

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Критерій узгодженості Пірсона. Побудова кривої Гаусса.

Ціль: 1) Навчитися застосовувати **Пакет аналіза** для побудови інтервального ряду розподілу.

2) Вивчити синтаксис математичної функції **ОКРУГЛВВЕРХ** і статистичних функцій **СРЗНАЧ**, **СТАНДОТКЛОН**, **НОРМРАСП**, **ХИ2ОБР**, **СЧЕТ**.

3) Навчитися застосовувати критерій узгодженості χ^2 – Пірсона для перевірки гіпотези про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону розподілу випадкової величини.

4) Навчитися будувати графік кривої Гаусса.

Час: 2 год.

3.1 Виконання роботи

- Представити викладачеві виконане завдання для самопідготовки в п.3.2.
- Вивчити теоретичні відомості.
- Проробити контрольний приклад.
- Виконати самостійну роботу.

3.2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент в обов'язковому порядку повинен виконати наступні завдання:

а) За допомогою конспекта лекцій і рекомендованої літератури розглянути сутність таких питань:

- 1) алгоритм критерію узгодженості χ^2 – Пірсона;
- 2) побудова інтервального ряду за допомогою режиму **Пакет аналіза**;
- 3) обчислення числових характеристик інтервального ряду за допомогою статистичних функцій;
- 4) властивості кривої Гаусса;
- 5) алгоритм побудови кривої Гаусса.

б) Занести у звіт такі дані:

- 1) номер лабораторної роботи;
- 2) тему і ціль роботи;
- 3) стислий конспект основних теоретичних відомостей.

3.3 Теоретичні відомості

Основні поняття:

1. Нормальним називають розподіл ймовірностей безперервної випадкової величини, яка має щільність

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2 \cdot \sigma^2}}. \quad (3.1)$$

2. Нормальною кривою (кривою Гаусса) називають графік функції $f(x)$ називають з параметрами \bar{x} і $\bar{\sigma}$.

3. Нормованою називають нормальний розподіл ймовірностей безперервної випадкової величини при $\bar{x} = 0$ і $\bar{\sigma} = 1$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\delta^2}{2}}. \quad (3.2)$$

Алгоритм критерію узгодженості:

1. Формулювання нульової гіпотези:

\hat{I}_0 : емпіричний розподіл підпорядковується закону нормального розподілу, емпіричні і теоретичні частоти різняться незначуще.

2. Визначення середнього вибіркового \bar{x} і середнього квадратичного відхилення $\bar{\sigma}$ теоретичного закону розподілу за допомогою статистичних функцій СРЗНАЧ, СТАНДОТКЛОН.

3. Обчислення нормованих відхилень t_i за формулою

$$t_i = \frac{|x_i^* - \bar{x}|}{\bar{\sigma}}. \quad (3.3)$$

4. Визначення щільності розподілу ймовірностей $f(t_i)$

$$f(t_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t_i^2}{2}}. \quad (3.4)$$

за допомогою статистичної функції НОРМРАСП.

5. Обчислення теоретичних частот n' за формулою

$$n'_i = \frac{n \cdot h}{\bar{\sigma}} \cdot f(t_i). \quad (3.5)$$

де n – об'єм емпіричної сукупності, h – шаг інтервального ряду розподілу.

6. Обчислення відношень між квадратами різниць емпіричних (n_i) і теоретичних (n'_i) частот до теоретичних частот за формулою

$$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}. \quad (3.6)$$

7. Обчислення спостережуваного значення χ^2 – критерію за формулою

$$\chi_{\bar{n}\bar{i}}^2 = \sum \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}. \quad (3.7)$$

8. Визначення значення критичної точки $\chi_{\bar{\alpha}\bar{\nu}}^2(\alpha, \nu)$ правосторонньої критичної області, де $\nu = k - 3$ – число ступенів вільності, (k – кількість інтервалів ряду розподілу), α – рівень значимості за таблицею стандартних значень χ^2 або за допомогою статистичної функції ХІ2ОБР.
9. Висновок про узгодженість емпіричного розподілу з нормальним законом розподілу випадкової величини:
 - якщо $\chi_{\bar{n}\bar{i}}^2 = 0$, то емпіричний розподіл відповідає нормальному розподілу;
 - якщо $\chi_{\bar{n}\bar{i}}^2 \leq \chi_{\bar{\alpha}\bar{\nu}}^2$, то гіпотеза про нормальність розподілу не відхиляється, тобто емпіричні і теоретичні частоти різняться незначуще;
 - якщо $\chi_{\bar{n}\bar{i}}^2 > \chi_{\bar{\alpha}\bar{\nu}}^2$, то гіпотеза про нормальність розподілу відхиляється, тобто емпіричні і теоретичні частоти різняться значуще.

