5	1.4	2.9	2.5	1.9	2.5	2.4	1.7	2.6
13	Y	0.9	0.8	0.7	0.6	0.9	1.8	1.4	1.5	0.7	0.9	0.5	0.8	0.7	1.4	1.7	0.9
14	Y	1.1	1.4	1.7	1.5	0.9	0.8	1.4	1.5	1.2	1.4	0.7	1.1	0.7	0.6	0.9	0.7
15	Y	0.4	0.4	0.7	0.6	0.9	0.8	0.8	0.5	1.3	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9	0.7	0.6
16	Y	0.8	0.7	1.0	0.8	1.2	1.0	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.6	0.7	0.5	1.1	0.8
17	Y	0.5	0.4	0.7	0.5	0.9	0.8	0.4	0.5	0.4	0.9	0.5	0.9	0.5	0.4	0.7	0.6
18	Y	0.9	0.8	1.1	0.7	0.9	0.6	0.8	0.9	0.8	1.3	0.6	1.4	0.8	0.9	1.1	0.7

№ version	The value of the X factor and the objective function Y																
	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	Y	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.2	0.3	0.1	0.8	0.3	0.7	0.3	0.2	0.5	0.9
20	Y	1.4	1.4	1.7	1.5	0.9	1.8	1.4	1.5	2.4	1.9	2.5	0.9	1.5	1.4	1.7	1.6
21	Y	1.5	1.5	1.8	1.3	0.9	0.8	0.7	1.5	1.4	1.9	1.5	0.3	0.5	0.8	0.9	0.6
22	Y	0.5	0.3	0.6	0.4	0.9	1.0	1.2	1.3	0.4	0.7	0.3	0.8	0.9	1.1	1.2	0.9
23	Y	1.4	1.6	2.0	1.5	1.9	0.8	1.4	1.7	1.2	1.4	1.7	1.1	1.7	0.6	0.9	1.2
24	Y	0.7	0.8	1.7	1.6	0.9	0.6	1.8	1.5	1.3	0.9	1.5	0.9	0.8	0.4	0.9	0.5
25	Y	2.2	2.7	2.0	2.8	2.2	2.0	2.7	2.8	0.9	1.9	1.8	1.6	1.7	0.8	1.1	0.9
26	Y	0.2	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2	0.9	0.6	1.0	1.2	0.7	0.9	0.6	0.5	0.7	1.3
27	Y	1.9	1.8	1.1	0.7	0.9	1.6	1.8	0.9	1.8	1.3	1.6	1.4	1.8	0.9	1.4	1.7
28	Y	2.2	2.4	1.4	0.9	1.7	1.6	2.2	1.3	2.1	1.8	2.3	2.7	2.3	2.2	2.5	2.9
29	Y	1.4	1.6	1.7	1.5	0.9	1.3	1.6	1.2	1.4	1.9	2.0	0.9	1.5	1.4	1.7	1.6
30	Y	1.5	1.2	1.7	1.3	0.9	0.8	0.7	0.5	1.2	1.0	1.2	0.8	0.7	0.8	0.6	0.9

PRACTICAL WORK №2

Topic: Application of Analytical Research Methods. Interpolation of Experimental Data Using the Method of Averages

Objective: To acquire practical skills in interpolating experimental data using the method of averages.

2.1 Theoretical Information

The selection of empirical formulas begins with constructing a graphical representation of the phenomenon under study. If the points are close to a straight line, the dependency equation $y = A + B \cdot x$ can be used.

To find the unknown coefficients A and B, as many equations of the form $y_i = A + B \cdot x_i$ are written as there are experimental points. These equations are written in pairs, and for each pair, the coefficients A and B are calculated. The average values of the coefficients A and B are then determined.

2.2 Task for Individual Work

Plot the experimental points and the linear dependency obtained using the method of averages in a coordinate system according to the initial experimental data provided in Table 5.

PRACTICAL WORK №3

Topic: Application of Analytical Research Methods. Interpolation of Experimental Data Using the Least Squares Method.

Objective: To acquire practical skills in interpolating experimental data using the least squares method.

3.1 Theoretical Information

The selection of empirical formulas begins with constructing a graphical representation of the phenomenon under study. If the points are close to a straight line, the dependency equation $y = A + B \cdot x$ can be used.