Властивості кривої Гаусса:

1. Функція щільності розподілу ймовірностей визначена для усіх значень досліджуваної ознаки $\bar{\delta}_i$.
2. Крива має форму “дзвона”.
3. Графік кривої розташований над віссю абсцис.
4. Графік кривої є симетричним відносно прямій $x = \bar{x}$.
5. Крива Гаусса має дві галузі, які асимптотично наближуються до вісі абсцис.
6. Функція щільності розподілу ймовірностей досягає максимального значення при $x = \bar{x}$

$$f_{max}(\bar{x}) = \frac{1}{\bar{\sigma}\sqrt{2\pi}}. \quad (3.8)$$

7. Функція щільності розподілу ймовірностей має дві точки перегину, які знаходяться на відстані $\pm \bar{\sigma}$ від $\bar{\delta} : (\bar{x} \pm \bar{\sigma}; f(\bar{x} \pm \bar{\sigma}))$

$$f(\bar{x} \pm \bar{\sigma}) = \frac{1}{\bar{\sigma}\sqrt{2\pi}e}. \quad (3.9)$$

8. Площа, яка обмежена кривою і віссю абсцис дорівнює 1.
9. При збільшенні $\bar{\sigma}$ крива стає більш пологою.
10. Зміна \bar{x} не призводить до модифікації форми кривої.
11. У проміжку $\bar{x} \pm \bar{\sigma}$ знаходиться 68,3 % всіх значень ознаки, у проміжку $\bar{x} \pm 2\bar{\sigma}$ – 95,4 %, у проміжку $\bar{x} \pm 3\bar{\sigma}$ – 99,7 %.

Алгоритм побудови графіка кривої нормального розподілу:

1. Визначення параметрів кривої Гаусса: середнього вибіркового \bar{x} і середнього квадратичного відхилення $\bar{\sigma}$ за допомогою статистичних функцій СРЗНАЧ, СТАНДОТКЛОН.
2. Запис формули кривої нормального розподілу.
3. Обчислення координат вершини кривої.
4. Обчислення координат точок перегину $(\bar{x} \pm \bar{\sigma}; f(\bar{x} \pm \bar{\sigma}))$.
5. Обчислення координат чотирьох додаткових точок $(\bar{x} \pm 2\bar{\sigma}; f(\bar{x} \pm 2\bar{\sigma}))$ і $(\bar{x} \pm 3\bar{\sigma}; f(\bar{x} \pm 3\bar{\sigma}))$, де:

$$f(\bar{x} \pm 2\bar{\sigma}) = \frac{1}{\bar{\sigma} \bar{a}^2 \sqrt{2\pi}}. \quad (3.10)$$

$$f(\bar{x} \pm 3\bar{\sigma}) = \frac{1}{\bar{\sigma} \bar{a}^4 \sqrt{2\pi \bar{a}}}. \quad (3.11)$$

3.4 Практична частина

3.4.1 Контрольний приклад

Задача

Дано залежність питомого опору рослинної тканини ρ від частоти прикладеного струму при напрузі 40 В і глибині занурення електродів у ґрунті на

0,6 м.

17,7	17,3	23,7	16,3	22,3
19	18,8	20,9	18,4	21,7
20,2	20	19,8	19,7	20,3
21,6	21,3	18,5	20,7	20,4
24,1	24	16,9	22,8	19,6
17,4	17,2	16,8	15,9	19,5
18,4	18,7	18,5	18,3	18,2
20,1	19,9	19,7	19,6	18
21,4	21,1	20,8	20,6	15,5

24

23,9

23,1

22,6

15,8

Перевірити гіпотезу про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону розподілу випадкової величини.

Побудувати графік кривої Гаусса.

Розв'язання

- Запустити Excel.
- Внести задані значення в комірки A1:A50.
- В комірках B1:J7 побудувати таблицю (рисунок 3.1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	17,7	Вибіркове середнє				Крок			Критична точка	
2	19	$\bar{x} =$				$h =$			$\chi^2_{\alpha} =$	
3	20,2	Середнє квадратичне відхилення				Кількість інтервалів				
4	21,6	$\bar{\sigma} =$				$k =$				
5	24,1									
6	17,4									
7	18,4				x_i^*	n_i	t_i	$f(t_i)$	n'_i	$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
8	20,1									
9	21,4									
10	24									
11	17,3									
12	18,8									
13	20									
14	21,3									
15	24									
...	...									

Рисунок 3.1 – Вхідні дані.

- Визначити вибіркові числові характеристики \bar{x} і $\bar{\sigma}$:
 - в комірці C2 обчислити значення середнього вибіркового \bar{x} за допомогою статистичної функції СРЗНАЧ, (Додаток А);
 - в комірці C4 обчислити значення середнього квадратичного відхилення $\bar{\sigma}$ за допомогою статистичної функції СТАНДОТКЛОН, (Додаток А) і округлити його до тисячних.
- Побудувати інтервальний ряд за допомогою процедури **Анализ данных** (рисунок 3.2):
 - Сервис \Rightarrow Надстройки... \Rightarrow Пакет анализа \Rightarrow ;
 - Сервис \Rightarrow Анализ данных... \Rightarrow Гистограмма \Rightarrow ;
 - В діалоговому вікні Гистограмма виконати наступне:
 - внести у вікно редагування Вхідной интервал діапазон A1:A50;

- встановити перемикач Параметри вивода в положення Виходной інтервал;
- внести у вікно редагування Виходной інтервал адресу комірки C6;
- “щиглик” на кнопці OK;
- Заповнити комірку C14 (правий край останнього інтервалу інтервального статистичного ряду) відповідним значенням:
 - виділити комірки C12:C13;
 - установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки C13, “перетягнути” (скопювати крок арифметичної прогресії) в комірку C14.

	A	B	C	D
1	17,7	Вибіркове середнє		
2	19	$\bar{x} =$	19,82	
3	20,2	Середнє квадратичне відхилення		
4	21,6	$\bar{\sigma} =$	2,297	
5	24,1			
6	17,4		<i>Карман</i>	<i>Частота</i>
7	18,4		15,5	1
8	20,1		16,72857	3
9	21,4		17,95714	6
10	24		19,18571	10
11	17,3		20,41429	12
12	18,8		21,64286	8
13	20		22,87143	4
14	21,3		Еще	6
15	24			
...	...			

Рисунок 3.2 – Побудова інтервального ряду

6. Обчислити середини інтервалів x_i^* у комірках E8:E14:
 - внести в комірку E8 формулу $= (C7+C8)/2$;
 - клавіша <Enter>;
 - установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки E8, “перетягнути” до комірки E14;
 - округлити значення комірок E8:E14 до тисячних.
7. Заповнити комірки F8:F14 значеннями емпіричних частот n_i :
 - внести в комірку F8 формулу $=D7+D8$;
 - у комірки F9:F14 скопіювати значення, які відповідають коміркам D9:D14.

8. Обчислити нормовані відхилення t_i у комірках G8:G14 за формулою (3.3):
- внести в комірку G8 формулу =ABS(E8-\$C\$2)/\$C\$4;
 - клавіша <Enter>;
 - установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки G8, “перетягнути” до комірки G14;
 - округлити значення комірок G8:G14 до тисячних.
9. Заповнити комірки H8:H14 значеннями функції нормованого відхилення $f(t_i)$ за формулою 3.4:
- в комірці H8 обчислити значення щільності розподілу ймовірності нормального розподілу $f(t_i)$ за допомогою статистичної функції НОРМРАСП, (Додаток А). В діалоговому вікні Аргументи функции виконати наступне:
 - внести у вікно редагування X адресу комірки G8;
 - внести у вікно редагування Среднее значення 0;
 - внести у вікно редагування Стандартное_откл значення 1;
 - внести у вікно редагування Интервальный значення 0 (неправда)
 - “щиглик” на кнопці ;
 - установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки H8, “перетягнути” до комірки H14;
 - округлити значення комірок H8:H14 до тисячних.
10. Обчислити крок інтервального ряду розподілу :
- внести в комірку G2 формулу =C8+C7;
 - клавіша <Enter>;
 - округлити значення кроку до тисячних.
11. Заповнити комірки I8:I14 значеннями теоретичних частот за формулою 3.5:
- в комірці I8 обчислити значення теоретичної частоти n'_i за допомогою математичної функції ОКРУГЛВВЕРХ (Додаток А). В діалоговому вікні Аргументи функции виконати наступне:
 - внести у вікно редагування Число формулу=50*\$G\$2/\$C\$4*H8;
 - внести у вікно редагування Количество цифр значення 0;
 - “щиглик” на кнопці ;
 - установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки I8, “перетягнути” до комірки I14.
12. Знайти контролюючі суми значень емпіричних і теоретичних частот:
- “щиглик” на комірці F5;
 - “щиглик” на кнопці – Автосумма панелі інструментів Стандартная;
 - клавіша <Enter>;
 - “щиглик” на комірці I5;