The coefficients A and B are chosen such that the sum of the squares of the deviations of the calculated values from the actual values is minimized:

$$\sum (y_i - y_{\text{interp}}) = \min '$$

where y_i are the actual (experimental) values of the function; y_{calc} are the calculated values of the function (in our case,

$$y_{\text{interp}} = A + B \cdot x_i$$

In practice, when determining coefficients using the least squares method, it is usually advisable to convert any empirical dependency into a linear form. We consider obtaining the system of normal equations for this case.

The coefficient of the empirical formula is defined as:

$$F(X_i, a_i) = a + b \cdot x_i$$

The regression coefficients bbb and aaa can be computed using the formulas:

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

$$a = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n}$$

3.2 Task for Individual Work

Plot the experimental points and the linear dependency obtained using the least squares method in a coordinate system according to the initial experimental data provided in Table 5

PRACTICAL WORK №4

Topic: Determining Correlation Between Investigated Factors.

Objective: To gain practical skills in investigating the presence of a linear relationship between experimental data.

4.1 Theoretical Information

Correlation refers to the relationship between two or more phenomena under investigation. It can be deterministic or probabilistic. The first type of relationship is defined by strict regularities, usually described by physical or chemical formulas. The second type is only presumed because there are no theoretical grounds confirming the existence of such a relationship.

In correlation analysis, only the presence or absence of a relationship is tested, meaning the statistical hypothesis about the presence or absence of a correlation. The nature of the variables between which such a probabilistic relationship is assumed allows us to consider it probabilistically. The result of correlation analysis is also statistical because the conclusion about the presence or absence of a relationship is made with a predetermined level of confidence.

To establish a hypothesis about the linear relationship between variables x and y , the formula for quantitative assessment of linear correlation is used.

The sample coefficient of pairwise correlation, r_{xy} :

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})(y_i - \tilde{y})}{nS_x S_y}$$

$$\sum (x_i - \tilde{x})(y_i - \tilde{y}) = \sum XY - \frac{1}{n} \sum X \sum Y$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left| \sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2 \right|}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left| \sum y^2 - \frac{1}{n} (\sum y)^2 \right|}$$

Where r_{xy} is interpreted as follows:

- $r_{xy}=0$ - No correlation between x and y
- $r_{xy}=+1$ - Perfect positive correlation.
- $r_{xy}=-1$ - Perfect negative correlation
- $-1 < r_{xy} < +1$ – The most common case, where correlation is judged in terms of greater or lesser likelihood..

To test the significance of the correlation coefficient, compare the product of the absolute value of the empirical correlation coefficient $\sqrt{n-1}$ and its critical values for a given level of confidence P:

$$H = r_{xy} \sqrt{n-1}$$

In engineering calculations, a confidence level $P = 0.99$ is typically considered sufficient ($H_{табл.} = 1.90$ for confidence level $P=0.99$)

4.2 Task for Individual Work

Determine the correlation coefficient based on the experimental data (refer to Table 2) and make a conclusion about the presence or absence of a linear relationship. Substitute the student's ordinal number in place of the dots in the journal.

Table 6

x	1.32	1.54	1,..	1.56	1.67	1,..	1,69	1.77	1,..	1,83
y	40,4	42,8	4,..	43,4	46,8	4,..	48,5	50,4	5,..	55,1

PRACTICAL WORK №5

Topic: Frequency Distribution and Its Graphical Representation

Objective: To gain practical skills in frequency distribution of experimental data, build a histogram, and plot the distribution curve.

5.1 Theoretical Information

Many studies typically begin with the collection of a significant amount of numerical data, the understanding of which is facilitated by systematizing and presenting the raw data in the form of tables and graphs.

In this format, a large volume of measurements is poorly suited to characterize the studied phenomenon, so it is necessary to group the values 1, ..., N into k groups with each group interval i.

The number of groups is approximately equal to the square root of the sample size, but it should not be less than 5 and more than 20.

The size of the group interval is determined by the formula:.

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\text{число групп}} = \frac{R}{k}$$

When choosing the group boundaries, ensure that the upper boundary of a group is less than the lower boundary of the adjacent neighboring group by the unit of measurement.

The grouping process follows these steps:

1. Determine the range of measurement results, i.e., the difference between the largest and smallest values in the measurement series.

2. Establish the number of groups k and the size of the grouping interval $i = R / k$.

3. Prepare a layout for the frequency distribution table of the measurement results (Table 7).

Table 7

Grouped Frequency Distribution of Measurement Results

Groups (Grouping Intervals)	Frequency	Mean Value of the Group (Grouped Variants)

In the first column, record the group interval (groups), and in the second column, the number of measurement results within that interval, i.e., the frequency f .