- “щиглик” на кнопці Σ – Автосумма панелі інструментів Стандартная;
- клавіша <Enter>.

13. Заповнити комірки J8:J14 значеннями відношень між квадратами різниць емпіричних і теоретичних частот за формулою 3.6:

- внести в комірку J8 формулу $= (F8 - I8)^2 / I8$;
- клавіша <Enter>;
- установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки J8, “перетягнути” до комірки J14;
- округлити значення комірок J8:J14 до тисячних.

14. Обчислити спостережуване значення χ^2 – критерію за формулою 3.7:

- “щиглик” на комірці J15;
- “щиглик” на кнопці Σ – Автосумма панелі інструментів Стандартная;
- клавіша <Enter>.

15. Обчислити кількість інтервалів ряду розподілу за допомогою статистичної функції СЧЕТ (Додаток А):

- внести в комірку G4 формулу $= \text{СЧЕТ}(C7:C14) - 1$;
- клавіша <Enter>.

16. Знайти критичне значення статистики $\chi_{\epsilon\delta}^2(\alpha, \nu)$ за допомогою статистичної функції ХИ2ОБР, (Додаток А):

- “щиглик” на комірці J15. В діалоговому вікні Аргументи функции виконати наступне:
 - внести у вікно редагування Вероятность значення 0,05;
 - внести у вікно редагування Степени свободы значення G4-3;
 - “щиглик” на кнопці **ОК**;
- округлити значення $\chi_{\epsilon\delta}^2(\alpha, \nu)$ до тисячних.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	17,7	Вибіркове середнє				Крок			Критична точка	
2	19	$\bar{x} =$	19,82			$h =$	1,229		$\chi_{\epsilon\delta}^2 =$	9,488
3	20,2	Середнє квадратичне відхилення				Кількість інтервалів				
4	21,6	$\bar{\sigma} =$	2,297			$k =$	7			
5	24,1									
6	17,4		<i>Карман</i>	<i>Частота</i>						
7	18,4		15,5	1	x_i^*	n_i	t_i	$f(t_i)$	n'_i	$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
8	20,1		16,72857	3	16,114	4	1,613	0,109	3	0,333
9	21,4		17,95714	6	17,343	6	1,078	0,223	6	0,000
10	24		19,18571	10	18,571	10	0,543	0,344	10	0,000
11	17,3		20,41429	12	19,800	12	0,009	0,399	11	0,091

12	18,8		21,64286	8	21,029	8	0,526	0,347	10	0,400
13	20		22,87143	4	22,257	4	1,061	0,227	7	1,286
14	21,3		24,1	6	23,486	6	1,596	0,112	3	3,000
15	24					50			50	5,110
...	...									

Рисунок 3.3 – Результати розрахунків

17. Зробити висновок про узгодженість емпіричного розподілу з нормальним законом розподілу випадкової величини:

- $\chi_{ni}^2 \leq \chi_{ed}^2$ ($5,11 < 9,488$), гіпотеза про нормальність розподілу не відхиляється, тобто емпіричні і теоретичні частоти відрізняються незначимо.

18. В комітках C17:E24 побудувати таблицю (рисунок 3.4).

19. Заповнити комірки D18:D24 значеннями аргументів кривої Гаусса:

- внести в комірку D18 формулу =C2-3*C4;
- клавіша <Enter>;
- внести в комірку D19 формулу =C2-2*C4;
- клавіша <Enter>;
- внести в комірку D20 формулу =C2-C4;
- клавіша <Enter>;
- внести в комірку D21 формулу =C2;
- клавіша <Enter>;
- внести в комірку D22 формулу =C2+C4;
- клавіша <Enter>;
- внести в комірку D23 формулу =C2-+2*C4;
- клавіша <Enter>;
- внести в комірку D24 формулу =C2+3*C4;
- клавіша <Enter>.