4. Count the number of data points corresponding to each grouping interval and record the results in the respective columns of the table. The series of number pairs listed in the table represents the empirical frequency distribution—the frequency distribution f with respect to the values X_i .

The sum of frequencies equals the sample size $\sum f = n$.

A visual representation of the frequency distribution will be clearer with a graphical depiction of the data.

The graphical representation of the variation series is called the distribution curve or variation curve. To construct the distribution curve, plot the grouping interval values on the horizontal axis (x-axis) and the frequency f on the vertical axis (y-axis).

The tendency of the values of the characteristic is grouped around the center of frequencies, which is statistically

characterized by the arithmetic mean $\bar{x}$, known as the central tendency.

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

An important statistical characteristic of empirical distributions is the standard deviation S —a measure of the dispersion of individual observations around the mean value of the characteristic.

The square of the standard deviation S^2 is called the variance.

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}$$

The dimension of variance is equal to the square of the dimension of the studied characteristic, which is inconvenient and requires introducing another measure of dispersion, known as the standard deviation or mean squared deviation.

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

The arithmetic mean and standard deviation are the main statistical characteristics used to define the empirical frequency distribution.

5.2 Task for Individual Work

Based on the measurements of the total area of degraded land (in hectares), the following data were obtained (for data variants, add the student's ordinal number in the journal):

90	109	99	100	115	68	70	72	73	70
76	82	80	68	69	74	75	69	80	79
79	84	84	108	83	84	99	98	102	101
45	59	60	63	78	87	94	91	88	90
72	68	80	81	84	77	79	81	84	76
70	67	100	103	69	72	74	66	67	72
79	78	83	92	93	81	82	86	89	93
77	76	88	89	94	82	80	81	77	80
92	91	76	79	73	84	79	84	79	84
89	85	93	90	79	83	91	87	89	94

Perform the frequency distribution of the experimental research, build a histogram, and plot the variation curve.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Демидов В. К. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 236 с. URL: <http://surl.li/rvdo>
2. Колесников О. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Вид. 2-ге, виправ. та допов. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 143 с. URL: <http://surl.li/lugvc>
3. Юринець В. Є. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2011. 179с. URL: <http://surl.li/bigte>
4. Данильян О.Г., Дзьобань О.П. Методологія наукових досліджень : підруч. Харків : Право, 2019. 368 с. URL: https://library.nlu.edu.ua/POLN_TEXT/SENMK/OMND.pdf
5. Методологія наукових досліджень у галузі: практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Н. І. Бурау, В. С. Антонюк, Д. О. Півторак. КІП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 58 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45871/1/Metod_doslid.pdf
7. Важинський С. Е., Щербак Т. І., Методика та організація наукових досліджень : навч. посіб. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с. URL: <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/gornostal/vajinskii%20posibnyk.pdf>
8. Гончарук Т. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Тернопіль : Тернопіль, 2014. 278 с. URL: <http://surl.li/luggc>
10. Про вищу освіту : Закон України від 01 лип. 2014 р. № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення: 28.08.2025).
11. Про інформацію : Закон України від 02 жовт. 1992 р. № 2657-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text> (дата звернення: 31.08.2025).

12. Про наукову і науково-технічну діяльність : Закон України від 26 лист. 2015 р. № 848-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення: 28.08.2025).
13. Про наукову і науково-технічну експертизу : Закон України від 10 лют. 1995 р. № 51/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення: 28.08.2025).
14. Про авторське право і суміжні права : Закон України від 15 лист. 2024 р. № 2811-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20#n855> (дата звернення: 31.08.2025) .
15. Про додаткові заходи щодо забезпечення розвитку наукової сфери : Указ Президента України від 16 трав. 2008 р. № 499/2004. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444/2008#Text> (дата звернення: 31.08.2025) .
16. Про затвердження «Положення про атестаційну колегію Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України» : Наказ МОНмолодьспорту України від 14 верес. 2011 р. № 1059. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0460-22#Text> (дата звернення: 31.08.2025) .
17. Про затвердження Переліку наукових спеціальностей : Наказ МОНмолодьспорту України від 30 верес. 2011 р. № 1133/19871. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1133-11#Text> (дата звернення: 31.08.2025) .
6. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання від 01 лип. 2016 р. ДСТУ 8302:2015 URL: https://kubg.edu.ua/images/stories/podii/2017/06_21_po_sylannia/dstu_8302.pdf (дата звернення: 31.08.2025).