	...	C	D	E
17		Аргумент		Функція
18		$\bar{x} - 3\bar{\sigma}$		
19		$\bar{x} - 2\bar{\sigma}$		
20		$\bar{x} - \bar{\sigma}$		
21		\bar{x}		
22		$\bar{x} + \bar{\sigma}$		

	...	C	D	E
17		Аргумент		Функція
18		$\bar{x} - 3\bar{\sigma}$	12,93	0,002
19		$\bar{x} - 2\bar{\sigma}$	15,23	0,024
20		$\bar{x} - \bar{\sigma}$	17,52	0,105
21		\bar{x}	19,82	0,174
22		$\bar{x} + \bar{\sigma}$	22,12	0,105

23	$\bar{x} + 2\bar{\sigma}$			23	$\bar{x} + 2\bar{\sigma}$	24,41	0,024
24	$\bar{x} + 3\bar{\sigma}$			24	$\bar{x} + 3\bar{\sigma}$	26,71	0,002
...					

Рисунок 3.4 – Таблиця значень кривої Гаусса


20. Заповнити комірки E18:E24 значеннями функції щільності розподілу ймовірностей за формулою 3.1:

- в комірці E18 обчислити значення щільності розподілу ймовірності нормального закону за допомогою статистичної функції НОРМРАСП, (Додаток А). В діалоговому вікні Аргументи функции виконати наступне:
 - внести у вікно редагування X адресу комірки D18;
 - внести у вікно редагування Среднее значення комірки C2, зафіксувати його клавішею **F4**;
 - внести у вікно редагування Стандартное_откл значення комірки C4, зафіксувати його клавішею **F4**;
 - внести у вікно редагування Интервальный значення 0 (неправда)
 - “щиглик” на кнопці **ОК**;
 - установити вказівник миші на маркер автозаповнення комірки E18, “перетягнути” до комірки E24;
 - округлити значення комірок E18:E24 до тисячних.
21. Побудувати графік кривої нормального розподілу (рис. 3.1):
- виділити комірки D18:E24;
 - “щиглик” на кнопці **Мастер диаграмм**  панелі інструментів Стандартная (з’явиться діалогове вікно Мастер диаграмм).

Крок 1 – Вибір типу діаграми

- Тип — Точечная, Вид — точечная диаграмма, позволяющая сравнить пары значений;
- “щиглик” на кнопці **Далее**.

Крок 2 – Вибір джерела даних

- вкладка **Ряд**;
- “щиглик” на кнопці **Свернуть окно**  у полі **Подписи** оси X;
- виділити комірки D18:D24;
- клавіша <Enter>;
- “щиглик” на кнопці **Далее**.

Крок 3 – Вибір параметрів діаграми

- вказати назву діаграми: “Крива Гаусса” (вкладка Заголовки);
- вказати назву вісі X (категорій): x;
- вказати назву вісі Y (значень): f(x);
- зняти прапорець Основные линии по оси Y (вкладка Линии сетки);
- зняти прапорець Добавить легенду (вкладка Легенда);
- “щиглик” на кнопці **Далее**.

Крок 4 – Розміщення діаграми

- на “отдельном” аркуші;
- “щиглик” на кнопці **Готово**.



Рисунок 3.5 – Крива Гаусса

22. Викликати контекстне меню ряду даних:

- клацнути правою кнопкою миші по ряду даних;
- режим **Формат ряда данных**;
- вкладка **Вид**;
- лінія – **обычная, сглаженная**;
- “щиглик” на кнопці **ОК**.

3.4.2 Самостійна робота

Задача

Відповідно до вказаного варіанту для наведених емпіричних даних перевірити гіпотезу про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону розподілу випадкової величини, побудувати графік кривої Гаусса.

Варіант I

22,1	11,1	14,8	11,5	18,1	16,3	12,5	14,4
15,8	15,5	18,8	16,8	19,9	19,2	14,9	18,5

22,3	11,4	20,3	19,3	21,7	21,5	15	20,3
12,6	20,6	21	21	18,7	12,5	19,2	
13,4	12,5	16,5	15,6	22,3	17,3	17,8	
Варіант II							
11,4	11,4	10,5	12,9	11,1	14,4	16,2	15,7
15,8	14,7	13,2	13,1	11,4	13,8	12,7	14,7
9,7	18,2	12,6	15,1	12,4	16,5	13,4	16,5
17,2	12,7	14,5	11,7	14,8	14,3	12,7	12,9
14,1	12,3	15	17,8	12,1	13,6	16	13,5
11,3	17	13,8	13,1	14,8	14,1	15,9	20,1
Варіант III							
8,9	9	16,9	1,8	12,6	17,7	26,4	13,5
12,3	9,5	18,9	7,4	23,3	16	17,8	16,5
20,2	24,4	20,7	7,3	16,4	9,9	12,7	8,4
19,6	6,9	9,3	10,3	6,8	13,3	18,6	13,3
4,8	16,3	9,2					
Варіант IV							
6,14	6,65	7,02	7,55	9,01	5,98	6,64	6,96
7,41	8,8	5,96	6,48	6,96	7,41	8,66	5,94
6,47	6,92	7,41	8,09	5,79	6,44	6,91	7,27
8,03	5,68	6,28	6,79	7,25	8	7,12	7,64
5,21	6,18	6,66	7,12				
Варіант V							
8,3	10,8	12,1	7,7	8,2	10,5	12,4	6,8
12	12,5	9,5	7,4	9,2	10,4	11,2	12
10	6,6	8,4	9,9	8,3	9,4	12,5	10
12,1	10	10,5	8	11,4	9,2	9,8	11,6
11	10,8	7,4	9,3	9,1	13,3	9,7	
9,6	8,1	8,9	6,8	12,1	14,4	11,9	
Варіант VI							
6,6	5,4	2	8,7	6,9	10,9	5,2	7,2
6,7	4,7	10,9	5,5	1,2	0,7	8,1	11
9,6	8,6	6,5	8,5	4,3	8,8	9,6	5,1
4,5	2,2	7,8	11	6,9	3	7,3	7,8
7,3	4,7	7,5	6	4,9	3,5	5,5	7,2
8	8,3	8,4	6,8	10	4,7	7,6	12,3
4,2	4,6	5,1	10,8				
Варіант VII							
11,9	11,4	11,6	9,4	11,5	13	15,9	13,1
16,7	10,8	11,3	11,2	13,8	10,5	10,6	12,3
10,8	9	8,2	6,2	12,7	12,3	9,6	
7,5	14,3	10	12,4	11,9	10,2	5,3	
8,1	7,1	10,1	10,1	5	14,1	8,3	
12,5	11	6,3	12	14,4	9,6	7,9	
Варіант VIII							

12,8	23,6	11,1	15,1	9,1	14	7	19,6
20,5	10,8	6,3	6,9	10,6	10,3	10,2	20,3
16,5	10,2	9,8	12	17,9	15,5	8,1	10
10	5,9	12,7	16,3	6,1	4,9	16,1	7,3
4,5	18,2	10,7	18,1	18,5	15,8	8,6	7,2
Варіант IX							
15,8	12,6	6,3	14,8	11,7	9,6	15	8,5
24,3	20,4	16,4	9,9	18	4,5	17,5	8
7,4	9,7	12,7	7,3	13	22,6	22,3	12,5
10,7	17,1	20,6	18,1	17,3	13,4	11,4	14,3
Варіант X							
4,7	3	12,5	12,1	5,1	9,8	6,2	11,1
10,1	8	8,3	0,2	7,2	9,7	9,7	5,2
4,1	11,9	11,4	7,8	9,2	11,4	10,4	6,3
13	15,8	6,2	8,1	5,1	11,8	13,8	4,1
2,9	8,1	8,2	4,3	14,5	12	3,3	

3.5 Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- Стислий конспект теоретичних відомостей;
- Результати виконаних дій.

3.6 Контрольні питання

1. Як за допомогою Excel обчислити значення середнього вибіркового \bar{x} і середнього квадратичного відхилення $\bar{\sigma}$?
2. Як за допомогою Excel побудувати інтервальний статистичний ряд?
3. За яким критерієм перевіряється гіпотеза про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону розподілу випадкової величини?
4. За якою формулою обчислюють спостережуване значення χ^2 – критерію?
5. Як за допомогою Excel визначити значення критичної точки $\chi_{\alpha\nu}^2$?
6. Запишіть формулу кривої Гаусса.
7. Який розподіл називають нормованим?
8. Які властивості має крива Гаусса?
9. Як за допомогою Excel побудувати криву Гаусса?